



รายงานสืบเนื่องจาก

การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 13

Proceeding of
the 13th Rajamangala University of Technology National Conference
(13th RMUTNC)

ภายใต้แนวคิด

“๔ ราชมงคล เสริมพลัง พลิกผัน นวัตกรรมยั่งยืน
และ ขับเคลื่อนวิถีชีวิตยุคต่อไปด้วยต้นแบบ BCG”

ระหว่างวันที่ 30 สิงหาคม 2566 – 1 กันยายน 2566

ณ ศูนย์ประชุมนงนุชเทรดดิชันเซ็นเตอร์ฮอลล์ (Nongnooch Tradition Center Hall)
สวนนงนุชพิกษา ตำบลนาจอมเทียน อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี





รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 13
 Proceeding of The 13th Rajamangala University of Technology National Conference

“๕ ราชมงคล เสริมพลัง ผลักดัน นวัตกรรมยั่งยืน
 และ ขับเคลื่อนวิถีชีวิตยุคต่อไปด้วยต้นแบบ BCG”

9 RMUT Empowering and

The 13th Rajamangala University of Technology
 The 12th Rajamangala University of Technology
 and The 5th RMUT



ร่วมกับ

สมาคมคหเศรษฐศาสตร์แห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์
 สัตวแพทยสมาคมแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์
 สภาวิศวกร
 สมาคมนวัตกรรมและเทคโนโลยีสร้างสรรค์ (ICTA)
 และหน่วยงานภาคี

ระหว่างวันที่ 30 สิงหาคม 2566 - 1 กันยายน 2566
 ณ ศูนย์ประชุมอเนกประสงค์กาญจนาภิเษก (Nongnooch Tradition Center Hall)
 สวนอเนกประสงค์ ตำบลนาจอมเทียน อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี

คำนำ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออกได้รับมอบหมายเป็นเจ้าภาพการประชุมวิชาการระดับชาติมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 13 และการประชุมวิชาการระดับนานาชาติมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 12 และการประกวดสิ่งประดิษฐ์และนวัตกรรมราชมงคล ครั้งที่ 5 (The 13th Rajamangala University of Technology National Conference (13th RMUTNC) The 12th Rajamangala University of Technology International Conference (12th RMUTIC) and 5th RMUT Innovation Awards) (RMUTCON2023) ระหว่างวันที่ 30 สิงหาคม 2566 - 1 กันยายน 2566 ณ ศูนย์ประชุมณงนุชเทรดิชันเซ็นเตอร์ฮอลล์ (Nongnooch Tradition Center Hall) สวนนงนุชพัทยา ตำบลนาจอมเทียน อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี ซึ่งเป็นกิจกรรมทางวิชาการที่จะช่วยส่งเสริมและสนับสนุนให้เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ผลงานทางวิชาการหลากหลายสาขาวิชา การจัดการประชุมวิชาการในครั้งนี้ นับเป็นเวทีที่สำคัญ ระหว่างนักวิจัย นักวิชาการ คณาจารย์ และนักศึกษา ทั้งภายในและภายนอกมหาวิทยาลัย ซึ่งก่อให้เกิดประโยชน์ในการสร้างความร่วมมือและการสร้างเครือข่ายทางวิชาการในมิติต่างๆ ที่จะนำไปสู่การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์ได้อย่างยั่งยืน

การประชุมวิชาการ RMUTCON2023 ในครั้งนี้ มีผลงานที่เข้าร่วมนำเสนอจากนักวิจัย นักวิชาการหลากหลายสาขา ทั้งในประเทศและต่างประเทศ ประกอบด้วยภาคบรรยายและภาคโปสเตอร์ โดยมีการนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ จำนวน 188 ผลงาน ผลงานวิจัยระดับนานาชาติ จำนวน 40 ผลงาน งานสิ่งประดิษฐ์และนวัตกรรมและผลงานสร้างสรรค์ จำนวน 80 ผลงาน และงาน RMUT Start Up Awards จำนวน 12 ผลงาน โดยมีวิทยากรบรรยายพิเศษ จำนวน 6 ท่าน วิทยากรรับเชิญ ระดับชาติ จำนวน 1 ท่าน และระดับนานาชาติ จำนวน 3 ท่าน

ในกรณีนี้ มหาวิทยาลัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าการประชุมวิชาการ RMUTCON2023 ครั้งนี้ จะมีประโยชน์ต่อผู้เข้าร่วมการประชุม และจะก่อให้เกิดการพัฒนาการอย่างต่อเนื่อง ตลอดจนเกิดความร่วมมือระหว่างคณาจารย์ บุคลากรทางการศึกษา และนักศึกษา ทั้งในสถาบันและต่างสถาบัน รวมถึงภาคเอกชนและผู้ประกอบการ ภาคอุตสาหกรรม ซึ่งจะส่งผลต่อการพัฒนาการศึกษาระดับอุดมศึกษาและการพัฒนาบุคลากรของประเทศชาติต่อไป

สารจากอธิการบดี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก มีความยินดีเป็นอย่างยิ่งที่ได้รับเกียรติเป็นเจ้าภาพหลัก ร่วมกับมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ทั้ง 8 แห่ง ในการจัดงาน การประชุมวิชาการระดับชาติมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 13 และการประชุมวิชาการระดับนานาชาติมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 12 และการประกวดสิ่งประดิษฐ์และนวัตกรรมราชมงคล ครั้งที่ 5 (The 13th Rajamangala University of Technology National Conference (13th RMUTNC) The 12th Rajamangala University of Technology International Conference (12th RMUTIC) and 5th RMUT Innovation Awards) (RMUTCON2023) วันที่ 30 สิงหาคม 2566 - 1 กันยายน 2566 ณ ศูนย์ประชุมนงนุชเทรดดิชั่นเซ็นเตอร์ฮอลล์ (Nongnuch Tradition Center Hall) สวนนงนุชพัทยา ตำบลนาจอมเทียน อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อส่งเสริมและสนับสนุนให้เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ผลงานทางวิชาการที่หลากหลายสาขาวิชา เผยแพร่และถ่ายทอดเทคโนโลยี นวัตกรรมและขยายองค์ความรู้จากงานวิจัยสู่การปฏิบัติให้กว้างขวาง และเป็นการเปิดมุมมองใหม่ๆ ในการพัฒนาเครือข่ายความร่วมมือในแต่ละศาสตร์ อันจะนำไปสู่การสร้างงานวิจัยที่มีคุณภาพ อีกทั้งยังเป็นเวทีให้นักวิจัยได้เผยแพร่ประชาสัมพันธ์ และนำเสนอผลงานผลิต ผลิตภัณฑ์ งานสร้างสรรค์ สิ่งประดิษฐ์ และนวัตกรรมที่นำไปสู่การใช้ประโยชน์เชิงอุตสาหกรรมและเชิงพาณิชย์ จึงได้จัดการประชุมวิชาการระดับชาติมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 13 การประชุมวิชาการระดับนานาชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 12 และการประกวดสิ่งประดิษฐ์และนวัตกรรมราชมงคล ครั้งที่ 5 ภายใต้แนวคิด “๙ ราชมงคล เสริมพลังผลักดัน นวัตกรรมยั่งยืน และขับเคลื่อนวิถีชีวิตยุคต่อไปด้วยต้นแบบ BCG” (9 RMUT Empowering and Promoting of Sustainable Innovation and BCG Model for the Next Normal) ประกอบด้วยกิจกรรมที่สำคัญ คือ การประชุมวิชาการระดับชาติ/นานาชาติ การบรรยายพิเศษ (Guest Speakers / Keynote Speakers) การประกวดแข่งขันสิ่งประดิษฐ์ นวัตกรรม การจัดแสดงนิทรรศการ และการจัดการประกวด RMUT Start Up Awards

ในนามของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลทั้ง 9 แห่ง ขอขอบคุณหน่วยงานเครือข่ายที่ให้เกียรติเป็นเจ้าภาพร่วม วิทยากรรับเชิญจากในประเทศและต่างประเทศ ผู้ทรงคุณวุฒิทั้งภายในและภายนอกมหาวิทยาลัย นักวิจัย ผู้ร่วมประชุม คณะกรรมการดำเนินงานจัดการประชุม ขอขอบคุณ ผู้ว่าราชการจังหวัดชลบุรี และขอบคุณปลัดกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์วิจัยและนวัตกรรม ที่กรุณามาบรรยายพิเศษและเป็นประธานเปิดการประชุมวิชาการในครั้งนี้



(รองศาสตราจารย์ ดร.ฤกษ์ชัย พุประทีปศิริ)

อธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก

สารบัญ

	หน้า
คำนำ	ก
สารจากอธิการบดี	ข
สารบัญ	ค
กำหนดการ	ง

ภาคบรรยาย (Oral Presentation)

วันที่ 30 สิงหาคม 2566

ห้องประชุม A2

Session 1: กลุ่มสาขาวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี

การสำรวจความพึงพอใจกับประชาชนเรื่องการก่อสร้าง โครงการรถไฟฟ้าส่วนต่อขยายสายสีเหลือง ช่วงแยกรัชดา-ลาดพร้าว ถึงแยกรัชโยธิน ด้วยเทคโนโลยี AUGMENTED REALITY (AR) [10993]	1
ธนบดี บัตรดอน กฤษญา อนันตกาลต์ ธงชัย โพธิ์ทอง และ สุรติ เส็มหมัด	
การทดสอบประสิทธิภาพของพอลิเมอร์เสริมเส้นใยแก้ว (GFRP) ตามมาตรฐาน ACI 440.3R-12 [11053]	8
ประพันธ์ วัฒนเดชาชาญ จิรายุส คุ่มสิน สิริภพ ใจใหญ่ และพรหมพักตร์ บุญรักษา	
การพัฒนากำลังอัดแกนเดี่ยวของดินลูกรังที่ไม่ผ่านมาตรฐานปรับปรุงด้วย เถ้าลอยขยะเทศบาล จีโอโพลิเมอร์ [11108]	17
เชิดศักดิ์ สุขศิริพัฒนพงศ์ เพทาย อุดราช เสริมศักดิ์ ดิยะแสงทอง กฤษญา ครอบสูงเนิน จักษดา อารังวุฒิ ญัญญา วงละคร ถาวร เกื้อสกุล และวิศิษฐ์ศักดิ์ ทับยัง	
การศึกษาสิ่งปลูกสร้างชั่วคราวในงานก่อสร้างอาคารสำนักงานของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โครงการหมอน 33 [11099]	25
นครินทร์ ลายี	
กำลังอัด ความหนาแน่นแห้ง และการดูดซึมน้ำของคอนกรีตมวลเบาที่ใช้โฟมโพลีสไตรีนรีไซเคิลเป็นมวลรวม [11142]	32
จิรศักดิ์ สุพรวัฒน์ รัฐพล สมณา เกียรติสุดา สมณา ศักดิ์สิทธิ์ พันทวี และประชุม คำพุด	
การวิเคราะห์ฐานรากแบบตื้นโดยวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ [11151]	39
นคร ศรีแก้ว ณรงค์เดช อินทร์นชัยกิจ ศตวรรษ หฤหรรษ์พงศ์ และอเนก เนรมิตศรบุรี	

ห้องประชุม C1

Session 1: กลุ่มสาขาวิทยาศาสตร์และสิ่งแวดล้อม

การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวจากกุ้งเหยียด [11131]	48
รุ่งโรจน์ ตับกลาง ทองจวน คุณพุทธิรพี และ นิภาพร คังคะวิสุทธิ	
การพัฒนาผลิตภัณฑ์กัมมี่จากข้าวกำบางพระ [11121]	49
พชณี บุญธกานนท์ จินตนา เพชรมณีโชติ และสุรัญญา พรหมสมบุญรณ์	
คุณลักษณะของธัญพืชชนิดแห้งเสริมโปรตีนจากจังหวัดผิง [11129]	58
สุรีย์พร บุญนา นฤคันธ์ วาสิคติก สรลรัตน์ พ่วงบริสุทธิ และ นิภาพร คังคะวิสุทธิ	
คุณสมบัติการยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสของสารสกัดเปลือกเงาะทั้ง 3 สายพันธุ์ในจังหวัดจันทบุรี เพื่อใช้ในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง [11139]	59
สรลรัตน์ พ่วงบริสุทธิ นฤมล มงคลธนะวัฒน์ นฤคันธ์ วาสิคติก ธนะวัฒน์ ชนะวรรโณ และนิภาพร คังคะวิสุทธิ	
ผลของไนตริกออกไซด์ต่อการยืดอายุการเก็บรักษาของมะม่วงน้ำดอกไม้ตัดแต่งพร้อมบริโภค [11154]	60
กฤษณ์ สงวนพวก	
ผลของบรรจุภัณฑ์ต่อคุณภาพและการยืดอายุการเก็บรักษาผักกูดบริโภคสด [11155]	61
กฤษณ์ สงวนพวก	
การวิเคราะห์คุณภาพอากาศภายในอาคาร โดยการตรวจนับปริมาณแบคทีเรีย และเชื้อราในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก จ.ชลบุรี [11065]	62
จินตนา เพชรมณีโชติ และ สุธีรา อานามวงษ์	

สารบัญ

หน้า

ห้องประชุม C2

Session 1: กลุ่มสาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์

วิถีสวมชนและภูมิปัญญาท้องถิ่นเพื่อการอนุรักษ์ของตำบลเกาะสุกร อำเภอปะเหลียน จังหวัดตรัง [11124]	71
สุดคณิง ณ ระนอง ประภาศรี ศรีชัย และ วิกิจ ผินรับ	
การศึกษาเส้นทาง และกิจกรรมการท่องเที่ยวด้วยผลิตภัณฑ์ทางการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพที่มีความโดดเด่นในพื้นที่ตำบลโคกขาม อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร [11147]	83
เพยาว์ สายทองสุข ปวีณา ขำพัด และพงศธรวัช ศรีจันทอง	
ศึกษาคุณลักษณะความโดดเด่นของทรัพยากรการท่องเที่ยวในพื้นที่ตำบลโคกขาม อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร [11148]	84
ชาญณรงค์ ผาดจันทิก อังคณ บุญเกิด พลอยปภัส จุฑารัฐเศรษฐ์ และเพยาว์ สายทองสุข	

วันที่ 31 สิงหาคม 2566

ห้องประชุม A2

Session 2: กลุ่มสาขาวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี (ต่อ)

การวิเคราะห์เปรียบเทียบมาตรฐานอาคารเขียว ระดับ Certified และ Platinum [11030]	85
นพพงศ์ ปกรณ์สมบูรณ์	
ค่าใช้จ่ายที่เหมาะสมสำหรับระบบการจัดการความปลอดภัยในโครงการก่อสร้างงานอาคารสูง กรณีศึกษาโครงการก่อสร้างศูนย์การแพทย์ โรงพยาบาลธรรมศาสตร์เฉลิมพระเกียรติ [11068]	91
วรเทพ พันอินทรอาจ บดินทร์ ไชยโคตร เตชา ศรีทิพย์ บรรจง วงเวียน พรรณวดี แก้วตระกูลโชติพิทักษ์ เตมียงค์ พิสุทธิ์ กัลลโกมล กฤษฎา อนันตกาลต์ และ สุรติ เส็มหมัด	
การพัฒนาและศึกษาประสิทธิภาพชุดสาธิตระบบผลิตพลังงานแสงอาทิตย์โดยใช้แผ่น PV [10944]	99
กานตยทุท ตรีบุญนิธิ ลือเดช เพรชดวง และ นิรันดร์ วัชโรดม	
การทดสอบประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูง [11000]	106
มานะ วิชางาม พัฒนพงษ์ แก้วโพธิ์ วุฒิชัย จันทรโทริ อติศักดิ์ เดชปองหา สมพร คำไชยธีรพงษ์ ดวงโกลา เกษมสันต์ บุษบงก์ และ ไตรทศ แก้วเหง้า	
การพัฒนาเตาอบไมโครเวฟร่วมลมร้อนสำหรับอบพืชสมุนไพร [11153]	113
ดิเรก บุญธรรม	

Session 3: กลุ่มสาขาวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี (ต่อ)

ระบบฐานความรู้สำหรับการวินิจฉัยปัญหาการลงทะเลเบียน [11119]	114
วรรณพร ทีแก่ง และ พรคิต อ้นขาว	
หุ่นยนต์ดูดฝุ่นอัตโนมัติจากวัสดุเหลือใช้ต้นทุนต่ำ [10943]	121
ศิริประภา มีแก้ว ภัณฑิรา สุนทรวิภาต อนันตญา อำทิม ภัทรจิตร พิระสมบัติ	
ณปภา วาดเขียน และ ชีวัน บุญธรรม	
เว็บแอปพลิเคชันแนะนำสถานที่ท่องเที่ยวสำหรับผู้สูงอายุภายใต้สังคมพหุวัฒนธรรม จังหวัดสงขลา [10969]	127
อานนท์ บัวศรี	
การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันการจองสนามกีฬา [11013]	133
บุรฉกร อยู่สุข คงเทพ บุญมี วรพันธ์ สาระสุริย์ภรณ์ นงลักษณ์ พรหมทอง	
วรากร วิเชียร และ จีรพันธุ์ พ่วงพลับ	
การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันสื่อเสมือนจริงภูมิปัญญาเครื่องปั้นดินเผา โบราณ และบริหารจัดการข้อมูลภายในกรณีศึกษา สถานศิลปะ ประติมากรรมสวนไม้ไทย บ้านพ่อเลี้ยงหมื่น จังหวัดลำพูน [11122]	143
จตุพร ศิลพรชัย และ ณฐา อภิธาวิลาส	

สารบัญ

หน้า

ห้องประชุม B

Session 2: กลุ่มสาขาวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี (ต่อ)

การวิเคราะห์ความเสถียรและประสิทธิภาพ H-infinity สำหรับระบบที่เป็นกลางพร้อมตัวหน่วงเวลาที่แปรผันตามการกระจายและการก่อกวนแบบไม่เชิงเส้น [10987] 155

Anucha Klamnoi, Watcharin Chabuphaphan, Sunisa Lueamsai, Siriluk Wangrat,

Piyanuch Pongkan, Pornthip Pongchalee, Yada Pornpakdee and Peerapongpat Singkibud

การออกแบบกรอบการทำงานสำหรับระบบอุปกรณ์ไอโอทีด้วยสวิตช์พีซีดีภายนอก [11008] 173

ณานิน หาญณรงค์ สัญญา สมัยมาก พิชชานันท์ วงศ์ศิริธร เบญจมินทร์ เกิดโมลี และ ปรีวัฒน์ ราชรักษ์

การปรับปรุงประสิทธิภาพในการรับงานบริการอุตสาหกรรมด้วยเทคนิค ECRS [11009] 180

พิมพร เทศแก้ว สิทธิชัย แก้วเกื้อกุล และชาลินี กระจำพจน์

การปรับปรุงประสิทธิภาพการตัดเย็บเสื้อผ้าด้วยเทคนิค ECRS [11085] 185

พิมพร เทศแก้ว และ สิทธิชัย แก้วเกื้อกุล

การพัฒนาาระบบสารสนเทศเพื่อบริหารจัดการการเรียนโรงเรียนสามัคคีอิสลามวิทยา อำเภอควนกาหลง จังหวัดสตูล [11067] 189

มารีญา ต่อลิ้ม จุติมา เทพญา และ มุฮำหมัดสุไฮมี ยานยา

การวิเคราะห์ข้อมูลการช่วยเหลือด้านทุนการศึกษา สำหรับนักศึกษา ด้วยเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ [11123] 199

นรินทร์ จิวิตัน และ วรการ ใจดี

ไลน์แชทบอทอัจฉริยะสำหรับไฮโดรโปนิคส์ฟาร์ม [11110] 208

นภัทร ศุภพร

Session 3: กลุ่มสาขาวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี (ต่อ)

การยอมรับเทคโนโลยีเสริมความจริงเสมือนในการก่อสร้าง กรณีศึกษา: ผู้เกี่ยวข้องในงานก่อสร้าง จังหวัดนนทบุรี [11095] 214

พรพรรณ กิจเจริญ กฤษญา อนันตกาลต์ ธงชัย โพธิ์ทอง สุรติ เล็งหมัด ชาคริต ศรีสุวรรณรัตน์

และ จริญญาศักดิ์ จารุธีรนาท

การทดสอบประสิทธิภาพเครื่องมือสัญญาณดาวเทียมจีเอ็นเอสเอสที่มีเซนเซอร์ IMU โดยใช้วิธีการรังวัดโครงข่ายดาวเทียมแบบจลนในทันทีด้วยมุมมองสูงถึง 80 องศา [11130] 224

กฤษณ์ช อนันตกาลต์ วิมลโชค เครือหงษ์ ทองพูล ทาสีเพชร และ บุญทรัพย์ วิญางกูร

การศึกษาหาประสิทธิภาพของเครื่องยี่ลูกตาลสุก [10963] 234

อดิศักดิ์ ไสวอมร

เครื่องอบแห้งข้าวเปลือกแบบอินฟราเรดผสมลมร้อนหมุนวน [11028] 242

ญาณิศา พิมพ์พงศ์ ทศพล ศรีประเสริฐ สุภัตสร ปฏิมารัตนานันท์ และ วิศิษฐ์ ลีลาผาดิกุล

การเปรียบเทียบความสามารถในการต้านทานการสีกรของดอกกัทที่สล็อตด้วยสารเคลือบพื้นฐานไทเทเนียม [11156] 252

ภาณุเดช แสงสีดา และ ปริญญา ศรีสัตยกุล

การปรับปรุงประสิทธิภาพของระบบการจับเก็บเครื่องมือตัดฉลากผลิตภัณฑ์ [11157] 253

สุธรรม ศิวาวุฑ และ เอกชัย รอดพิสา

สารบัญ

หน้า

ห้องประชุม C1

Session 2: กลุ่มสาขาวิทยาศาสตร์และสิ่งแวดล้อม (ต่อ)

การประเมินความเสี่ยง แนวโน้มการเคลื่อนที่และสะสมตัวของมลพิษฝุ่นควันทางอากาศที่มีขนาดอนุภาค 2.5 ไมครอน จากอิทธิพลของความรุนแรงและทิศทางกระแสลมในพื้นที่กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย [11001]	254
อัฒม์ อรรถเศรษฐ และ ภาณุ ตริยเวช	
การตกแต่งสารให้ความเย็นบนพื้นผ้าสำหรับการลดอุณหภูมิชุดโอกาสพิเศษ จากเสื้อผ้าเหลือใช้ [11056]	264
กฤษฎา ประยงค์ และ สาคร ชลสาคร	
การทำงานพร้อมกันเชิงภาพฉายของโครงข่ายประสาทเทียมพลวัตที่มีตัวห้วงแปรผันตามเวลาโดยการควบคุมปรับค่าได้ [11017]	271
ฉันทพิชญ์ ชามาตย์ ณรงค์ศักดิ์ โยธา ภิระพงพัฒน์ สิงห์คิบุตร วัชรินทร์ชาติบุปผาพันธ์	
สุนิสา เลื่อมใส ปิยนุช ป้องกัน และ อนุชา กล้าน้อย	
ทฤษฎีเสถียรภาพแบบเชิงเส้นกำกับสำหรับระบบอนุพันธ์เชิงเศษส่วนแบบคอนฟอร์มเมเบิลที่มีตัวห้วงแบบค่าคงที่และตัวก่อกวนไม่เชิงเส้น [11034]	279
ณรงค์ศักดิ์ โยธา ภิระพงพัฒน์ สิงห์คิบุตร สุนิสา เลื่อมใส อนุชา กล้าน้อย	
และ วัชรินทร์ชาติบุปผาพันธ์	
การวิเคราะห์ความเสถียรภาพเชิงเส้นกำกับของระบบอนุพันธ์เชิงเศษส่วนรีมันน์-ลีอูวีลล์ โครงข่ายประสาทที่มีตัวห้วงเวลาเป็นค่าคงที่ [11035]	283
ณรงค์ศักดิ์ โยธา ญาดา พรภักดี ปิยนุช ป้องกัน ภิระพงพัฒน์ สิงห์คิบุตร วัชรินทร์ชาติบุปผาพันธ์	
และ สุนิสา เลื่อมใส	

Session 3: กลุ่มสาขาเกษตรศาสตร์ สาขาวิทยาศาสตร์สุขภาพและวิทยาศาสตร์การแพทย์ และงานประจำสู่งานวิจัย สาขาเกษตรศาสตร์

การทดสอบผลผลิตถั่วฝักยาวสายพันธุ์ทนแล้ง 2 สายพันธุ์ในสภาพการใส่ปุ๋ยต่างกัน ใน 2 ฤดูปลูก [11049]	288
รังสิยา แก้ววิเชียร อภิลิทธิ ชิตวณิช ธนาวัฒน์ เยมอ และ ปราโมทย์ พรสุริยา	

สาขาวิทยาศาสตร์สุขภาพและวิทยาศาสตร์การแพทย์

ประสิทธิภาพการใช้สารสกัดจากใบขี้เหล็กในการรักษาแผลแบบ Excision ในหนูเมาส์ [10970]	296
คมปกร ตาณะสุด ชนัญชิตา สงสุรินทร์ และ วิศิษฐ์ศยา ธรรมขันธุ์	

งานประจำสู่งานวิจัย

การวิเคราะห์ความสมนัยของผลการเรียนเฉลี่ยสะสมกับอายุ สัปดาห์ สาขาวิชา และคณะ ที่จบการศึกษาของนักศึกษา ระดับบัณฑิตศึกษาที่จบในปีการศึกษา 2560-2565 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก [10927]	307
ปราโมทย์ พรสุริยา นันทิพย์ พงษ์เพา และ จุฬาลักษณ์ จำปาพันธ์	
การวิเคราะห์ปัญหาและแนวทางการแก้ไขปัญหาจตหะเปียนทร์พัยสินทางปัญญา ประเภทสิทธิบัตร อนุสิทธิบัตร ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร [11039]	318
วัชรภรณ์ ชัยวรรณ อัครณิต บรรเทา และ หลิง มัทนัง	
ปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกเข้าศึกษาต่อระดับบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปีการศึกษา 2565 [11112]	326
ศิริวรรณ ฉายศิริ และ เจริญศรี วุฒทกุล	

สารบัญ

หน้า

ห้องประชุม C2

Session 2: กลุ่มสาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ และสาขาบริหารธุรกิจและเศรษฐศาสตร์ (ต่อ)	
การบริหารงานบุคคลของผู้บริหารสถานศึกษาที่ส่งผลต่อการดำเนินงานตามมาตรฐานการจัดการอาชีวศึกษาของสถานศึกษา สังกัดอาชีวศึกษาจังหวัดลพบุรี [10994] วรรณศิกัญจน์ ทองใส และ สมศักดิ์ สุภริรักษ์	336
ปัญหาการปรับตัวของนักศึกษาชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย[10966] นนลสร ดำเป็นไฟ	345
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการสื่อสารภาษาอังกฤษของนักศึกษา คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยในกลุ่มรัตนโกสินทร์ [11159] ขวัญฤทัย บุญยะเสนา ธนภณ รัชตกุลพัฒน์ อนุศักดิ์ ไต้วัลย์ สุรชาติ บัวชุม สุวีณา รุ่งโรจน์รัตนการ ดวงพร วารินทร์ และ โทโมโกะ คันดะ	351
Session 3: กลุ่มสาขาบริหารธุรกิจและเศรษฐศาสตร์	
การเรียนออนไลน์ในยุคโควิด: หลักสูตรการตลาดท่องเที่ยวอย่างรับผิดชอบ [11078] กัลยา สว่างคง และ กัญชกร เจือดี	362
การพัฒนาแพลตฟอร์มสารสนเทศเพื่อบริหารจัดการบริษัททัวร์ กรณีศึกษา บริษัท เอ็มเซินดี ทราเวล เชียงใหม่ จำกัด [11114] ธีรภาพ แสงศรี และ สุรีนาฏ มะโนลา	370
ปัจจัยที่ส่งผลต่อการยอมรับพนักงานสายการบินที่มีความหลากหลายทางเพศในประเทศไทย [11101] วิริสรา เทียนเบญจจะ คชา ทองคนารักษ์ และสมพงษ์ อัศววิริยธิต	377
ปัจจัยที่ส่งผลต่อด้านความปลอดภัยของพนักงานส่วนบริการเขตการบิน บริษัท ท่าอากาศยานไทย จำกัด (มหาชน) ฝ่ายปฏิบัติการเขตการบิน ณ ท่าอากาศยานดอนเมือง [11113] ฐิตากร นัยเลิศ ภัลลิกา ไกรทอง ธีรนุช ลีจวง และ พัฒนะ ธนภฤตพุดิเมธ	387
การพัฒนาคุณภาพการบริการโลจิสติกส์ของผู้ให้บริการด้านโลจิสติกส์ ในบริบทภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย [11144] ธัญนาฏ ญาณพิบูลย์ และ กุสุมาลย์ ประหา	395

ภาคโปสเตอร์ (Poster Presentation)

Session 1: กลุ่มสาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์	
พฤติกรรมกาเปิดรับสารสนเทศทางสื่อออนไลน์ของนักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร [10918] อังคณา แวขอเหาะ และ รพีพรรณ สุฐาปัญญากุล	402
ผลการจัดการเรียนรู้เชิงรุกแบบทำงานเป็นทีมต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีพเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ของนักศึกษาวิชาชีพครู [10986] อัมภากรณ์ พีรวณิชกุล สุนารี รชตจรูญ รุ่งอรุณ พรเจริญ จริยา เอียบสกุล และณัฐภูมิ นามบุตดี	413
พฤติกรรมกาเปิดรับความพึงพอใจและการนำไปใช้ประโยชน์ของผู้ชมรายการท่องเที่ยวผ่านยูทูบ [11055] นิศารม ไพบูลย์สิน	419
การมีส่วนร่วมของชุมชนในการจัดการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมอย่างยั่งยืน เทศบาลเมืองเพชรบุรี จังหวัดเพชรบุรี [10964] เมทิกา พ่วงแสง ชัยวุฒิ ชัยฤกษ์ พงศ์รัชต์ธวัช วิวิงสุ และ ปารีชาติ ช้วนรักษธรรม	423

สารบัญ

	หน้า
การมีส่วนร่วมของชุมชนในการพัฒนาอาชีพเพื่อเพิ่มรายได้จากทรัพยากรในพื้นที่ของตำบลบ้านบึง ตำบลบ้านบึง อำเภอบ้านคา จังหวัดราชบุรี [11046]	430
ทรงสิริ วิชิรานนท์ และ เมธิกา พ่วงแสง	
การศึกษาศักยภาพแหล่งท่องเที่ยวที่โดดเด่นในพื้นที่ตำบลโคกขาม อำเภอมือง จังหวัดสมุทรสาคร [11149]	436
ชาญณรงค์ ผาดจันทิก ลักยะ บุศย์จันทร์ และเพยาว์ สายทองสุข	
Session 2: กลุ่มสาขาเกษตรศาสตร์	
การประยุกต์ใช้วัตถุดิบท้องถิ่นในการผลิตอาหารเพื่อการเลี้ยงสัตว์น้ำเศรษฐกิจของอำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี [10919]	437
ธนาภ โสทรโยม	
อิทธิพลของการใช้สารละลายแคลเซียมโบรอนต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพริกหวาน [10977]	446
นรกมล ขำวารี และปรียานัฐ หงส์ทอง	
กระบวนการปลูกกาแฟน้ำหนาวอาราบิก้า อำเภอน้ำหนาว จังหวัดเพชรบูรณ์ [11100]	452
ฉันทนา ปาปัดถา ปาริชาติ ช้วนรักธรรม วรัญญา สมศิริ และสุรีย์ เนียมสกุล	
ผลของออกซินต่อการชักนำรากในสภาพปลอดเชื้อ และผลของวัสดุปลูกในการอนุบาลต้นกล้าซาราซีเนีย (<i>Sarracenia leucophylla</i> Raf.) [10978]	460
ปรียานัฐ หงส์ทอง และนรกมล ขำวารี	
ประสิทธิภาพของเชื้อแบคทีเรียปฏิชีวนะ <i>Bacillus spp.</i> ต่อการควบคุมโรคใบร่วงชนิดใหม่ของยางพารา [11002]	466
พรศิลป์ สีเผือก พัทธราภรณ์ วาณิชย์ปกรณ์ และ ชัยสิทธิ์ ปรีชา	
การคัดเลือกแบคทีเรียจากปุ๋ยมูลไส้เดือนเพื่อยับยั้งเชื้อรา <i>Trichoderma spp.</i> สาเหตุโรคราเขียวของเห็ดนางฟ้าภูฐาน [11044]	474
พราวมาส เจริญรักษ์ ธวัลญารัตน์ กล้ากสิการณ นัฐพล ศรีแก้ว และดาวรุ่ง วชิรินทร์รัตน์	
คุณลักษณะของฟิล์มไบโอบีโกลได้จากสาหร่ายขนนก (<i>Caulerpa racemosa</i>) เสริมสารสีแอนโทไซยานินจากกระเจี๊ยบแดง [11082]	483
อธิชา วัฒนกุล สุภลักษณ์ ลายละเอียดชอุโชค มิ่งฟ้า เพทาย และเบญญารัตน์ หนูแก้ว	
ผลของการเสริมแคโรทีนอยด์ที่สกัดจากสาหร่ายก้ามกุ้งในอาหาร ต่อการเจริญเติบโต องค์ประกอบทางเคมีและสีของกุ้งขาวแวนนาไมระยะวัยรุ่น [11072]	490
วัฒนา วัฒนกุล อุไรวรรณ วัฒนกุล และ วรรณิณี จันท์แก้ว	
ผลการใช้สาหร่ายน้ำจืดก้ามกุ้ง (<i>Chara Corollina</i>) ในฟิล์มชีวภาพ ร่วมกับวัสดุเศษเหลือทางประมง ต่อสมบัติทางกายภาพและสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ [11069]	498
อุไรวรรณ วัฒนกุล วัฒนา วัฒนกุล นพรัตน์ มะเห วรรณิณี จันท์แก้ว และศุภลักษณ์ สุดขาว	
ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและประสิทธิภาพในการกำจัดอนุมลพิษของสาหร่ายสีแดงน้ำจืด <i>Thorea siamensis</i> Traichaiyaporn & Kumano [11145]	506
วรรณิณี จันท์แก้ว และ วัลภา เหลือแหล่	
Session 3: กลุ่มสาขาวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี	
ระบบอัตโนมัติแบบจำลองเพื่อลำเลียงและเคลื่อนย้ายวัตถุผ่านโปรแกรม Scratch [10947]	513
กชพรรณ กาฬภักดี เบญญาภา วะสะสิริ พชร เสงสุวรรณ วงศ์พัทธ์ วรวิฑู ธีญญภัทร์ ชูเชิดรัตน์	
ณปภา วาดเขียน และสรญา เข้มเจริญ	
ระบบการควบคุมอัตราไหลของน้ำและแสดงผลด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ [10982]	521
รุ่งอรุณ พรเจริญ วรเอก อินทขันธ์ และณัฐวิฑู นามบุตตี	

สารบัญ

	หน้า
เครื่องส่งสัญญาณฉุกเฉินสำหรับผู้สูงอายุโดยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม [10938] ปลื้ม แซ่ด่าน ภัทรพล ทวีรัตน์ พิเศษฐศิริ เส็งพานิชย์ เตวิชชา วงศ์เดิม Maria Lourdes C. Bacong และธัญญารัตน์ สายใหม่	528
การศึกษาและการออกแบบโดรนเคลื่อนที่อัตโนมัติ [11093] มติ นรารมย์ และ กัมพล อรนนท์	537
การศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อความล่าช้าในงานก่อสร้างร้านสะดวกซื้อซูเปอร์มาร์เก็ต กรณีศึกษา สาขาติวานนท์ ซอย 25 บริษัท ซี.เจ. เอ็กเพรส กรุ๊ป จำกัด [10983] สุรติ เส็มหมัด และธนบูลย์ เอี่ยมสำอางค์	544
การทดสอบเครื่องลดความชื้นข้าวเปลือกใช้ลมร้อนแบบผสมผสานอัตโนมัติเปรียบเทียบกับวิธีตากแดดธรรมชาติโดย โรงสีข้าวชุมชน : กรณีศึกษา โรงสีข้าวชุมชนบ้านไสต่อ [11087] กิตติกร ชันแก้ว วีระเดช แก้วการจร จิรโชติ มีเนตรี และ นุชนาฏ นิลออ	549
การศึกษาความเหมาะสมเชื้อเพลิงอัดเม็ดของกะลาแม่คาเดเมียผสมขี้เลื่อย [11158] ชินดา ป้อมเสน อิศกฤตา โลหพรหม และมาริษา อินทะเกิด	559
Session 4: กลุ่มสาขาสถาปัตยกรรมศาสตร์ ศิลปกรรม และงานสร้างสรรค์	
การอนุรักษ์พัฒนาและต่อยอดการสวดพระมาลัยในจังหวัดนครศรีธรรมราช [11160] พงศธร ศรีไย และธีรวัฒน์ ช่างसान	560
โครงสร้างโบายางพารากับการพัฒนาสร้างสรรค์หัตถกรรมท้องถิ่นของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านวังฆ้อง เพื่อเศรษฐกิจสร้างสรรค์ [11161] พิชิตา ช่างसान และธีรวัฒน์ ช่างसान	566
Session 5: กลุ่มสาขาบริหารธุรกิจและเศรษฐศาสตร์	
การพัฒนาช่องทางการจัดจำหน่ายให้กับผลิตภัณฑ์ข้าวอินทรีย์ในอำเภอพาน จังหวัดเชียงราย [11019] กนกอร จิตจางนงค์ ณฐมน ททรัพย์บุญโต และสุริยงค์ ประชาเขียว	572
นวัตกรรมการบริหารจัดการเกษตรวิถีใหม่ด้วยเทคโนโลยีสารสนเทศดิจิทัล ชุมชนบ้านคลองขุด จ.สมุทรสงคราม [11045] ศิริรัตน์ ชำนาญรบ และ ชมพูนุท โภคณิตถานนท์	579
Session 6: กลุ่มสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม	
การพัฒนาผลิตภัณฑ์ไอศกรีมมังสวิรัติจากนมถั่วเหลือง [10942] ณรัชชอร์ ช่างสี พรณดาว เอี่ยมสำอาง พิมพ์มาดา สุขประเสริฐ ม่านฟ้า สินเจริญ วารี กาลศิริศิลป์ และพลอยไพลิน พรีาไนต์	590
การพัฒนาผลิตภัณฑ์คุกกี้จากเห็ด [10954] ธัญชนก นันโต มาริษา นิมประดิษฐ์ อาทิตยา วิมลพันธ์ สุตาภัทร ใจหอม พลอยไพลิน พรีาไนต์ และวารี กาลศิริศิลป์	598
การพัฒนาสบู่อกรีนผสมสารสกัดสมุนไพร [10945] ชนัญชิตา สุวรรณคำ กฤษชานนท์ ชูพงษ์ สุรธีร์ มีแก้ว ปวริศ คุณสมบัติ ฌภา วาดเขียน และ ปิยนันท์ พรประสิทธิ์	609
สารเคลือบผิวจากพืชธรรมชาติที่สามารถยืดอายุการเก็บรักษาผลมะเขือเทศ [10948] วิริญญา กลิ่นสุคนธ์ นุชพนิต ธรสินธุ์ ภูวณศ มั่นสน ภูมิภัทร นามพันธ์ ธนาบุญณ์ นวนพรัตน์สกุล แทนคุณ แสงวัฒนรัตน์ จิตรลัดดา มะลัยทอง และ Maria Lourdes Bacong Magpantay	615

สารบัญ

	หน้า
พัฒนาผลิตภัณฑ์ใส่กรอกเส้นจันท์ผัดปู [11152]	623
วรรณศิริ หิรัญเกิด บุณยทริกา สุมะนา และ รุ่งโรจน์ ตั๊กกลาง	
การใช้ประโยชน์จากของเหลือทิ้งในชุมชนตามรูปแบบชีวิตวิถีใหม่ขยะโฟม [10931]	624
สังเวย เสวกวิหารี อุดมเดชา พลเยี่ยม ธนาพร บุญชู และนิภาพร ปัญญา	
การติดตามตรวจสอบปริมาณฝุ่นละอองรวม (TSP) บริเวณโรงเรียนในเขตเทศบาลนครตรัง [11042]	627
นุชนาฏ นิลอ ฌานิกา แซ่แง ชุกลิน เอนก สวาทอินทร์ กัตตินาฏ สกุตสวัสดิพันธ์ และกิตติกร ชันแก้ว	
เปรียบเทียบประสิทธิภาพการหมักจากขยะอินทรีย์ในครัวเรือนที่มีพื้นที่จำกัด [11054]	636
นฤเบศ ทองสุด บุญจรงค์ จิวตัน และ พงศธร ทองย่อย	
การวิจัยและพัฒนาสื่อเทคโนโลยีสีเขียวกับระบบสารสนเทศเพื่อการอนุรักษ์ทรัพยากรสิ่งแวดล้อม	642
ในรูปแบบของเทคโนโลยีจักรวาลนฤมิต [10998]	
นิภาพร ปัญญา อุดมเดชา พลเยี่ยม ภัสสร สิงหธรรม ดวงฤทัย นิคมรัฐ และ สังเวย เสวกวิหารี	
Session 7: กลุ่มสาขาวิทยาศาสตร์สุขภาพและวิทยาศาสตร์การแพทย์	
การค้นหายาต้านมะเร็งเอนไซม์แอลฟาไกลูโคซิเดสจากดอกตูมของต้นตะแบกนา [11118]	653
ปวิษฐา แก้ววิเศษ ทิพย์สุคนธ์ ขวางกระโทก ฌัฐวดี สุไชยชิต และณัชชา สุไชยชิต	
การพัฒนาเทคนิครามานสเปกโตรสโคปีเพื่องานตรวจวินิจฉัยทางสัตวแพทย์: ทดสอบเบื้องต้นในสุนัขป่วยด้วยโรคไต	654
[11162]	
ดลฤทัย ศรีทะ กนกนภัส กลิ่นภักดี นริรัตน์ สุวงสุวรรณ อนุสรณ์ คณิงทอง และ ศิริลักษณ์ มีสุวรรณ	
Session 8: กลุ่มงานประจำสู่งานวิจัย	
ผลของสภาวะการเก็บรักษาต่อคุณภาพของใส่กรอกปลาตุก [11016]	658
ทองมี เหมาะสม	
หลักสูตรฝึกอบรมระยะสั้นและสื่อเพื่อการเรียนรู้ สำหรับบุคลากร นักศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร	665
และประชาชนทั่วไป [10925]	
ดวงฤทัย แก้วคำ หนึ่งฤทัย แก้วคำ เรณู วงศ์ลังกา และ นิพล คำพันธุ์	
การศึกษาเทคนิคการเขียนผลงานวิจัยเพื่อการตีพิมพ์ระดับชาติ [10996]	675
พรทิพย์ ผึ้งแก้ว และอำพรพรณ ผึ้งแก้ว	
การวิเคราะห์งบประมาณเงินรายได้ (ระดับปริญญาตรี) คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล	683
ธัญบุรี ปีงบประมาณ 2561-2564 [10997]	
อำพรพรณ ผึ้งแก้ว และพรทิพย์ ผึ้งแก้ว	
ปัจจัยที่ส่งผลต่อการมีส่วนร่วมในการประกันคุณภาพการศึกษาของบุคลากร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัย	693
เทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี [11018]	
กรรณา ตั้งฤทัยวรรณ	
การใช้โปรแกรมฝึกอบรมเพื่อพัฒนาความรู้และสร้างทักษะการคัดแยกขยะ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา	700
ตอนปลาย [11060]	
บุญจรงค์ จิวตัน นฤเบศ ทองสุด นุชนาฏ นิลอ และ กนกรัตน์ รัตนพันธุ์	
ผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาบทความ	706

กำหนดการ
การประชุมวิชาการระดับชาติมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 13
การประชุมวิชาการระดับนานาชาติมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 12
และการประกวดสิ่งประดิษฐ์และนวัตกรรมราชมงคล ครั้งที่ 5
The 13th Rajamangala University of Technology National Conference (13th RMUTNC)
The 12th Rajamangala University of Technology International Conference (12th RMUTIC)
and 5th RMUT Innovation Awards
ระหว่างวันที่ 30 สิงหาคม 2566 - 1 กันยายน 2566
ณ ศูนย์ประชุมนงนุชเทรดดิชันเซ็นเตอร์ฮอลล์ (Nongnooch Tradition Center Hall)
สวนนงนุชพัทยา ตำบลนาจอมเทียน อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี

เวลา	รายละเอียด	สถานที่
วันที่ 29 สิงหาคม 2566		
16.00-20.00 น.	ลงทะเบียนเข้าพื้นที่ นักวิจัย/ผู้ส่งผลงานเข้าประกวด เพื่อติดตั้งโปสเตอร์ / สิ่งประดิษฐ์ / นวัตกรรม / Start Up / นิทรรศการ	Hall 2
วันที่ 30 สิงหาคม 2566		
08.00 - 08.30 น.	ลงทะเบียนเข้าร่วมงาน	Hall 1
08.30 - 09.10 น.	ชมการแสดงและวีดิทัศน์	
09.10 - 10.10 น.	<p style="text-align: center;">พิธีเปิดการประชุม</p> <ul style="list-style-type: none"> - กล่าวต้อนรับ โดย นายสุนทร มუნาวาเราะ นายอำเภอสัตหีบ - กล่าวรายงาน โดย รองศาสตราจารย์ ดร.ฤกษ์ชัย พุประทีปศิริ อธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก - ประธานกล่าวเปิดงาน และปาฐกถาพิเศษ เรื่อง “การผลักดันนวัตกรรมและเทคโนโลยีเพื่อการพัฒนาประเทศอย่างยั่งยืน” โดย นางสาวสุนีย์ เลิศเพียรธรรม หัวหน้าผู้ตรวจราชการ กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม - พิธีมอบโล่และของที่ระลึกแก่หน่วยงานสนับสนุนและเจ้าภาพร่วม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล 8 แห่ง และหน่วยงานที่ให้การสนับสนุน การจัดประชุมวิชาการ ตามลำดับ 	
10.10 - 10.40 น.	บรรยายพิเศษ “Innovation and Sustainable for Architecture and Engineering” โดย ศาสตราจารย์ ดร.สุนทร บุญญาธิการ ประธานคณะกรรมการปฏิบัติหน้าที่สภามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ตะวันออก	
10.40 - 11.00 น.	พักรับประทานอาหารว่างและเครื่องดื่ม	
11.00 - 11.30 น.	บรรยายพิเศษ “ปศุสัตว์อินทรีย์ BCG model มุ่งสู่เศรษฐกิจที่ยั่งยืน” โดย สัตวแพทย์หญิงศุภาภรณ์ เต็มยอด กรมปศุสัตว์	

เวลา	รายละเอียด	สถานที่
11.30 - 12.00 น.	คณะผู้บริหาร ผู้ทรงคุณวุฒิ และแขกผู้มีเกียรติเยี่ยมชมนิทรรศการ ผลงานสิ่งประดิษฐ์ นวัตกรรม และ Start Up	Hall 2
12.00 - 13.00 น.	รับประทานอาหารกลางวัน	Hall 3
13.00 - 16.30 น.	สัมมนาพิเศษ “Innovative Technology for Animal Health” โดย คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก ร่วมกับ สัตวแพทยสมาคม	Hall 1
	นำเสนอบทความภาคบรรยาย (Oral Presentation) ระดับชาติ แยกตามกลุ่มสาขา	ห้องประชุม A1-C2 ชั้น 2
	เยี่ยมชมนิทรรศการแสดงผลงานต่างๆ การแสดงผลงานภาคโปสเตอร์ระดับชาติ ผลงานสิ่งประดิษฐ์ ผลงานนวัตกรรม ผลงาน Start Up นิทรรศการกลาง ผลงานวิจัยที่โดดเด่น (9RMUT) นิทรรศการของ 9 ราชชมงคล รวมทั้งนิทรรศการ ของหน่วยงานสนับสนุน	Hall 2
	การแสดงผลงานภาคโปสเตอร์ (Poster Presentation) ระดับนานาชาติ	บริเวณหน้าห้อง ประชุม A1 ชั้น 2
13.00 - 13.30 น.	บรรยายพิเศษ “Maximizing Photosynthesis to Regenerate Agriculture, Climate and Biodiversity” โดย Prof. Dr. André Leu Regeneration International, Queensland, Australia	ห้องประชุม A1 ชั้น 2
13.30 - 14.00 น.	บรรยายพิเศษ “Nanomaterials for optical energy harvesting and management” โดย ศาสตราจารย์ ดร.วิษณุ เพชรภา วิทยาลัยนาโนพระจอมเกล้าลาดกระบัง สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	ห้องประชุม A1 ชั้น 2
	นำเสนอบทความภาคบรรยาย (Oral Presentation) ระดับนานาชาติ แยกตามกลุ่มสาขา	
13.30 - 16.00 น.	การประชุมคณะกรรมการอธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล (ทปอ.มทร.) ครั้งที่ 6/2566	ห้องประชุมบ้าน 9 วัฒนธรรม
15.00 - 17.00 น.	การประชุมคณะกรรมการฝ่ายวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล 9 แห่ง และผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล 9 แห่ง	ห้องประชุม B ชั้น 2
18.00 - 22.00 น.	- ร่วมรับประทานอาหารเย็นและงานเลี้ยงรับรอง (Theme: Old Fashioned Party Night & Jeans) - พิธีมอบธงเจ้าภาพจัดการประชุมวิชาการครั้งต่อไป - รับชมการแสดงจากเจ้าภาพและเจ้าภาพปีถัดไป	ห้องประชุม LIDO

เวลา	รายละเอียด	สถานที่
วันที่ 31 สิงหาคม 2566		
08.30 - 17.00 น.	นำเสนอบทความภาคบรรยาย (Oral Presentation) ระดับชาติและนานาชาติ แยกตามกลุ่มสาขา (ต่อ)	ห้องประชุม A1-C2 ชั้น 2
	นำเสนอบทความภาคโปสเตอร์ (Poster Presentation) ระดับนานาชาติ	ห้องประชุม A1 ชั้น 2
	นำเสนอบทความภาคโปสเตอร์ (Poster Presentation) ระดับชาติ แยกตามกลุ่มสาขา	Hall 2
	นำเสนอผลงานการประกวดผลงานสิ่งประดิษฐ์ นวัตกรรม แยกตามกลุ่มสาขา	Hall 2
09.00 - 15.00 น.	นำเสนอผลงานการประกวด RMUT Start Up Awards ตามลำดับ	Hall 1
วันที่ 1 กันยายน 2566		
08.30 - 12.00 น.	ชมนิทรรศการแสดงผลงานทางวิชาการ ผลงานสิ่งประดิษฐ์และนวัตกรรม ผลงาน Start Up Awards การนำเสนอผลงานภาคโปสเตอร์ ระดับชาติ (ต่อ)	Hall 2
09.00 - 11.00 น.	พิธีลงนามบันทึกข้อตกลงความร่วมมือ ระหว่างสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลทั้ง 9 แห่ง	ห้องประชุม A1 ชั้น 2
13.30 - 16.00 น.	พิธีปิดการประชุม - ประมวลภาพกิจกรรม - พิธีมอบรางวัล : <ul style="list-style-type: none"> ● การนำเสนอผลงานภาคบรรยาย และภาคโปสเตอร์ ● ผลการประกวดสิ่งประดิษฐ์ และการประกวดนวัตกรรม ● RMUT Start Up Awards ● นักวิจัยราชมงคลตะวันออกดีเด่น - กล่าวปิดการประชุม โดย รองศาสตราจารย์ ดร.ฤกษ์ชัย พุประทีปศิริ อธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก	Hall 1
กิจกรรมพิเศษ เยี่ยมชมบรรยากาศภายในสวนนงนุชพัทยา 1 รอบ/ท่าน หมายเหตุ: กำหนดการอาจมีการเปลี่ยนแปลงตามความเหมาะสม เวลา 10.40-11.00 น. และ เวลา 14.40-15.00 น. พักรับประทานอาหารว่างและเครื่องดื่ม เวลา 12.00 - 13.00 น. รับประทานอาหารกลางวัน เยี่ยมชมนิทรรศการ ผลงานสิ่งประดิษฐ์ นวัตกรรม และ Start Up ณ Hall 2 ได้ตลอดงาน เวลา 16.00-18.00 น. เก็บโปสเตอร์ รื้อถอนและจัดเก็บบูธแสดงผลสิ่งประดิษฐ์และนวัตกรรม บูธนิทรรศการและประกวด		

กำหนดการนำเสนอระดับชาติ: ภาควิชาบรรยาย (Oral Presentations)

วันที่ 30 สิงหาคม 2566

ห้องประชุม A2 ชั้น 2

เวลา	ลำดับนำเสนอ	เรื่อง
Session 1: กลุ่มสาขาวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี		
13.00 - 13.20 น.	A2-1-1	อิฐบล็อกจากเส้นใยผักตบชวาผสมขานอ้อยเพื่อทดแทนทรายในส่วนผสม [10928] ลาวัลย์ ชันเกษตร
13.20 - 13.40 น.	A2-1-2	การศึกษาอิฐบล็อกประสานผสมน้ำยางพาราเสริมกำลังด้วยเส้นใยทะเลลายปาล์ม เพื่อนำมาใช้งานด้านการก่อสร้าง [10930] พีระพงษ์ เพ็ชรพันธ์
13.40 - 14.00 น.	A2-1-3	การสำรวจความพึงพอใจกับประชาชนเรื่องการก่อสร้าง โครงการรถไฟฟ้าส่วนต่อขยาย สายสีเหลือง ช่วงแยกรัชดาฯ-ลาดพร้าว ถึงแยกรัชโยธิน ด้วยเทคโนโลยี AUGMENTED REALITY (AR) [10993] ธนบดี บัตรดอน
14.00 - 14.20 น.	A2-1-4	การทดสอบประสิทธิภาพของอพอลิเมอร์เสริมเส้นใยแก้ว (GFRP) ตามมาตรฐาน ACI 440.3R-12 [11053] พรหมพัทธ์ บุญรักษา
14.20 - 14.40 น.	A2-1-5	การพัฒนากำลังอัดแกนเดี่ยวของดินลูกรังที่ไม่ผ่านมาตรฐานปรับปรุงด้วย เถ้าลอยขยะเทศบาล จีโอโพลิเมอร์ [11108] เชิดศักดิ์ สุขศิริพัฒน์พงศ์
14.40 - 15.00 น.	พักรับประทานอาหารว่าง	
15.00 - 15.20 น.	A2-1-6	การศึกษาสิ่งปลูกสร้างชั่วคราวในงานก่อสร้างอาคารสำนักงานของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โครงการหมอน 33 [11099] นครินทร์ ลายี
15.20 - 15.40 น.	A2-1-7	คุณสมบัติเชิงกลของคอนกรีตมวลเบาที่ใช้โฟมโพลีสไตรีนรีไซเคิลเป็นมวลรวม [11142] รัฐพล สมณา
15.40 - 16.00 น.	A2-1-8	การวิเคราะห์ฐานรากแบบตื้นโดยวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ [11151] นคร ศรีแก้ว
16.00 - 16.30 น.	มอบเกียรติบัตรผู้นำเสนอ	
หมายเหตุ: กำหนดการอาจมีการเปลี่ยนแปลงตามความเหมาะสม เวลา 14.40 -15.00 น. พักรับประทานอาหารว่างและเครื่องดื่ม		

ห้องประชุม B ชั้น 2

เวลา	ลำดับนำเสนอ	เรื่อง
Session 1: กลุ่มสาขาสถาปัตยกรรมศาสตร์ ศิลปกรรม และงานสร้างสรรค์		
13.00 - 13.20 น.	B-1-1	บ้านสไตล์นอร์ดิกคืออะไร เหมาะสมหรือไม่กับเมืองไทย [11057] ศศิธร ศรีเฟื่องฟู
13.20 - 13.40 น.	B-1-2	นวัตกรรมการสร้างสรรค์ความสบายด้วยระบบธรรมชาติ [11083] สุธีวัน โล่ห์สุวรรณ
13.40 - 14.00 น.	B-1-3	การออกแบบเครื่องแขวนไทยด้วยเทคนิคเลโก้เพื่อส่งเสริมทักษะทางสังคม (Soft Skills) ด้านความคิดสร้างสรรค์ [11076] สุชีรา ผ่องใส
14.00 - 14.20 น.	B-1-4	การออกแบบระบบการก่อสร้างแบบบูรณาการโดยคำนึงถึงภาพรวมทั้งหมด [11073] อนงค์ศิริ เสาร์แก้ว
14.20 - 14.40 น.	มอบเกียรติบัตรผู้นำเสนอ	
14.40 - 15.00 น.	พักรับประทานอาหารว่าง	
หมายเหตุ: กำหนดการอาจมีการเปลี่ยนแปลงตามความเหมาะสม เวลา 14.40 -15.00 น. พักรับประทานอาหารว่างและเครื่องดื่ม		



ห้องประชุม C1 ชั้น 2

เวลา	ลำดับนำเสนอ	เรื่อง
Session 1: กลุ่มสาขาวิทยาศาสตร์และสิ่งแวดล้อม		
13.00 - 13.20 น.	C1-1-1	การสร้างมูลค่าวัสดุเศษเหลือจากการแปรรูปของชุมชนเพื่อสนับสนุนผลิตภัณฑ์ [11115] สุพัตรา เฟ็งเกลี้ยง
13.20 - 13.40 น.	C1-1-2	การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวจากกุ้งเหยียด [11131] รุ่งโรจน์ ตับกลาง
13.40 - 14.00 น.	C1-1-3	การพัฒนาผลิตภัณฑ์กัมมี่จากข้าวกำบางพระ [11121] พัชนี บุญธกานนท์
14.00 - 14.20 น.	C1-1-4	คุณลักษณะของธัญพืชชนิดแห้งเสริมโปรตีนจากจิ้งหรีดผง [11129] สุรีย์พร บุญนา
14.20 - 14.40 น.	C1-1-5	คุณสมบัติการยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสของสารสกัดเปลือกเงาะแห้ง 3 สายพันธุ์ในจังหวัดจันทบุรี เพื่อใช้ในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง [11139] สรลรัตน์ พ่วงบริสุทธิ์
14.40 - 15.00 น.	พักรับประทานอาหารว่าง	
15.00 - 15.20 น.	C1-1-6	ผลของไนตริกออกไซด์ต่อการยืดอายุการเก็บรักษาของมะม่วงน้ำดอกไม้ตัดแต่งพร้อมบริโภค [11154] กฤษณ์ สงวนพวก
15.20 - 15.40 น.	C1-1-7	ผลของบรรจุภัณฑ์ต่อคุณภาพและการยืดอายุการเก็บรักษาผักกูดบริโภคสด [11155] กฤษณ์ สงวนพวก
15.40 - 16.00 น.	C1-1-8	การวิเคราะห์คุณภาพอากาศภายในอาคาร โดยการตรวจนับปริมาณแบคทีเรียและเชื้อราในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก จ.ชลบุรี [11065] จินตนา เพชรมณีโชติ
16.00 - 16.20 น.	C1-1-9	การพัฒนาพริกเกลือ ผงโรยข้าวต้นตำรับไทย [11026] ปภากร ศรีสอน
16.20 - 16.40 น.	มอบเกียรติบัตรผู้นำเสนอ	
หมายเหตุ: กำหนดการอาจมีการเปลี่ยนแปลงตามความเหมาะสม เวลา 14.40 -15.00 น. พักรับประทานอาหารว่างและเครื่องดื่ม		

ห้องประชุม C2 ชั้น 2

เวลา	ลำดับนำเสนอ	เรื่อง
Session 1: กลุ่มสาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์		
13.00 - 13.20 น.	C2-1-1	วิถีชุมชนและภูมิปัญญาท้องถิ่นเพื่อการอนุรักษ์ของตำบลเกาะสุกร อำเภอปะเหลียน จังหวัดตรัง [11124] สุดคนึง ณ ระนอง
13.20 - 13.40 น.	C2-1-2	การถอดบทเรียนการพัฒนาความเข้มแข็งของชุมชนประมงพื้นบ้าน [11005] ณัชชานุช พิชิตธนารัตน์ (พุ่มทอง)
13.40 - 14.00 น.	C2-1-3	การใช้ประโยชน์จากอัตลักษณ์ทางวัฒนธรรมสู่การสร้างสรรคเป็นผลิตภัณฑ์ของที่ระลึกเชิงการท่องเที่ยวตามแนวคิดเศรษฐกิจหมุนเวียน โดยชุมชนผู้สูงอายุบ้านหนองขาว อำเภอกำม่วง จังหวัดกาญจนบุรี [11050] ธานี สุคนระชาติ
14.00 - 14.20 น.	C2-1-4	ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการบริหารงานตามหลักธรรมาภิบาลขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ในจังหวัดระยอง [11105] นรรธพงศ์ ไคร์เครือ
14.20 - 14.40 น.	C2-1-5	การศึกษาเส้นทาง และกิจกรรมการท่องเที่ยวด้วยผลิตภัณฑ์ทางการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพที่มีความโดดเด่นในพื้นที่ตำบลโคกขาม อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร [11147] พเยาว์ สายทองสุข
14.40 - 15.00 น.	พักรับประทานอาหารว่าง	
15.00 - 15.20 น.	C2-1-6	ศึกษาคุณลักษณะความโดดเด่นของทรัพยากรการท่องเที่ยวในพื้นที่ตำบลโคกขาม อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร [11148] ชาญณรงค์ ผาดจันทิก
15.20 - 15.40 น.	C2-1-7	การใช้ชุดฝึกทักษะ Liveworksheets สร้างสื่อการเรียนรู้ ในวิชาการบัญชีชั้นกลาง 1 [11051] อำมรรัตน์ คงกะโชติ
15.40 - 16.00 น.	C2-1-8	การผลิตสื่อบอร์ดเกม เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องสัตว์ทะเล [11138] วรัญญา เดชพงษ์
16.00 - 16.30 น.	มอบเกียรติบัตรผู้นำเสนอ	
หมายเหตุ: กำหนดการอาจมีการเปลี่ยนแปลงตามความเหมาะสม เวลา 14.40 -15.00 น. พักรับประทานอาหารว่างและเครื่องดื่ม		



วันที่ 31 สิงหาคม 2566

ห้องประชุม A2 ชั้น 2

เวลา	ลำดับนำเสนอ	เรื่อง
Session 2: กลุ่มสาขาวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี (ต่อ)		
08.30 - 08.50 น.	A2-2-1	การวิเคราะห์ความเสี่ยงในโซ่อุปทานหอยแครง [10936] ศุภยากร สุขแก้ว
08.50 - 09.10 น.	A2-2-2	การวิเคราะห์เปรียบเทียบมาตรฐานอาคารเขียว ระดับ Certified และ Platinum [11030] นพพงศ์ ปกรณ์สมบูรณ์
09.10 - 09.30 น.	A2-2-3	ค่าใช้จ่ายที่เหมาะสมสำหรับระบบการจัดการความปลอดภัยในโครงการก่อสร้างงานอาคารสูง กรณีศึกษาโครงการก่อสร้างศูนย์การแพทย์ โรงพยาบาลธรรมศาสตร์เฉลิมพระเกียรติ [11068] วรเทพ ทันอินทรอาจ
09.30 - 09.50 น.	A2-2-4	การพัฒนาและศึกษาประสิทธิภาพชุดสาธิตระบบผลิตพลังงานแสงอาทิตย์โดยใช้แผ่น PV [10944] นิรันดร์ วัชโรดม
09.50 - 10.10 น.	พักรับประทานอาหารว่าง	
10.10 - 10.30 น.	A2-2-5	การทดสอบประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูง [11000] มานะ วิชางาม
10.30 - 10.50 น.	A2-2-6	ต้นแบบที่อยู่อาศัยที่อยู่ได้ด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ [11058] บุญฤทธิ แพเพเซอร์
10.50 - 11.10 น.	A2-2-7	การประเมินผลมาตรการประหยัดพลังงานและการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของระบบแสงสว่างในอาคารรัตนโกสินทร์เพลส มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ [11125] จิระศักดิ์ พุกดำ
11.10 - 11.30 น.	A2-2-8	การพัฒนาเตาอบไมโครเวฟร่วมลมร้อนสำหรับอบพืชสมุนไพร [11153] ดิเรก บุญธรรม
11.30 - 12.00 น.	มอบเกียรติบัตรผู้นำเสนอ	
12.00 - 13.00 น.	รับประทานอาหารกลางวัน	

เวลา	ลำดับนำเสนอ	เรื่อง
Session 3: กลุ่มสาขาวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี (ต่อ)		
13.00 - 13.20 น.	A2-3-1	ระบบฐานความรู้สำหรับการวินิจฉัยปัญหาการลงทะเบียน [11119] พรคิต อ้นขาว
13.20 - 13.40 น.	A2-3-2	หุ่นยนต์ดูดฝุ่นอัตโนมัติจากวัสดุเหลือใช้ต้นทุนต่ำ [10943] ชีวัน บุญธรรม
13.40 - 14.00 น.	A2-3-3	การออกแบบและสร้างหุ่นยนต์ ABU 2022 “พิชิตวัฏจักรหอคอย สู่ดินแดนภารตะ” [10958] สุประวิทย์ เมืองเจริญ
14.00 - 14.20 น.	A2-3-4	ผลกระทบของทิศทางการวางชิ้นงานต่อความเที่ยงตรงของรูปทรงผิวโค้งอิสระที่เกิดจากการกัดด้วยแขนหุ่นยนต์ [11006] ภาณุภาพ ศรีสม
14.20 - 14.40 น.	A2-3-5	เว็บแอปพลิเคชันแนะนำสถานที่ท่องเที่ยวสำหรับผู้สูงอายุภายใต้สังคมพหุวัฒนธรรม จังหวัดสงขลา [10969] อานนท์ บัวศรี
14.40 - 15.00 น.	พักรับประทานอาหารว่าง	
15.00 - 15.20 น.	A2-3-6	การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันการจองสนามกีฬา [11013] บุรัสกร อยู่สุข
15.20 - 15.40 น.	A2-3-7	การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันสื่อเสมือนจริงภูมิปัญญาเครื่องปั้นดินเผา โบราณ และบริหารจัดการข้อมูลภายใน กรณีศึกษา สถานศิลป์ ประติมากรรมสวนไม้ไทย บ้านพ่อเลี้ยงหมื่น จังหวัดลำพูน [11122] จตุพร ศิลพรชัย
15.40 - 16.00 น.	A2-3-8	การพัฒนาแอปพลิเคชันนำเข้าปริมาณมูลฝอยติดเชื้อ [11126] ยุทธนา ลีลา
16.00 - 16.30 น.	มอบเกียรติบัตรผู้นำเสนอ	
หมายเหตุ: กำหนดการอาจมีการเปลี่ยนแปลงตามความเหมาะสม เวลา 09.50 - 10.10 น. และ เวลา 14.40 -15.00 น. พักรับประทานอาหารว่างและเครื่องดื่ม		

ห้องประชุม B ชั้น 2

เวลา	ลำดับนำเสนอ	เรื่อง
Session 2: กลุ่มสาขาวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี (ต่อ)		
08.30 - 08.50 น.	B-2-1	การวิเคราะห์ความเสถียรและประสิทธิภาพ H-infinity สำหรับระบบที่เป็นกลางพร้อมตัวห้วงเวลาที่แปรผันตามการกระจายและการก่อกวนแบบไม่เชิงเส้น [10987] ภิระพงษ์พัฒน์ สิงห์คิบุตร
08.50 - 09.10 น.	B-2-2	การออกแบบกรอบการทำงานสำหรับระบบอุปกรณ์ไอโอทีด้วยสวิตช์พีซีดีภายนอก [11008] สัญญา สมัยมาก
09.10 - 09.30 น.	B-2-3	การปรับปรุงประสิทธิภาพในการรับงานบริการอุตสาหกรรมด้วยเทคนิค ECRS [11009] พิมพร เทศแก้ว
09.30 - 09.50 น.	B-2-4	การปรับปรุงประสิทธิภาพการตัดเย็บเสื้อผ้าด้วยเทคนิค ECRS [11085] พิมพร เทศแก้ว
09.50 - 10.10 น.	พักรับประทานอาหารว่าง	
10.10 - 10.30 น.	B-2-5	การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อบริหารจัดการการเรียนโรงเรียนสามัคคีอิสลามวิทยาลัยอาเภอกวนกาหลง จังหวัดสตูล [11067] มารีญา ต่อลิ๊ะ
10.30 - 10.50 น.	B-2-6	การวิเคราะห์ข้อมูลการช่วยเหลือด้านทุนการศึกษา สำหรับนักศึกษา ด้วยเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ [11123] นรินทร์ จิวรัตน์
10.50 - 11.10 น.	B-2-7	การจำแนกประเภทของลูกค้าด้วยแบบจำลองต้นไม้เพื่อการตัดสินใจ [11074] รุจิรา จุลภักดี
11.10 - 11.30 น.	B-2-8	ไลน์แชทบอทอัจฉริยะสำหรับไฮโดรโปนิกส์ฟาร์ม [11110] นภัทร ศุภพร
11.30 - 12.00 น.	มอบเกียรติบัตรผู้นำเสนอ	
12.00 - 13.00 น.	รับประทานอาหารกลางวัน	
Session 3: กลุ่มสาขาวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี (ต่อ)		
13.00 - 13.20 น.	B-3-1	การยอมรับเทคโนโลยีเสริมความจริงเสมือนในการก่อสร้าง กรณีศึกษา: ผู้เกี่ยวข้องในงานก่อสร้าง จังหวัดนนทบุรี [11095] พรพรรณ กิจเจริญ

เวลา	ลำดับนำเสนอ	เรื่อง
13.20 - 13.40 น.	B-3-2	การทดสอบประสิทธิภาพเครื่องมือสัญญาณดาวเทียมจีเอ็นเอสเอสที่มีเซนเซอร์ IMU โดยใช้วิธีการรังวัดโครงข่ายดาวเทียมแบบจลน์ในพื้นที่ด้วยมุมมองมากถึง 80 องศา [11130] กฤษย์ธัช อนันตกาลศ์
13.40 - 14.00 น.	B-3-3	การพัฒนาแอปพลิเคชันค้นหาภาพถ่ายบนโทรศัพท์มือถือ ด้วยเทคโนโลยีการตรวจจับวัตถุ [11079] วีรียา สุภานิชย์ และ สุวณีย์ กุลกรนิษฐรม
14.00 - 14.20 น.	B-3-4	การศึกษาหาประสิทธิภาพของเครื่องยี่ลูกตาลสุก [10963] อดิศักดิ์ ไสวอมร
14.20 - 14.40 น.	B-3-5	การออกแบบและพัฒนาเครื่องปอกเปลือกมะพร้าวอ่อน [10995] อดิศักดิ์ ไสวอมร
14.40 - 15.00 น.	พักรับประทานอาหารว่าง	
15.00 - 15.20 น.	B-3-6	เครื่องอบแห้งข้าวเปลือกแบบอินฟราเรดผสมลมร้อนหมุนวน [11028] วิศิษฐ์ ลีลาผาดิกุล
15.20 - 15.40 น.	B-3-7	การเปรียบเทียบความสามารถในการต้านทานการสีกรของดอกกัทที่สลัดด้วยสารเคลือบพื้นฐานไทเทเนียม [11156] ภาณุเดช แสงสีดา
15.40 - 16.00 น.	B-3-8	การปรับปรุงประสิทธิภาพของระบบการจับเก็บเครื่องมือตัดฉลากผลิตภัณฑ์ [11157] เอกชัย รอดพิสา
16.00 - 16.40 น.	มอบเกียรติบัตรผู้นำเสนอ	
หมายเหตุ: กำหนดการอาจมีการเปลี่ยนแปลงตามความเหมาะสม เวลา 09.50 - 10.10 น. และ เวลา 14.40 -15.00 น. พักรับประทานอาหารว่างและเครื่องดื่ม		

ห้องประชุม C1 ชั้น 2

เวลา	ลำดับนำเสนอ	เรื่อง
Session 2: กลุ่มสาขาวิทยาศาสตร์และสิ่งแวดล้อม (ต่อ)		
08.30 - 08.50 น.	C1-2-1	การปรุงแต่งสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมกับภูมิอากาศเขตร้อนชื้น [11075] ศศิธร ศรีเฟื่องฟูง
08.50 - 09.10 น.	C1-2-2	การประเมินความเสี่ยง แนวโน้มการเคลื่อนที่และสะสมตัวของมลพิษฝุ่นควันทางอากาศที่มีขนาดอนุภาค 2.5 ไมครอนจากอิทธิพลของความรุนแรงและทิศทางกระแสลมในพื้นที่กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย [11001] อัฒม์ อรรถเศรษฐ์

เวลา	ลำดับนำเสนอ	เรื่อง
09.10 - 09.30 น.	C1-2-3	การตกแต่งสารให้ความเย็นบนพื้นผ้าสำหรับการลดอุณหภูมิชุดโอกาสพิเศษจากเสื้อผ้าเหลือใช้ [11056] กฤษฎา ประยงค์
09.30 - 09.50 น.	C1-2-4	การทำงานพร้อมกันเชิงภาพฉายของโครงข่ายประสาทเทียมพลวัตที่มีตัวหน่วงแปรผันตามเวลาโดยการควบคุมปรับค่าได้ [11017] ณรงค์ศักดิ์ โยธา
09.50 - 10.10 น.	พักรับประทานอาหารว่าง	
10.10 - 10.30 น.	C1-2-5	ทฤษฎีเสถียรภาพแบบเชิงเส้นกำกับสำหรับระบบอนุพันธ์เชิงเศษส่วนแบบคอนฟอร์มเมเบิลที่มีตัวหน่วงแบบค่าคงที่และตัวก่อกวนไม่เชิงเส้น [11034] วัชรินทร์ชาติบุปผาพันธ์
10.30 - 10.50 น.	C1-2-6	การวิเคราะห์ความเสถียรภาพเชิงเส้นกำกับของระบบอนุพันธ์เชิงเศษส่วนรีมันน์-ลีอูวีลล์โครงข่ายประสาทที่มีตัวหน่วงเวลาเป็นค่าคงที่ [11035] สุนิสา เลื่อมใส
10.50 - 11.10 น.	C1-2-7	การวัดแรงตึงผิวของของเหลวด้วยวิธีการยกตัวของสารในหลอดคาปิลลารีสำหรับวิชาปฏิบัติการเคมีเชิงฟิสิกส์ด้วยชุดอุปกรณ์อย่างง่าย [11134] พรสวรรค์ อมรศักดิ์ชัย
11.10 - 11.30 น.	C1-2-8	การศึกษาคุณภาพน้ำแหล่งน้ำผิวดินเพื่อใช้ในการอุปโภค บริโภค รวมถึงการใช้น้ำทางการเกษตร [11104] ชานนท์ บุญมีพิพิธ
11.30 - 11.50 น.	C1-2-9	การวิเคราะห์ความสมนัยของผลการเรียนเฉลี่ยสะสมกับอายุ สัญชาติ สาขาวิชา และคณะ ที่จบการศึกษาของนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษาที่จบในปีการศึกษา 2560-2565 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก [10927] ปราโมทย์ พรสุริยา
11.50 - 12.00 น.	มอบเกียรติบัตรผู้นำเสนอ	
12.00 - 13.00 น.	รับประทานอาหารกลางวัน	
Session 3: กลุ่มสาขาเกษตรศาสตร์ สาขาวิทยาศาสตร์สุขภาพและวิทยาศาสตร์การแพทย์ และงานประจำสู่งานวิจัย		
สาขาเกษตรศาสตร์		
13.00 - 13.20 น.	C1-3-1	การทดสอบผลผลิตถั่วฝักยาวสายพันธุ์ทนแล้ง 2 สายพันธุ์ในสภาพการใส่ปุ๋ยต่างกัน ใน 2 ฤดูปลูก [11049] รังสิยา แก้ววิเชียร
13.20 - 13.40 น.	C1-3-2	การเพิ่มประสิทธิภาพการขยายพันธุ์ขมิ้นชันสายพันธุ์ตรัง 1 ในหลอดทดลอง [11064] สกุลรัตน์ หาญศึก

เวลา	ลำดับนำเสนอ	เรื่อง
สาขาวิทยาศาสตร์สุขภาพและวิทยาศาสตร์การแพทย์		
13.40 - 14.00 น.	C1-3-3	ประสิทธิภาพการใช้สารสกัดจากใบขี้เหล็กในการรักษาแผลแบบ Excision ในหนูเม้าส์ [10970] คมปกร ตาณะสุด
14.00 - 14.20 น.	C1-3-4	การดูแลสุขภาพแนวใหม่ของผู้ป่วยสูงอายุโรคไม่ติดต่อเรื้อรังด้วยหลัก 4 อ. (อาหาร ออกกำลังกาย อารมณ์ และ เอาพิษออก) [11091] ธวัชชัย เอกสันติ
14.20 - 14.40 น.	C1-3-5	การพัฒนารูปแบบการออกกำลังกายที่บ้านแบบชีวิตวิถีใหม่ สำหรับพนักงานโรงงานอุตสาหกรรมในพื้นที่เขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก [10962] ณรงค์ฤทธิ์ นิ่มมาก
14.40 - 15.00 น.	พักรับประทานอาหารว่าง	
งานประจำสู่งานวิจัย		
15.00 - 15.20 น.	C1-3-6	ปัจจัยที่ส่งผลต่อการตีพิมพ์เผยแพร่ในระดับชาติ และนานาชาติของ คณาจารย์และนักวิจัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร [10976] ชุตินา ชาศะรัตน์
15.20 - 15.40 น.	C1-3-7	การวิเคราะห์ปัญหาและแนวทางการแก้ไขปัญหาดตะเบียนทรัพย์สินทางปัญญา ประเภทสิทธิบัตร อนุสิทธิบัตร ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร [11039] วัชรภรณ์ ชัยวรรณ
15.40 - 16.00 น.	C1-3-8	ปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกเข้าศึกษาต่อระดับบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปีการศึกษา 2565 [11112] เจริญศรี วุฒทกุล ศิริวรรณ ฉายสิริ
16.00 - 16.20 น.	C1-3-9	ระบบบริหารจัดการฐานข้อมูลนักศึกษา [11127] เบญจมาศ สุวรรณทัต
16.20 - 16.40 น.	มอบเกียรติบัตรผู้นำเสนอ	
หมายเหตุ: กำหนดการอาจมีการเปลี่ยนแปลงตามความเหมาะสม เวลา 09.50 - 10.10 น. และ เวลา 14.40 -15.00 น. พักรับประทานอาหารว่างและเครื่องดื่ม		

ห้องประชุม C2 ชั้น 2

เวลา	ลำดับนำเสนอ	เรื่อง
Session 2: กลุ่มสาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ และสาขาบริหารธุรกิจและเศรษฐศาสตร์ (ต่อ)		
08.30 - 08.50 น.	C2-2-1	การบริหารงานบุคคลของผู้บริหารสถานศึกษาที่ส่งผลต่อการดำเนินงานตามมาตรฐานการจัดการอาชีวศึกษาของสถานศึกษา สังกัดอาชีวศึกษาจังหวัดลพบุรี [10994] วรรณศิกาญจน์ ทองใส
08.50 - 09.10 น.	C2-2-2	การวิเคราะห์นโยบายการศึกษาของชาติเพื่อสังเคราะห์แนวคิดหลักสูตรวิชาภาษาญี่ปุ่น [11136] เสกสรร จันทระจำนง
09.10 - 09.30 น.	C2-2-3	พิพธิภัณฑ์ความจริงเสมือนในสถานการณ์โควิด-19 [11143] ดลพร ศรีฟ้า
09.30 - 09.50 น.	C2-2-4	การบริการสู่ความเป็นเลิศยุค New Normal ของสำนักส่งเสริมวิชาการและงานทะเบียน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก [11140] วรัญญา เดชพงษ์
09.50 - 10.10 น.	พักรับประทานอาหารว่าง	
10.10 - 10.30 น.	C2-2-5	ลักษณะและสมบัติทางกายภาพของผ้าที่เหมาะสมสำหรับการออกแบบหมวกทหารก [11038] ชนัญชิตา ณะสม
10.30 - 10.50 น.	C2-2-6	การศึกษาพฤติกรรมในชีวิตประจำวันของนักศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล อีสาน วิทยาเขตขอนแก่น ต่อการเกิดคาร์บอนฟุตพริ้น [10952] อรพิญญ์ เรืองแท้
10.50 - 11.10 น.	C2-2-7	ปัญหาการปรับตัวของนักศึกษาชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย [10966] นนลชรร ดำเป็นไฟ
11.10 - 11.30 น.	C2-2-8	การออกแบบบรรจุภัณฑ์ที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมจากวัสดุธรรมชาติ สำหรับผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร [10939] สุนิตา แก้วพรม
11.30 - 11.50 น.	C2-2-9	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการสื่อสารภาษาอังกฤษของนักศึกษา คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยในกลุ่มรัตนโกสินทร์ [11159] ธนาภณ รัชตกุลพัฒน์
11.50 - 12.00 น.	มอบเกียรติบัตรผู้นำเสนอ	
12.00 - 13.00 น.	รับประทานอาหารกลางวัน	

เวลา	ลำดับนำเสนอ	เรื่อง
Session 3: กลุ่มสาขาบริหารธุรกิจและเศรษฐศาสตร์		
13.00 - 13.20 น.	C2-3-1	กลยุทธ์การตลาดของสหกรณ์การเกษตรเขาคิชฌกูฏ จำกัด [10973] ปรียากร บานชื่น
13.20 - 13.40 น.	C2-3-2	กลยุทธ์การตลาดของวิสาหกิจชุมชนแม่พญาทองคำ [10989] เจตน์จรรย์ อาจไรสง
13.40 - 14.00 น.	C2-3-3	การเรียนออนไลน์ในยุคโควิด: หลักสูตรการตลาดท่องเที่ยวอย่างรับผิดชอบ [11078] กัลยา สว่างคง และ กุญชร เจือดี
14.00 - 14.20 น.	C2-3-4	การพัฒนาแพลตฟอร์มสารสนเทศเพื่อบริหารจัดการบริษัททัวร์ กรณีศึกษา บริษัท เอ็มเซินตี้ ทราเวล เชียงใหม่ จำกัด [11114] ธีรภาพ แสงศรี
14.20 - 14.40 น.	C2-3-5	ปัจจัยที่ส่งผลต่อการยอมรับพนักงานสายการบินที่มีความหลากหลายทางเพศ ในประเทศไทย [11101] สมพงษ์ อัครวิริยธิต
14.40 - 15.00 น.	พักรับประทานอาหารว่าง	
15.00 - 15.20 น.	C2-3-6	การรับรู้ของผู้โดยสารที่มีต่อมาตรการการป้องกันการแพร่ระบาด ในช่วงโควิด 19 ในท่าอากาศยานนานาชาติอุตะเถา ระยอง - พัทยา [11103] รชตธรรมรงค์ พชรมนต์ชัย
15.20 - 15.40 น.	C2-3-7	ปัจจัยที่ส่งผลต่อด้านความปลอดภัยของพนักงานส่วนบริการเขตการบิน บริษัท ท่าอากาศยานไทย จำกัด (มหาชน) ฝ่ายปฏิบัติการเขตการบิน ณ ท่าอากาศยานดอนเมือง [11113] พัฒนะ ธนกฤตพุดิเมธ
15.40 - 16.00 น.	C2-3-8	การพัฒนาคุณภาพการบริการโลจิสติกส์ของผู้ให้บริการด้านโลจิสติกส์ ในบริบทภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย [11144] ธัญนาฏ ญาณพิบูลย์
16.00 - 16.20 น.	มอบเกียรติบัตรผู้นำเสนอ	
หมายเหตุ: กำหนดการอาจมีการเปลี่ยนแปลงตามความเหมาะสม เวลา 09.50 - 10.10 น. และ เวลา 14.40 -15.00 น. พักรับประทานอาหารว่างและเครื่องดื่ม		



กำหนดการนำเสนอระดับชาติ: ภาควิชา (Poster Presentations)

วันที่ 31 สิงหาคม 2566

สถานที่: Hall 2 ชั้น 1

เวลา	รายละเอียด
08.30 - 09.00 น.	ประชุมคณะกรรมการพิจารณาผลงาน
10.30 - 12.00 น.	นำเสนอบทความภาคโปสเตอร์ (Poster Presentation) ตามลำดับแยกสาขา - Session 2 สาขาเกษตรศาสตร์ ลำดับที่ P1-P8 ผู้นำเสนอประจำโปสเตอร์ของตนเอง
12.00 - 13.00 น.	พักรับประทานอาหารกลางวัน
13.00 - 17.00 น.	นำเสนอบทความภาคโปสเตอร์ (Poster Presentation) ตามลำดับแยกสาขา (ต่อ) - Session 1 สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ ลำดับที่ P61-P66 - Session 1 สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ (ต่อ) ลำดับที่ P75-P80 - Session 2 สาขาเกษตรศาสตร์ (ต่อ) ลำดับที่ P9-P27 - Session 3 สาขาวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี ลำดับที่ P47-P54 - Session 3 สาขาวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี (ต่อ) ลำดับที่ P67-P74 - Session 4 สาขาสถาปัตยกรรมศาสตร์ ศิลปกรรมและงานสร้างสรรค์ ลำดับที่ P41-P46 - Session 4 สาขาสถาปัตยกรรมศาสตร์ ศิลปกรรมและงานสร้างสรรค์ (ต่อ) ลำดับที่ P55-P60 - Session 5 สาขาบริหารธุรกิจและเศรษฐศาสตร์ ลำดับที่ P84-P86 - Session 6 สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม ลำดับที่ P31-P40 - Session 7 สาขาวิทยาศาสตร์สุขภาพและวิทยาศาสตร์การแพทย์ ลำดับที่ P28-P30 - Session 8 งานประจำสู่งานวิจัย ลำดับที่ P87-92 ผู้นำเสนอประจำโปสเตอร์ของตนเอง
17.00 - 17.30 น.	มอบเกียรติบัตรผู้นำเสนอ
<p>หมายเหตุ: กำหนดการอาจมีการเปลี่ยนแปลงตามความเหมาะสม เวลา 09.50 - 10.10 น. และ เวลา 14.40 - 15.00 น. พักรับประทานอาหารว่างและเครื่องดื่ม</p>	

ลำดับการนำเสนอ:

Poster No.	เรื่อง	ผู้นำเสนอ
Session 1: กลุ่มสาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์		
P61	พฤติกรรมการเปิดรับสารสนเทศทางสื่อออนไลน์ของนักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร [10918]	อังคณา แวซอเหาะ
P62	การจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการโดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการสืบเสาะความรู้แบบ DISIDA สำหรับการเรียนรู้ด้านเทคโนโลยีหุ่นยนต์เคลื่อนที่ด้วยระบบบลูทูธ [10923]	วิฑูรย์ โคตรมณี
P63	การสร้างสรรค์และผลิตสื่ออินโฟกราฟิกภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหว [10934]	อุไรวรรณ ชาญชลยุทธ

Poster No.	เรื่อง	ผู้นำเสนอ
P64	ผลการจัดการเรียนรู้เชิงรุกแบบทำงานเป็นทีมต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีพ เพื่อพัฒนาการเรียนรู้ของนักศึกษาวิชาชีพครู [10986]	อัมภาภรณ์ พีรวิชกุล
P65	พฤติกรรม的开รับความพึงพอใจและการนำไปใช้ประโยชน์ของผู้ชมรายการ ท่องเที่ยวผ่านยูทูป [11055]	นิศากร ไพบุลย์สิน
P66	การศึกษาพฤติกรรมของผู้เข้ารับบริการร้านอาหารสำหรับสร้างแนวทางการ ออกแบบร้านอาหารวิถีใหม่ เพื่อสร้างมาตรฐานของการเสริมสร้างสุขอนามัยที่ดี ให้ร้านอาหารในสภาวะเกิดโรคระบาด กรณีศึกษา ศึกษาในช่วงการระบาดโควิด 19 (พ.ศ.2564-พ.ศ.2565) [11031]	ศรัณยู สว่างเมฆ
P75	การพัฒนาบรรจุภัณฑ์โดยใช้ทุนทางวัฒนธรรมในท้องถิ่นเป็นฐานสำหรับ ผลิตภัณฑ์เกษตรแปรรูปของชุมชนผู้สูงอายุบ้านหนองขาว จังหวัดกาญจนบุรี [10946]	สุรภา วงศ์สุวรรณ
P76	ปัจจัยที่ส่งผลต่อการปฏิบัติงานที่มีประสิทธิภาพของเจ้าหน้าที่สายสนับสนุน ของ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตนครศรีธรรมราช [10959]	มนวรรรณ โส๊ะหวัง
P77	การมีส่วนร่วมของชุมชนในการจัดการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมอย่างยั่งยืน เทศบาลเมืองเพชรบุรี จังหวัดเพชรบุรี [10964]	เมธิกา พ่วงแสง
P78	การมีส่วนร่วมของชุมชนในการพัฒนาอาชีพเพื่อเพิ่มรายได้จากทรัพยากรในพื้นที่ ของตำบลบ้านบึง ตำบลบ้านบึง อำเภอบ้านคา จังหวัดราชบุรี [11046]	ทรงสิริ วิชิรานนท์
P79	การมีส่วนร่วมของชุมชนในการปรับปรุงที่พักอาศัยที่เหมาะสมสำหรับผู้สูงอายุ กรณีศึกษา ตำบลตลาดไทร อำเภอบางบาล จังหวัดนครราชสีมา [11059]	ศราวดี ใจอดทน
P80	การพัฒนาเพื่อขับเคลื่อนเศรษฐกิจ BCG Model ในพื้นที่ตำบลท่าแร่ อำเภอบ้าน แฮลม จังหวัดเพชรบุรี [11061]	วัลลภา พิภพประไพ
P81	ปัจจัยความสำเร็จของอุตสาหกรรม MICE ในเขตอำเภอบ้านหิน-ชะอำ [11094]	ธนัชชา ชัยชัชวาลประทีป
P82	การศึกษาศักยภาพแหล่งท่องเที่ยวที่โดดเด่นในพื้นที่ตำบลโคกขาม อำเภอมือง จังหวัดสมุทรสาคร [11149]	ชาญณรงค์ ผาดจันทิก
P83	เชื้อแจ๊คเกิดประยุกต์ลดความเครียดจากศิลปะยุคโรโคโค [11086]	มัลลิกา จงจิตต์
Session 2: กลุ่มสาขาเกษตรศาสตร์		
P1	การประยุกต์ใช้วัตถุดิบท้องถิ่นในการผลิตอาหารเพื่อการเลี้ยงสัตว์น้ำเศรษฐกิจ ของอำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี [10919]	ธนภพ โสทรโยม
P2	ผลิตภัณฑ์ไส้อ้วจากพืช [10921]	ณนนต์ แดงสังวาลย์

Poster No.	เรื่อง	ผู้นำเสนอ
P3	ลูกชิ้นไก่เสริมเห็ดหูหนูฝ�อก [10951]	เปรมระพี อูยมาวีรหิรัญ
P4	การศึกษานิตของสารเพิ่มความชื้นหนึดจากพีซในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ซอสปรุงรสอาหารเนกประสงค์เพื่อสุขภาพ [10941]	ศันสนีย์ ทิมทอง
P5	การใช้น้ำตาลหล่อฮังก้วยในผลิตภัณฑ์ขนม น้ำดอกไม้ [11081]	น้อมจิตต์ สุธีบุตร
P6	การพัฒนาแผ่นข้าวไร้ดอกข้าวสตั้มยำ [10960]	ชาวลิต อุปฐมาก
P7	การศึกษากการเปลี่ยนแปลงคุณภาพระหว่างการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์น้ำหวานเข้มข้น จากกระเจี๊ยบแดงที่ใช่ซูคราโลสด้วยสารโคโคซาน [10961]	ดวงรัตน์ แซ่ตั้ง
P8	อิทธิพลของความเข้มข้นของแป้งข้าวดำคั่วต่อปริมาณแอนโธไซยานิน วิตามินซี เส้นใย และกาบาของนมชนิดเม้ดผสมมังคุด [10974]	กรรณิการ์ เจริญสุข
P9	ผลของชนิดและปริมาณแป้งต่อคุณลักษณะของปลาสิ้มสติ๊ก [11025]	เยาวพา ความหมั่น
P10	อิทธิพลของการใช้สารละลายแคลเซียมโบรอนต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของพริกหวาน [10977]	นรกรมล ขำวาริ
P11	กระบวนการปลูกกาแพน้ำหนาวอาราบิก้า อำเภอน้ำหนาว จังหวัดเพชรบูรณ์ [11100]	ฉันทนา ปาปัดถา
P12	ผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อบัว [10971]	เยาวมาลย์ นามใหม่
P13	การประยุกต์ใช้เชื้อรา <i>Beauveria bassiana</i> ในการฉีดพ่นเพื่อควบคุมแมลงค่อมทอง <i>Hypomeces squamosus (Fabricius)</i> ในต้นทุเรียนระยะแตกใบอ่อน [10955]	สุกฤตา อนุตระกูลชัย
P14	การพัฒนาเชื้อราไตรโคเดอร์มารูปแบบครีมทารักษาโรคลำต้นเน่าของทุเรียนที่ระบาดเข้าซาก ในแปลงปลูกทุเรียนภาคตะวันออก [10956]	อิติ ทองค่างาม
P15	ผลของออกซินต่อการชักนำรากในสภาพปลอดเชื้อ และวัสดุปลูกในการอนุบาลต้นกล้าซาราซีเนีย (<i>Sarracenia leucophylla Raf.</i>) [10978]	ปรียานัฐ หงษ์ทอง
P16	ประสิทธิภาพของเชื้อแบคทีเรียปฏิบั้กซ์ <i>Bacillus spp.</i> ต่อการควบคุมโรคใบร่วงชนิดใหม่ของยางพารา [11002]	พรศิลป์ สีฝือก
P17	การคัดเลือกเชื้อราเขียว <i>Metarhizium anisopliae</i> ที่มีประสิทธิภาพในการควบคุม เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (<i>Nilaparvata lugens Stål</i>) [11022]	สุทธิพงษ์ ทุมประทาย

Poster No.	เรื่อง	ผู้นำเสนอ
P18	ผลของการใช้ใบมันสำปะหลังหมักยีสต์ต่อผลผลิตและปริมาณโปรตีนของจิ้งหรีดทองดำ (<i>Gryllus bimaculatus</i> De Geer) [11023]	สุกัญญา ผิวสายคำ
P19	การคัดเลือกแบคทีเรียจากปุ๋ยมูลไส้เดือนเพื่อยับยั้งเชื้อรา <i>Trichoderma</i> spp. สาเหตุโรคราเขียวของเห็ดนางฟ้าภูฐาน [11044]	พรวามาส เจริญรักษ์
P20	ผลของการใช้สารเสริมแบคทีเรียกรดแลคติกและรำละเอียดต่อคุณค่าทางโภชนาของเศษเหลือผักสำหรับเป็นอาหารสัตว์ [11070]	เสมอใจ บุรินอก
P21	คุณลักษณะของฟิล์มไบโอบล็อกได้จากสาหร่ายขนนก (<i>Caulerpa racemosa</i>) เสริมสารสีแอนโทไซยานินจากกระเจี๊ยบแดง [11082]	อริชา วัฒนกุล
P22	ฤทธิ์ของสารสกัดจากพืชสมุนไพรต่อการควบคุมหนอนแมลงวันบ้าน (<i>Musca domestica</i> L.) [11024]	เดือนเพ็ญ วงศ์สอน
P23	ผลของการเสริมสารสีจากธรรมชาติในรูปแบบผงต่อคุณภาพไข่ชนกระทาญี่ปุ่น [11027]	เบญญา แสนมหายักษ์
P24	ผลของการเสริมแคโรทีนอยด์ที่สกัดจากสาหร่ายก้ามกุ้งในอาหาร ต่อการเจริญเติบโต องค์ประกอบทางเคมีและสีของกุ้งขาวแวนนาไมระยะวัยรุ่น [11072]	วัฒนา วัฒนกุล
P25	ผลการใช้สาหร่ายน้ำจืดก้ามกุ้ง (<i>Chara Corollina</i>) ในฟิล์มชีวภาพ ร่วมกับวัสดุเศษเหลือทางประมงต่อสมบัติทางกายภาพและสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ [11069]	อุไรวรรณ วัฒนกุล
P26	ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและประสิทธิภาพในการกำจัดอนุมูลอิสระของสาหร่ายสีแดงน้ำจืด <i>Thorea siamensis</i> Traichaiyaporn & Kumano [11145]	วรรณิณี จันทร์แก้ว
P27	ผลของการเสริมสารสกัดฟิโอรินและขมิ้นชันผงในอาหารเชิงพาณิชย์ ต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพซากของปลาหมอไทย [11092]	มณี ศรีชนะนันท์
Session 3: กลุ่มสาขาวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี		
P47	การสร้างหุ่นยนต์นักดับเพลิงต้นแบบที่มีการควบคุมระยะไกล ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม [10916]	วัลลพ หลักแวงมล
P48	ระบบอัตโนมัติแบบจำลองเพื่อลำเลียงและเคลื่อนย้ายวัตถุผ่านโปรแกรม Scratch [10947]	สรญา เข้มเจริญ
P49	ระบบการควบคุมอัตราไหลของน้ำและแสดงผลด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ [10982]	รุ่งอรุณ พรเจริญ

Poster No.	เรื่อง	ผู้นำเสนอ
P50	การออกแบบเครื่องตัดโค้งท่อเหล็กกลมดำด้วยระบบไฟฟ้า [11062]	ณัฐกิตติ์ ฤทธิ์ทอง
P51	การปรับปรุงระบบส่งถ่ายกำลังของสกรูล้ำเสียงกากข้าว [10932]	ประเสริฐ วิโรจน์ชีวัน
P52	เครื่องส่งสัญญาณฉุกเฉินสำหรับผู้สูงอายุโดยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม [10938]	ธัญญารัตน์ สายใหม่
P53	พัฒนาเครื่องเพาะปลูกแบบหมุนเวียนอัตโนมัติ [11020]	สุรสิทธิ์ แสนทอง
P54	การศึกษาและการออกแบบโดรนเคลื่อนที่อัตโนมัติ [11093]	มติ นรารมย์
P67	การพัฒนาระบบการบริหารจัดการขยะมูลฝอยชุมชนพื้นที่จังหวัดสงขลา สตูล ปัตตานี ยะลา และนราธิวาส [11010]	ธันส์ถ์ นนทพุทธ
P68	การศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อความล่าช้าในงานก่อสร้างร้านสะดวกซื้อ ซูเปอร์มาร์เก็ต กรณีศึกษา สาขาติวานนท์ ซอย 25 บริษัท ซี.เจ. เอ็กเพรส กรุ๊ป จำกัด [10983]	ธนบูลย์ เอี่ยมสำอางค์
P69	การทดสอบเครื่องลดความชื้นข้าวเปลือกใช้ลมร้อนแบบผสมผสานอัตโนมัติ เปรียบเทียบกับวิธีตากแดดธรรมชาติโดยโรงสีข้าวชุมชน : กรณีศึกษา โรงสีข้าวชุมชนบ้านไสต่อ [11087]	กิตติกร ชันแก้ว
P70	การศึกษาคความเหมาะสมเชื้อเพลิงอัดเม็ดของกะลาแม่คาเดเมียผสมซีลี้อย [11158]	ชนิดา ป้อมเสน
P71	แบบจำลองศักยภาพดักจับยังผลเชิงแสงของโมดกระชิบจากวงแหวนสันพ้องระดับไมครอน [11043]	ชัชวาล ศรีภักดี
P72	ผลของอุณหภูมิและความเร็วก๊าซไอเสียของการเผาไหม้ชีวมวลร่วมกับขดลวดความร้อนต่อการผลิตถ่านดุกกลืนจากบัว [10924]	ไพโรจน์ จันท์แก้ว
P73	การนำทางด้วยป้าย QR Code ของรถขนส่งอัตโนมัติ ภายในคลังสินค้า [11132]	ปริญญา บุรณ์เจริญ
P74	การศึกษาเชิงทดสอบเครื่องอบแห้งพริกด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ โดยใช้หินภูเขาไฟเป็นตัวกักเก็บความร้อน [10926]	ยุทธนา ศรีอุตม
Session 4: กลุ่มสาขาสถาปัตยกรรมศาสตร์ ศิลปกรรม และงานสร้างสรรค์		
P41	การสร้างสรรค์โคมไฟจากแรงบันดาลใจสายไทยด้วยเทคนิค Paper Quilling [10915]	ศักรินทร์ หงส์รัตนาวรกิจ

Poster No.	เรื่อง	ผู้นำเสนอ
P42	การส่งเสริมการสร้างสรรคผลงานจิตรกรรมไทยเพื่อต่อยอดการอนุรักษ์ศิลปะและวัฒนธรรมของชาติ [10957]	สมชาย พิณจันทร์พย์
P43	การอนุรักษ์พัฒนาและต่อยอดการสวดพระมาลัยในจังหวัดนครศรีธรรมราช [11160]	พงศธร ศรีไย
P44	โครงสร้างใบยางพารากับการพัฒนาสร้างสรรคหัตถกรรมท้องถิ่นของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านวังฆ้องเพื่อเศรษฐกิจสร้างสรรค [11161]	พิชิตา ช่างसान
P45	การออกแบบศูนย์จัดจำหน่ายสินค้าและแผนที่ชุมชนทางการเกษตร อัตลักษณ์พื้นที่: ข้าวเจ้าเขยเสาไห้ (ข้าว GI) จังหวัดสระบุรี [11015]	รุจิวรรณ อันสงคราม
P46	การพัฒนาบรรจุภัณฑ์ผลิตภัณฑ์แปรรูปจากข้าวเจ้าเขยเสาไห้ (ข้าว GI) จังหวัดสระบุรี เพื่อมูลค่าเพิ่มในเชิงพาณิชย์ของเศรษฐกิจชุมชน [10933]	มัทธนี ปราโมทย์เมือง
P55	ศิลปะโพธิสมกับแพชชั่นสีคู่ตัดกัน [11089]	สุวดี ประดับ
P56	การออกแบบชุดราตรีจากการประยุกต์ลายพิมพ์ที่ได้รับแรงบันดาลใจมาจากราชสำนักโซซอน [10968]	เกชา ลาวงษา
P57	การออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ผ้าแฝกและ กก เพื่อยกระดับชุมชนตามแนวคิดเศรษฐกิจฐานราก [11041]	อาณัญญ์ ศิริพิชญ์ตระกูล
P58	นวัตกรรมการออกแบบหัตถกรรมจักสานตะกะเหลวไทพวน เพื่อส่งเสริมเศรษฐกิจฐานรากของชุมชนบ้านเขาพระ อ.อุทอง จังหวัดสุพรรณบุรี [11052]	ณัชชา โลหะพิริยกุล
P59	การจัดการความรู้จากภูมิปัญญาท้องถิ่นหัตถกรรมจักสานผักตบชวาเพื่อการออกแบบ สร้างอัตลักษณ์ผลิตภัณฑ์ชุมชนและการส่งเสริมรายได้เชิงพาณิชย์ [11071]	ยุวดี พรธาราพงศ์
P60	การพัฒนากระเป๋าแฟชั่นจากกาบหมากเสริมหนังเทียม [11146]	วิจิตร สนหอม
Session 5: กลุ่มสาขาบริหารธุรกิจและเศรษฐศาสตร์		
P84	ผลของกลยุทธ์ทางการตลาด กรณีศึกษาตลาดนัดสาธิต โรงเรียนสาธิตนวัตกรรมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี [10950]	กันยารัตน์ แก้วหนูนวล
P85	การพัฒนาช่องทางการจัดจำหน่ายให้กับผลิตภัณฑ์ข้าวอินทรีย์ในอำเภอพาน จังหวัดเชียงราย [11019]	กนกอร จิตจำนงค์
P86	นวัตกรรมการบริหารจัดการเกษตรวิถีใหม่ด้วยเทคโนโลยีสารสนเทศดิจิทัล ชุมชนบ้านคลองขุด จ.สมุทรสงคราม [11045]	ศิริรัตน์ ชำนาญรบ

Poster No.	เรื่อง	ผู้นำเสนอ
Session 6: กลุ่มสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม		
P31	การพัฒนาผลิตภัณฑ์ไอศกรีมมังสวิรัติจากนมถั่วเหลือง [10942]	วารีย์ กาลศิริศิลป์
P32	การพัฒนาผลิตภัณฑ์คุกกี้จากเห็ด [10954]	พลอยไพลิน พร้าโน้น
P33	การพัฒนาสบู่กลีเซอรินผสมสารสกัดสมุนไพร [10945]	ปิยนันท์ พรประสิทธิ์
P34	สารเคลือบผิวจากพืชธรรมชาติที่สามารถยืดอายุการเก็บรักษาผลไม้เขตร้อน [10948]	จิตรลัดดา มะลี่ยทอง
P35	พัฒนาผลิตภัณฑ์ไส้กรอกเส้นจันท์ผัดปู [11152]	วรรณศิริ ทิรัญเกิด
P36	แบคทีเรียเอนโดไฟต์ผลิตฮอร์โมน indole-3-acetic acid และกิจกรรมส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช [11021]	นิตยา ปิติวิทยากุล
P37	การใช้ประโยชน์จากของเหลือทิ้งในชุมชนตามรูปแบบชีวิตวิถีใหม่ขยะโฟม [10931]	สังเวศ เสวกวิหารี
P38	การติดตามตรวจสอบปริมาณฝุ่นละอองรวม (TSP) บริเวณโรงเรียนในเขตเทศบาลนครตรัง [11042]	นุชนาฏ นิลออ
P39	การทำปุ๋ยหมักจากขยะอินทรีย์ในครัวเรือนที่มีพื้นที่จำกัด [11054]	นฤเบศ ทองสุด
P40	การวิจัยและพัฒนาสื่อเทคโนโลยีสีเขียวเกี่ยวกับระบบสารสนเทศเพื่อการอนุรักษ์ทรัพยากรสิ่งแวดล้อม ในรูปแบบของเทคโนโลยีจักรวาลนฤมิต [10998]	นิภาพร ปัญญา
Session 7: กลุ่มสาขาวิทยาศาสตร์สุขภาพและวิทยาศาสตร์การแพทย์		
P28	การค้นหายับยั้งเอนไซม์แอลฟาไกลูโคซิเดสจากดอกตูมของต้นตะแบกนา [11118]	ณัชชา สุไชยชิต
P29	การวิเคราะห์ปริมาณกรดโคโรซอิลิกจากใบอินทนิลและแมงกัฟอรันจากใบมะม่วงด้วยเทคนิค HPLC [11116]	ณัฐวดี สุไชยชิต
P30	การพัฒนาเทคนิครามานสเปกโตรสโคปีเพื่องานตรวจวินิจฉัยทางสัตวแพทย์; ทดสอบเบื้องต้นในสุนัขป่วยด้วยโรคไต [11162]	นธิรัตน์ สุวจสุวรรณ
Session 8: กลุ่มงานประจำสู่งานวิจัย		
P87	ผลของสภาวะการเก็บรักษาต่อคุณภาพของไส้กรอกปลาตุก [11016]	ทองมี เหมาะสม

Poster No.	เรื่อง	ผู้นำเสนอ
P88	หลักสูตรฝึกอบรมระยะสั้นและสื่อเพื่อการเรียนรู้ สำหรับบุคลากร นักศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร และประชาชนทั่วไป [10925]	ดวงฤทัย แก้วคำ
P89	การศึกษาเทคนิคการเขียนผลงานวิจัยเพื่อการตีพิมพ์ระดับชาติ [10996]	พรทิพย์ ผึ้งแก้ว
P90	การวิเคราะห์งบประมาณเงินรายได้ (ระดับปริญญาตรี) คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ปีงบประมาณ 2561-2564 [10997]	อำพรพรณ ผึ้งแก้ว
P91	ปัจจัยที่ส่งผลต่อการมีส่วนร่วมในการประกันคุณภาพการศึกษาของบุคลากร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี [11018]	กรรณา ตั้งฤทัยวรรณ
P92	การใช้โปรแกรมฝึกอบรมเพื่อพัฒนาความรู้และสร้างทักษะการคัดแยกขยะ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย [11060]	บุญจงรักษ์ จิวตัน

การสำรวจความพึงพอใจกับประชาชนเรื่องการก่อสร้าง
โครงการรถไฟฟ้าส่วนต่อขยายสายสีเหลือง ช่วงแยกรัชดาฯ-ลาดพร้าว ถึงแยกรัชโยธิน
ด้วยเทคโนโลยี Augmented Reality (AR)

Survey of the Satisfaction in Construction of Mrta Yellow Line Project Extension Part :
Ratchada-Lat Phrao Intersection to Ratchayotin Intersection by Augmented Reality

ธนบดี บัตรดอน¹ กฤษฎา อนันตกาลต์¹ ธงชัย โพธิ์ทอง² และ สุรติ เส็มหมัด¹

¹ คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตอุเทนถวาย กรุงเทพมหานคร

² คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี กรุงเทพมหานคร

E-mail address: thanabodee.but@office.rmutto.ac.th, kritsada_an@rmutto.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เพื่อศึกษาประโยชน์ของเทคโนโลยี AR ในภาคการก่อสร้างระบบสาธารณูปโภคประเภทรถไฟฟ้า โดยทำการ
สาธิตและทดสอบระบบ AR บนพื้นที่โครงการเพื่อเก็บข้อมูลความพึงพอใจในการสื่อสารเรื่องการก่อสร้างสถานีรถไฟฟ้าด้วยระบบ
AR กับผู้มีส่วนเกี่ยวข้องและประชาชนทั่วไป เพื่อเป็นการปรับปรุงให้การสื่อสารและการประสานงานด้านการก่อสร้างมี
ประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ซึ่งมีส่วนช่วยทำให้การบริหารโครงการก่อสร้างเป็นไปอย่างราบรื่น โดยจะใช้งานออกแบบก่อสร้างของโครงการ
รถไฟฟ้าส่วนต่อขยายสายสีเหลืองแยกรัชดา-ลาดพร้าวถึงแยกรัชโยธิน มาทำการศึกษา โดยโครงการดังกล่าวมีจำนวนสถานีทั้งหมด
2 สถานี ได้แก่ สถานีจันทร์เกษม และสถานีพหลโยธิน 24 ทำการเก็บข้อมูลกลุ่มประชาชนทั่วไป โดยกำหนดให้ขนาดกลุ่มตัวอย่าง
ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ มีจำนวน 400 คน ผลการศึกษา พบว่าวิธีการสื่อสารข้อมูลด้านการก่อสร้างสาธารณูปโภคประเภทรถไฟฟ้าใน
ปัจจุบันนี้ ทำให้เข้าใจข้อมูลโครงการ อยู่ในระดับปานกลาง ส่วนใหญ่เคยประสบปัญหาในเรื่องขอบเขตของงานก่อสร้างในระดับมาก
และผู้ตอบแบบสอบถามเคยได้ยิน เคยพบเห็นข่าวคราว หรือเคยมีประสบการณ์เกี่ยวกับอุบัติเหตุในการก่อสร้างในระดับมาก เมื่อ
ลองทดลองระบบ AR พบว่าประชากรกลุ่มตัวอย่าง มีความพึงพอใจในระบบ AR กับก่อสร้างโครงการรถไฟฟ้า ในภาพรวมอยู่ใน
ระดับมากที่สุด นอกจากนั้นผลการศึกษาโดยวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA) ที่ระดับนัยสำคัญ < 0.05
พบว่า การเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของความพึงพอใจ ในเพศที่ต่างกันส่งผลต่อความพึงพอใจต่างกัน ในขณะที่ การ
ทดสอบอายุแตกต่างกันค่าเฉลี่ยความพึงพอใจไม่แตกต่างกัน ในส่วนของระดับการศึกษา ,อาชีพ ,รายได้เฉลี่ยต่อเดือน ,ความถี่ใน
การใช้รถไฟฟ้าในชีวิตประจำวันในปัจจุบัน ,ความห่างของย่านที่พักอาศัยกับโครงการฯ และความห่างจากย่านที่ทำงานกับโครงการฯ
ที่มีความแตกต่างกัน จะส่งผลต่อความพึงพอใจต่างกัน และจากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยการรับรู้และความเข้าใจเรื่อง
การก่อสร้างฯในปัจจุบัน ที่มีผลต่อความพึงพอใจด้านการสื่อสารข้อมูลด้านการก่อสร้างฯ ด้วยระบบ AR โดยการวิเคราะห์ ด้วย
สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Pearson Correlation) ที่ระดับนัยสำคัญ < 0.05 ผลการวิเคราะห์ พบว่า การสื่อสารข้อมูลด้านการก่อสร้าง
,ความรู้ความเข้าใจเรื่องรูปแบบสิ่งก่อสร้าง, ความรู้ความเข้าใจเรื่องขอบเขตของงานก่อสร้าง และความรู้ความเข้าใจเรื่องความ
ปลอดภัยในการก่อสร้าง ทั้งหมดมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับหัวข้อการสำรวจความพึงพอใจดังกล่าว

คำสำคัญ: เทคโนโลยี AUGMENTED REALITY (AR), โครงการรถไฟฟ้าส่วนต่อขยายสายสีเหลือง, ความพึงพอใจ, การสื่อสาร, การ
ประสานงานด้านการก่อสร้าง, ประสิทธิภาพ

Abstract

This research aims to study the benefits of AR technology in the construction of electric train utilities.
by demonstrating and testing the AR system on the project site to collect information about communication
satisfaction with the construction of the BTS stations with the AR system with stakeholders and the general
public. To improve the communication and coordination of the construction more efficiently. which
contributes to smooth construction project management.It will use the design and construction of the MRT
Yellow Line Extension Project, Ratchada-Lat Phrao Intersection to Ratchayothin Intersection, to study. and
Phaholyothin Station 24 to collect information about the general public. The size of the sample group used
in this research was 400 people. The results of the study found that the method of communicating
information about the construction of electric train infrastructure at present to understand project
information moderate Most of them had experienced problems in terms of the scope of construction works

at a high level. and respondents had heard Ever seen the news or having experience in construction accidents at a high level When trying to experiment with the AR system, it was found that the sample population Satisfaction with the AR system with the construction of the electric train project Overall, it was at the highest level. In addition, the results of the study by one-way analysis of variance (ANOVA) at the significance level < 0.05 found that the comparison of the mean differences of satisfaction. Different genders had different effects on their satisfaction, while different age tests had no difference in mean satisfaction. In terms of education, occupation, average monthly income , the frequency of using electric trains in daily life today , The distance of the residential area to the project and distance from the working area of the project with a difference will affect satisfaction differently. And from the study of the relationship between factors of perception and understanding of construction at present affecting the satisfaction of construction information communication with the AR system by analyzing with the correlation coefficient (Pearson Correlation) at the significance level < 0.05 . , Knowledge and understanding of building styles ,Knowledge and understanding of the scope of construction work and knowledge and understanding of construction safety all were positively correlated with the satisfaction survey topic.

Keywords: Augmented Reality (AR) technology, MRTA Yellow Line project extension part, satisfaction, communication, construction coordination, efficiency

บทนำ

ปัญหาสำคัญในการสื่อสาร เพื่อการรับรู้ในเรื่องรูปแบบทางสถาปัตยกรรมในการก่อสร้างสถานีรถไฟฟ้ามักมีคำถามว่า หน้าตาของโครงการเมื่อแล้วเสร็จจนสถานที่จริงจะเป็นอย่างไร กล่าวคือโครงการก่อสร้างต่างๆไปแล้ว โดยมากมักใช้รูปแบบจำลอง 3มิติ ที่ไม่ได้ตั้งอยู่บนสถานที่จริง แต่เป็นการจำลองสถานที่คร่าวๆ จากข้อมูลต่างๆที่ทำได้ ทำให้วิสัยทัศน์ที่แท้จริงของโครงการมักมีความคลาดเคลื่อนไป มีเหตุการณ์มากมายหลายครั้งที่เกิดปัญหาด้านการสื่อสารเพื่อทำความเข้าใจ ไม่ว่าจะเป็นประชาชนในพื้นที่ , เจ้าของที่ดินเอกชนข้างเคียงโครงการ, ประชาชนทั่วไปที่ใช้บริการรถไฟฟ้าเป็นประจำ หรือกับหน่วยงานภาครัฐและเอกชนต่างๆที่ สื่อนักขุดโครงการ อาทิเช่นแนวระบบท่อสาธารณะต่างๆ, แนวสายไฟฟ้าแรงสูง, แนวสายสื่อสาร ฯลฯ ซึ่งอาจมีข้อขัดแย้งไม่เห็นด้วยต่างๆ เช่น เรื่องตำแหน่งของที่ตั้งสถานีและทางขึ้นลง เรื่องรูปแบบสิ่งก่อสร้างบดบังทัศนวิสัยเดิม เรื่องรูปแบบสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลง เรื่องแนวเวนคืน เรื่องความเหมาะสมในการเข้าถึง เรื่องการเชื่อมต่อระบบขนส่งอื่น เรื่องความปลอดภัย หรือในระหว่างการก่อสร้างจริงมักมีความขัดแย้งกัน ระหว่างวิศวกร,นักออกแบบ และผู้มีส่วนได้ส่วนเสียต่างๆในระหว่างดำเนินโครงการ เป็นต้น เหตุความขัดแย้งในโครงการก่อสร้างสถานีรถไฟฟ้า ตามตัวอย่างที่ผ่านมาดังกล่าว มักส่งผลให้การจัดการโครงการ มีความล่าช้าในการดำเนินโครงการ เนื่องจากสูญเสียเวลาไปกับการแก้ปัญหาความไม่เข้าใจ และทำให้ค่าใช้จ่ายของโครงการ มักสูงขึ้นตามเวลาที่เสียไปด้วย ซึ่งเป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดปัญหาการบริหารโครงการ ไม่เป็นไปอย่างราบรื่น และหากว่ามีวิธีที่สามารถทำให้มีการสื่อสารได้แม่นยำขึ้น หรือมีการสื่อสารที่สามารถอธิบายลักษณะ หรือทำให้มองเห็นหน้าตาสิ่งก่อสร้างได้บนสถานที่จริงแบบเรียลไทม์ ก็น่าจะเป็นการแก้ไขปัญหานี้ได้ตรงจุด รวมถึงยังสามารถควบคุมป้องกันการเกิดอุบัติเหตุได้ เนื่องจากสามารถตรวจสอบมุมมองเสมือนจริงในสถานที่ก่อสร้างนั้นๆ เพื่อจำลองเหตุการณ์ไม่คาดฝันที่อาจเกิดขึ้นและสามารถ ทำการออกแบบการป้องกันได้ทันทีที่ เช่น การก่อสร้างใกล้แนวสายไฟฟ้าแรงสูง เป็นต้น

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1 เพื่อการศึกษาและวิเคราะห์ถึงประโยชน์ของเทคโนโลยี AR ในภาคการก่อสร้างระบบสาธารณูปโภคประเภทรถไฟฟ้า
- 2 สาคิดและทดสอบระบบ AR บนพื้นที่โครงการเพื่อเก็บข้อมูล ความพึงพอใจในการสื่อสารเรื่องการก่อสร้างสถานีรถไฟฟ้าด้วยระบบ AR กับผู้มีส่วนเกี่ยวข้องและประชาชนทั่วไป
- 3 เพื่อปรับปรุงการสื่อสารกับผู้มีส่วนได้เสียกับโครงการและผู้สนใจอื่นๆทำให้การสื่อสารและการประสานงานด้านการก่อสร้างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น
- 4 ช่วยให้การรับรู้ในเรื่อง รูปแบบทางสถาปัตยกรรมในการก่อสร้าง กับผู้มีส่วนได้เสียกับโครงการ มีความถูกต้องแม่นยำซึ่งมีส่วนช่วยทำให้การบริหารโครงการก่อสร้างเป็นไปอย่างราบรื่น

ขอบเขตของการวิจัย

งานค้นคว้าอิสระนี้ เป็นกรณีศึกษาเทคโนโลยี AR (Augmented Reality) หรือ ระบบเสริมเสมือนจริงให้เข้ามาช่วยให้สามารถเห็นภาพสถานีรถไฟฟ้าย่านที่ตั้งจริงได้อย่างชัดเจน และเก็บข้อมูลความพึงพอใจ หรือข้อเสนอแนะต่างๆ ที่มีต่อโครงการเมื่อเห็นภาพเสมือนบนที่ตั้งจริงนั้นแล้ว ซึ่งกรณีศึกษาดังกล่าว จะใช้โครงการรถไฟฟ้าส่วนต่อขยายสายสีเหลืองแยกรัชดา-ลาดพร้าวถึงแยกรัชโยธิน มาทำการศึกษา โดยโครงการส่วนต่อขยายดังกล่าวจะมีจำนวนสถานีทั้งหมด 2 สถานี ได้แก่ สถานีจันทร์เกษม และสถานีพหลโยธิน 24 เพื่อเป็นต้นแบบงานวิจัย เท่านั้น

กรอบแนวคิดและสมมติฐานในการวิจัย

1 การก่อสร้างระบบสาธารณูปโภคขนาดใหญ่ มักมีปัญหาและอุปสรรคในการก่อสร้าง ทั้งงานรื้อถอนสาธารณูปโภคเก่า และงานก่อสร้างใหม่ ควรต้องมีความแม่นยำเรื่องตำแหน่งพิกัด เป็นอย่างมาก

2 การก่อสร้างสถานีรถไฟฟ้าย่านเขตทางหลวงที่มีการจราจรตลอดเวลา หรือการก่อสร้างใกล้เสา ไฟฟ้าแรงสูง มีโอกาสเสี่ยงที่จะทำให้เกิดอันตรายระหว่างการก่อสร้าง เทคโนโลยี AR จะสามารถจำลองเหตุการณ์ไม่คาดฝันต่างๆ ที่ไม่สามารถซักซ้อมในสถานการณ์จริงได้ มีส่วนทำให้เกิดความปลอดภัยในโครงการมากขึ้น

3 ความไม่เข้าใจว่าหน้าตาโครงการก่อสร้างสาธารณูปโภคขนาดใหญ่บนที่ตั้งที่กำหนดนั้น เมื่อแล้วเสร็จจะมีลักษณะเป็นอย่างไร มีผลเป็นอย่างมาก ในการก่อให้เกิดการต่อต้านจากกลุ่มผู้ขัดแย้ง

4 การรับรู้ รูปแบบ หน้าตาการก่อสร้าง ประเภทระบบสาธารณูปโภคขนาดใหญ่ เมื่อแล้วเสร็จที่เข้าใจได้ง่าย ทำให้ลดความขัดแย้งและสามารถทำความเข้าใจกับประชาชนหรือผู้มีส่วนได้เสียกับโครงการได้ง่ายขึ้น

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1 สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการสื่อสารโครงการ สามารถสร้างความเข้าใจและลดความขัดแย้งกับประชาชนหรือผู้มีส่วนได้เสียกับโครงการได้อย่างสะดวกและง่ายดาย

2 สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการอำนวยความสะดวกการก่อสร้างเป็นไปได้อย่างราบรื่น

3 สามารถใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงโครงการที่ถูกต้อง และเป็นตัวอย่างแก่โครงการอื่นๆในอนาคต

4 สามารถใช้กำหนดแนวทางและรูปแบบความปลอดภัยในโครงการได้อย่างเหมาะสมขอบเขตด้านระยะเวลา

ประชากรหรือกลุ่มตัวอย่าง

การกำหนดกลุ่มตัวอย่างประชากรที่ใช้ในการวิจัยนี้ คือ การเก็บข้อมูลของกลุ่มประชาชนทั่วไป ได้แก่ ประชาชนทั้งในและนอกพื้นที่โครงการ, ผู้มีส่วนได้เสียในโครงการ, นักออกแบบ, วิศวกร หรือผู้ที่คาดว่าจะต้องใช้โครงการเมื่อแล้วเสร็จโดยกำหนดให้ขนาดกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ มีจำนวน 400 คน ซึ่งได้มาจากการใช้สูตรคำนวณของ ทาโร่ ยามาเน่ (Yamane, 1973) ผู้ทำวิจัยต้องการความเชื่อมั่นร้อยละ 95และยอมรับความคลาดเคลื่อนจากการสุ่มตัวอย่างร้อยละ 5

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการวิจัย โดยแบ่งออกเป็น 3 ส่วน โดยส่วนที่ 1 คือแบบสอบถามข้อมูลส่วนบุคคลของกลุ่มตัวอย่างได้แก่ เพศ, อายุ, ระดับการศึกษา, อาชีพ, ย่านที่พักอาศัย, ความถี่ในการใช้รถไฟฟ้า, โดยใช้แบบสอบถาม แบบให้เลือกตอบ(Check List) ส่วนที่ 2 คือแบบสอบถามเกี่ยวกับปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการรับรู้และเข้าใจเรื่องการก่อสร้างในปัจจุบัน แบบให้เลือกตอบ(Check List) แบ่งเป็น 4 ด้าน ได้แก่ การสื่อสารข้อมูลด้านการก่อสร้าง, ความรู้ความเข้าใจเรื่องรูปแบบสิ่งก่อสร้าง, ความรู้ความเข้าใจเรื่องขอบเขตของงานก่อสร้าง, ความรู้ความเข้าใจเรื่องความปลอดภัยในการก่อสร้าง และส่วนที่ 3 คือแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับความพึงพอใจ แบบเลือกตอบ(Check List)แบ่งเป็น 4 ด้าน ได้แก่ การสื่อสารข้อมูลด้านการก่อสร้างด้วยระบบ AR, ความเข้าใจเรื่องรูปแบบสิ่งก่อสร้างด้วยระบบ AR, ความปลอดภัยในการก่อสร้างด้วยระบบ AR, ความเชื่อถือได้ในการนำเสนอด้วยระบบ AR โดยทั้งหมดใช้การแบ่งเกณฑ์ออกเป็น 5 ระดับ คือ มากที่สุดระดับ 5 คะแนนไปจนถึงน้อยที่สุดระดับ 1 คะแนน และแปลความตามหลักการแบ่งอันตรภาคชั้น (Class Interval) โดยมีความกว้างของแต่ละชั้นมาจาก คะแนนสูงสุดลบคะแนนต่ำสุดหารด้วยจำนวนชั้นที่แบ่ง จากนั้นผู้วิจัยได้นำแบบสอบถามที่สร้างขึ้นสำหรับการวิจัยไปทำการทดสอบคุณภาพ คือ การหาค่าความเที่ยงตรงของแบบสอบถาม (IOC) โดยที่ข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50-1.00 ถือว่ามีค่าความเที่ยงตรง ใช้ได้ ข้อคำถามที่มีค่า IOC ต่ำกว่า 0.50 ต้องปรับปรุง ยังใช้ไม่ได้ ซึ่งในการหาค่าความเที่ยงตรงของแบบสอบถาม

(IOC) ในงานวิจัยนี้ได้ค่าระดับความเชื่อมั่นของแบบสอบถามเท่ากับ 0.92 ซึ่งถือได้ว่าอยู่ในระดับดีมาก และหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบสอบถาม โดยการหาความเชื่อมั่นโดยหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (Cronbach's alpha coefficient) ได้ค่าระดับความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม เท่ากับ 0.93 ซึ่งถือได้ว่าอยู่ในระดับดีมาก หมายถึง แบบสอบถามมีความน่าเชื่อถือและสามารถนำไปศึกษาเกี่ยวกับกลุ่มตัวอย่างจริงได้ ส่วนของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ โปรแกรม ไมโครซอฟท์เอ็กเซล (Microsoft Excel) ใช้เก็บบันทึกข้อมูลวิเคราะห์ข้อมูล, รูปภาพ หรือ วิดีโอ สถานที่ตั้งโครงการจริง, โปรแกรม ไมโครซอฟท์เวิร์ด (Microsoft Word) ใช้ทำเอกสารรายงานการวิจัย, โปรแกรมไมโครซอฟท์พาวเวอร์พอยท์ (Microsoft Power Point) ใช้นำเสนองานวิจัย, โปรแกรม SPSS,โปรแกรม Auto CAD, โปรแกรม Sketch UP, โปรแกรม Google Earth, โปรแกรม Sketchup Viewer

เทคโนโลยี AR (Augmented Reality) หรือระบบเสริมเสมือนจริง เทคนิคพื้นฐานคือการรวมโมเดล 3 มิติที่สร้างขึ้น เข้ากับฐานข้อมูลจริง ตามพิกัดจริง โดยจุดมุ่งหมายเพื่อการสื่อสารที่สามารถทำให้มองเห็นหน้าตาสิ่งก่อสร้างได้บนสถานที่จริงแบบเรียลไทม์ได้ ขั้นตอนแรกเริ่มต้นคือ ทำการสร้างแบบจำลองมีขอบเขตของสิ่งก่อสร้างจะแสดงให้เห็นคล้ายกับความเป็นจริงมากที่สุด โดยสร้างแบบจำลอง 2D บนพิกัดจริง ด้วยโปรแกรม CAD จากนั้นแปลงและทำการจำลองแบบเป็น 3D ด้วยโปรแกรม SketchUp ขั้นตอนต่อมา เป็นการสำรวจภาคสนามโดยดำเนินการรวบรวมจุดอ้างอิงพิกัดจำนวน 8 จุด ควบคุมภาคพื้นดิน (GCP) โดยใช้เครื่องรับ GNSS ในบริเวณสถานที่ที่จะก่อสร้างสำหรับการกำหนดพิกัดทางภูมิศาสตร์ การแสดงพิกัดที่ใช้ในงานวิจัยนี้คือ WGS84 UTM โซน 47N ซึ่งสามารถที่จะทำให้โมเดล 3D SketchUp ถูกวางอย่างถูกต้องในฐานข้อมูล GIS มาตรฐาน ในโปรแกรม Google Earth จากนั้นนำโมเดลที่ทำการจำลองไว้ซ้อนทับลงไปโปรแกรม Google Earth และทำการตรวจสอบความถูกต้องบนพิกัดอีกครั้งเพื่อป้องกันความผิดพลาดทำการเชื่อมโยงแบบจำลอง 3 มิติ กับฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ภายนอก โดยใช้ โปรแกรมSketchup viewer AR ทำให้เกิดภาพข้อมูลงานก่อสร้างจริงบนตำแหน่งที่จะก่อสร้างจริง แบบเรียลไทม์ และเป็นไปโดยอัตโนมัติ จากนั้นทำการสาธิตและการทดสอบระบบ AR ให้กับกลุ่มตัวอย่างพร้อมกับการสัมภาษณ์และเก็บข้อมูล จากนั้นทำการวิเคราะห์ข้อมูล และทำการสรุปผล โดยงานวิจัยนี้ใช้การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพรรณนา ใช้ค่าสถิติร้อยละในการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง ใช้ค่าคะแนนเฉลี่ย (Mean) เพื่อใช้แปลความหมายของข้อมูลด้านต่าง ๆ และใช้ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) เพื่อหาค่าการกระจายตัวของข้อมูล และสุดท้ายนำข้อมูลทั้งหมดไปแปรผล เปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของความพึงพอใจ จำแนกตามปัจจัยส่วนบุคคลโดยใช้สถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA) กำหนดค่านัยสำคัญ (Significance) ที่ระดับ < 0.05 จากนั้นการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยการรับรู้และความเข้าใจเรื่องการก่อสร้างโครงการรถไฟฟ้าในปัจจุบัน ที่มีผลต่อความพึงพอใจด้านการสื่อสารข้อมูลด้านการก่อสร้างโครงการรถไฟฟ้าส่วนต่อขยายสายสีเหลือง ด้วยระบบ AR ของประชากรกลุ่มตัวอย่างโดยวิเคราะห์ ด้วยสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Pearson Correlation) ที่ระดับนัยสำคัญ < 0.05

การวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาความพึงพอใจกับประชาชนเรื่องการก่อสร้างโครงการรถไฟฟ้าส่วนต่อขยายสายสีเหลือง ช่วงแยกรัชดาฯ-ลาดพร้าว ถึงแยกรัชโยธิน ด้วยเทคโนโลยี AUGMENTED REALITY (AR) เพื่อศึกษาประโยชน์ของเทคโนโลยีระบบ AR ในภาคการก่อสร้างระบบสาธารณูปโภคประเภทรถไฟฟ้า และศึกษาความพึงพอใจในด้านการสื่อสารข้อมูลเรื่องการก่อสร้างสถานีรถไฟฟ้าด้วยระบบ AR กับผู้มีส่วนเกี่ยวข้องและประชาชนทั่วไป โดยผู้วิจัยได้เก็บรวบรวม ข้อมูลจากการสัมภาษณ์ การสาธิตและการทดสอบระบบ AR จากนั้นเก็บข้อมูลตัวอย่างด้วยแบบสอบถาม จำนวนทั้งสิ้น 400 ชุดและนำมาวิเคราะห์ข้อมูล ผลของการวิเคราะห์ข้อมูล จะแบ่งออกเป็น 5 ส่วน ดังนี้

1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

2 ข้อมูลเกี่ยวกับปัจจัยในการรับรู้และความเข้าใจในเรื่องข้อมูลด้านการก่อสร้างในปัจจุบันของประชากรกลุ่มตัวอย่าง

3 ข้อมูลความพึงพอใจในการนำเสนอข้อมูลการก่อสร้างรถไฟฟ้าส่วนต่อขยายสายสีเหลือง ช่วงแยกรัชดาฯ -ลาดพร้าว ถึงแยกรัชโยธินด้วยเทคโนโลยี AUGMENTED REALITY (AR) ของประชากรกลุ่มตัวอย่าง

4 การเปรียบเทียบความแตกต่างของความพึงพอใจ จำแนกตามปัจจัยส่วนบุคคลโดยใช้สถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA) กำหนดค่านัยสำคัญ (Significance) ที่ระดับ < 0.05

5 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยการรับรู้และความเข้าใจเรื่องการก่อสร้างโครงการรถไฟฟ้าในปัจจุบัน ที่มีผลต่อความพึงพอใจด้านการสื่อสารข้อมูลด้านการก่อสร้างโครงการรถไฟฟ้าส่วนต่อขยายสายสีเหลืองฯ ด้วยระบบ AR ของประชากรกลุ่มตัวอย่างโดยวิเคราะห์ ด้วยสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Pearson Correlation) ที่ระดับนัยสำคัญ < 0.05

สรุปผลการวิจัย

ผลการศึกษา พบว่า ส่วนใหญ่ผู้ตอบแบบสอบถามเป็นเพศหญิง คิดเป็นร้อยละ 45.75 ผู้ทำแบบสอบถามส่วนมากจะมีอายุระหว่าง 40-49 ปี คิดเป็นร้อยละ 31.75 และผู้ทำแบบสอบถามส่วนมากจะมีระดับการศึกษาอยู่ในระดับปริญญาตรี คิดเป็นร้อยละ 53.00 ซึ่งมีอาชีพทำงานอยู่ในหน่วยงานเอกชนมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 49.75 ส่วนใหญ่จะมีรายได้เฉลี่ยต่อเดือนระหว่าง 35,001 - 45,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 32.50 โดยผู้คนส่วนใหญ่มักมีความถี่ในการใช้รถไฟฟ้าในชีวิตประจำวันปัจจุบันคือ เดือนละไม่เกิน 40 ครั้ง และมักจะมีย่านที่พักอาศัยห่างจากโครงการฯ ในรัศมี 30 กม. ส่วนย่านที่ทำงานมักจะมีอยู่ภายในรัศมี 20 กม.ห่างจากโครงการฯ ด้านการสื่อสารข้อมูลด้านการก่อสร้างที่มีอยู่ในปัจจุบัน พบว่า วิธีการสื่อสารข้อมูลด้านการก่อสร้างสาธารณูปโภคประเภทรถไฟฟ้าในปัจจุบันนี้ ทำให้เข้าใจข้อมูลโครงการ อยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{X} = 3.40$) และพบว่าส่วนใหญ่เคยประสบปัญหาในเรื่องขอบเขตของงานก่อสร้าง อยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.01$) โดยส่วนใหญ่ผู้ตอบแบบสอบถามเคยได้ยิน เคยพบเห็นข่าวคราวหรือเคยมีประสบการณ์เกี่ยวกับอุบัติเหตุในการก่อสร้าง อยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.23$) และเมื่อลองทดลองระบบ AR พบว่าประชากรกลุ่มตัวอย่าง มีความพึงพอใจในระบบ AR กับการก่อสร้างโครงการรถไฟฟ้า ในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.92$) นอกจากนี้ผลการศึกษาโดยวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA) ที่ระดับนัยสำคัญ < 0.05 พบว่า การเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของความพึงพอใจ ในเพศที่แตกต่างกันส่งผลต่อความพึงพอใจต่างกัน ในขณะที่ การทดสอบอายุแตกต่างกันค่าเฉลี่ยความพึงพอใจไม่แตกต่างกัน ในส่วนของระดับการศึกษา ,อาชีพ ,รายได้เฉลี่ยต่อเดือน ,ความถี่ในการใช้รถไฟฟ้าในชีวิตประจำวันในปัจจุบัน ,ความห่างของย่านที่พักอาศัยกับโครงการฯ และความห่างจากย่านที่ทำงานกับโครงการฯ ที่มีความแตกต่างกันส่งผลต่อความพึงพอใจต่างกัน และจากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยการรับรู้และความเข้าใจเรื่องการก่อสร้างโครงการ รถไฟฟ้าในปัจจุบัน ที่มีผลต่อความพึงพอใจด้านการสื่อสารข้อมูลด้านการก่อสร้างฯ ด้วยระบบ AR ของประชากรกลุ่มตัวอย่างโดยวิเคราะห์ ด้วยสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Pearson Correlation) ที่ระดับนัยสำคัญ < 0.05 ผลการวิเคราะห์ พบว่า การสื่อสารข้อมูลด้านการก่อสร้าง ,ความรู้ความเข้าใจเรื่องรูปแบบสิ่งก่อสร้าง ,ความรู้ความเข้าใจเรื่องขอบเขตของงานก่อสร้าง และความรู้ความเข้าใจเรื่องความปลอดภัยในการก่อสร้าง ทั้งหมด มีความสัมพันธ์เชิงบวก กับการสำรวจความพึงพอใจในการก่อสร้างรถไฟฟ้าส่วนต่อขยายสายสีเหลือง ช่วงแยกรัชดาฯ-ลาดพร้าว ถึงแยกรัชโยธินด้วยเทคโนโลยี AUGMENTED REALITY (AR) ส่งผลให้เกิดความพึงพอใจและความน่าเชื่อถือได้ ในการนำเสนอหรือการสื่อสารด้วยเทคโนโลยี AR กับประชากรกลุ่มตัวอย่างเพิ่มขึ้น

อภิปรายผล

ความพึงพอใจในการก่อสร้างรถไฟฟ้าในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการนำเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน หรือ Augmented Reality (AR) มาช่วยอธิบายงานที่มีความซับซ้อนกับประชาชนทั่วไปให้เกิดความรู้ความเข้าใจด้านการสื่อสารข้อมูลด้านการก่อสร้าง เรื่องขอบเขตของงานก่อสร้าง เรื่องรูปแบบสิ่งก่อสร้าง หรือแม้กระทั่งความปลอดภัยในการก่อสร้าง ซึ่งช่วยส่งเสริมให้ประชาชนทั่วไปเกิดความรู้ความเข้าใจในโครงการได้ดียิ่งขึ้น สอดคล้องกับผลการศึกษาที่พบว่า การสื่อสารข้อมูลด้านการก่อสร้าง ความรู้ความเข้าใจเรื่องรูปแบบสิ่งก่อสร้าง ความรู้ความเข้าใจเรื่องขอบเขตของงานก่อสร้าง และความรู้ความเข้าใจเรื่องความปลอดภัยในการก่อสร้างมีความสัมพันธ์เชิงบวก กับการสำรวจความพึงพอใจกับประชาชนเรื่องการก่อสร้างโครงการรถไฟฟ้าส่วนต่อขยายสายสีเหลือง ช่วงแยกรัชดาฯ-ลาดพร้าว ถึงแยกรัชโยธิน ด้วยเทคโนโลยี AUGMENTED REALITY (AR) กล่าวคือการสื่อสารข้อมูลด้านการก่อสร้าง การมีความรู้ความเข้าใจเรื่องรูปแบบสิ่งก่อสร้าง การมีความรู้ความเข้าใจเรื่องขอบเขตของงานก่อสร้างและความรู้ความเข้าใจเรื่องความปลอดภัยในการก่อสร้างที่มีความชัดเจนเสมือนจริงขึ้น ส่งผลให้เกิดความพึงพอใจในเทคโนโลยี AUGMENTED REALITY (AR) กับการก่อสร้างเพิ่มมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ(Wang et al. 2014) กล่าวไว้ว่า เมื่อวางโมเดลดิจิทัลเสมือนจริงบนสถานที่จริงเรียบร้อยแล้ว ผู้ใช้ระบบ AR จะสามารถมองเห็นถึงส่วนประกอบต่างๆ ในอาคาร เช่น วัสดุก่อสร้างต่างๆ แนวท่อ ระบบไฟฟ้า เฟอร์นิเจอร์ ขอบเขตการก่อสร้าง ฯลฯ ซึ่งได้รับการออกแบบและจำลองไว้ ซึ่งการใช้ AR ในโครงการก่อสร้าง ช่วยทำให้เกิดการมีส่วนร่วมตัดสินใจได้ถูกต้อง ของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในโครงการ โดยเน้นความแม่นยำในการออกแบบก่อสร้าง เพราะการที่สามารถนำโมเดล 3 มิติ วางซ้อนลงในภาพจากสถานที่ก่อสร้างจริง เป็นประโยชน์อย่างมากกับการช่วยให้ผู้ใช้ระบบ AR สามารถตรวจสอบได้ว่า อาคารที่ออกแบบนั้นมีความเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมหรือไม่ และทำให้เห็นถึงปัญหาหรืออุปสรรคด้านทัศนวิสัยของโครงการเมื่อก่อสร้างจริงได้อย่างชัดเจน และยังสอดคล้องกับแนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องของ (Boyle et al. 2010) ที่อธิบายไว้ว่า AR จะสร้างการเชื่อมโยงเชิงพื้นที่ระหว่างข้อมูลเสมือนกับพื้นที่จริงโดยการซ้อนภาพข้อมูลเสมือนลงบนพื้นที่จริง สิ่งนี้ทำให้ผู้ใช้ระบบสามารถเห็นภาพจริงๆ ของวัตถุที่สร้างขึ้นที่มุมมองต่างๆ ในแบบเรียลไทม์ ซึ่งการใช้วัตถุต้นแบบเสมือนจริงเพื่อจำลองกระบวนการก่อสร้างในสถานที่ก่อสร้างจริง ระบบ AR อาจนำมาใช้ตรวจสอบความ

เป็นไปได้ในการก่อสร้างหรือความเสี่ยงด้านความปลอดภัย และสอดคล้องกับแนวคิดของ (Waly et al. 2003) กล่าวว่า AR ไม่เพียงแต่ช่วยให้ผู้ใช้ระบบโต้ตอบกับสิ่งรอบตัว ผ่านอุปกรณ์ที่สวมใส่หรือการฉายภาพบนหน้าจอ แต่ยังสามารถทำให้เห็นพื้นที่ก่อสร้างเสมือนจริง ในสภาพแวดล้อมที่ปราศจากความเสียง , โดยสรุปในเรื่องความปลอดภัย สามารถพูดได้ว่า เนื่องจากระบบ AR นั้น สามารถเลียนแบบสถานการณ์ที่ไม่ปลอดภัยซึ่งเป็นไปไม่ได้ที่จะจำลองบนสถานที่ก่อสร้างจริง ดังนั้นประโยชน์ด้านเสมือนจริงของ AR จึงมีศักยภาพมากในการก่อสร้าง และยังสามารถเพิ่มความตระหนักในเรื่องของความปลอดภัยให้กับบุคลากรที่สัมพันธ์กับการทำงาน และยังมีประโยชน์เป็นอย่างมากสำหรับด้านการบริหารโครงการ ด้านการจัดการงบประมาณ หรือลดข้อผิดพลาดต่างๆในการดำเนินงานก่อสร้าง สอดคล้องกับ(ณัฐพร เขียวแก้ว,วิชัย คุ่มมณี,ศรยุทธ กิจพจน์,จิราภร คุ่มมณี ,2022) กล่าวไว้ว่า นวัตกรรมการสร้างภาพจำลองเสมือนจริงเพื่องานก่อสร้างสามารถลดปัญหาความผิดพลาดในการนำเสนอโครงการต่าง ๆ อีกทั้งยังช่วยในเรื่องของงบประมาณที่อาจจะสูงเกินความเป็นจริงที่ตั้งเป้าหมายไว้ และ(Shiratuddin et al. 2011, Heydarian et al. 2015) กล่าวไว้ว่า นักบริหารงานก่อสร้างและการจัดการความเสี่ยงต้องขอขอบคุณข้อดีของระบบเทคโนโลยี AR ,โดยเฉพาะงานบริหารโครงการก่อสร้างขนาดใหญ่ เนื่องจากสามารถลดความผิดพลาดในการตัดสินใจซึ่งอาจทำให้เกิดการฟ้องร้องขึ้น ด้วยเทคโนโลยีที่จะช่วยให้เราสามารถจำลองแบบการก่อสร้างผ่านภาพเสมือนจริง ทุกฝ่ายเองก็จะเห็นภาพของการก่อสร้างมากขึ้น สามารถแก้ไขปัญหาลูกต่าง ๆ ก่อนที่จะลงมือทำได้ พร้อมทั้งช่วยให้การนำเสนองานเข้าใจง่ายขึ้น ใช้อุปกรณ์น้อยลง และงานดูน่าสนใจมากขึ้น เทคโนโลยีนี้พอจะสรุปได้ว่าเป็นหนึ่งในตัวเลือกที่ดี ที่ควรนำมาปรับใช้กับงานออกแบบก่อสร้างขนาดใหญ่ โดยสามารถกล่าวได้ว่าระบบ AR มีศักยภาพสูงในการประยุกต์ใช้กับโครงการก่อสร้างต่างๆได้เป็นอย่างดี

ข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้ทำให้ทราบถึงปัจจัยที่ส่งผลต่อความพึงพอใจการก่อสร้างรถไฟฟ้าส่วนต่อขยายสายสีเหลือง ช่วงแยกรัชดา-ลาดพร้าว ถึงแยกรัชโยธินด้วยเทคโนโลยี AUGMENTED REALITY (AR) ของประชาชนทั่วไป สามารถนำผลการวิจัยไปปรับใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนาการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพและการพัฒนาปรับปรุงการสื่อสารข้อมูลด้านการก่อสร้าง เพิ่มความรู้ความเข้าใจเรื่องรูปแบบสิ่งก่อสร้าง ขอบเขตของงานก่อสร้าง และความปลอดภัยในการก่อสร้าง ซึ่งปัจจัยเหล่านี้ล้วนส่งผลถึงความพึงพอใจในการก่อสร้างรถไฟฟ้าด้วยระบบ AR อาทิเช่น การสื่อสารข้อมูลโครงการก่อสร้างด้วยระบบ AR ทำให้สามารถเข้าใจข้อมูลด้านการก่อสร้างได้ดี วิธีการสื่อสารด้วยระบบ AR กับโครงการก่อสร้างขนาดใหญ่ ทำให้มีความเข้าใจถึงขอบเขตโครงการก่อสร้างได้ดีขึ้น และเมื่อเปรียบเทียบกับการนำเสนอแบบเดิม ๆ การนำเสนอโครงการด้วยระบบ AR ทำให้การทำความเข้าใจในตัวโครงการมีความง่ายขึ้น และทำให้มีประสิทธิภาพในการประชาสัมพันธ์โครงการได้ดีขึ้น และที่สำคัญการสื่อสารข้อมูลด้านการก่อสร้างด้วยระบบ AR กับโครงการประเภทรถไฟฟ้า ทำให้เห็นภาพจำลองโครงการที่ชัดเจนขึ้น สุดท้ายก็จะสะท้อนออกมาเป็นความพึงพอใจการก่อสร้างโครงการฯ ด้วยเทคโนโลยี AUGMENTED REALITY (AR) ของประชาชนทั่วไป บริการจนเกิดเป็นความน่าเชื่อถือ รวมไปถึงในด้านความปลอดภัยในการก่อสร้างโครงการด้วยการใช้ระบบ AR ที่สามารถทำได้ดียิ่งด้วย ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าผลการวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์กับงานก่อสร้างโครงการขนาดใหญ่โดยการใช้ระบบ AR โดยสามารถลดปัญหาความผิดพลาดในการนำเสนอโครงการต่าง ๆ อีกทั้งยังช่วยในเรื่องของงบประมาณที่อาจจะสูงเกินความเป็นจริงที่ตั้งเป้าหมายไว้ รวมถึงการใช้แบบจำลอง AR ในการสำรวจความพึงพอใจกับประชาชนเรื่องการก่อสร้างโครงการ ที่ได้รับผลตอบรับที่ดี ความพึงพอใจกับประชาชนที่เป็นไปในเชิงบวก โดยประโยชน์ที่จะเห็นได้ชัด คือ ช่วยสร้างความเข้าใจโครงการให้กับบุคคลทั่วไปที่เกี่ยวข้องหรือไม่เกี่ยวข้อง และทั้งที่เข้าใจอยู่แล้วหรือไม่เข้าใจงานในก่อสร้างเลยได้ดีกว่าเดิมขึ้นไปอีกขั้น สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการสื่อสาร อีกทั้งช่วยในการวางแผนงานก่อสร้าง และยังสามารถควบคุมเรื่องความปลอดภัย รวมไปถึงการควบคุมงบประมาณได้อีกด้วย และด้วยประโยชน์พร้อมกับความสามารถที่เป็นรูปธรรม ระบบ AR จะได้รับความนิยมเพิ่มขึ้นเพิ่มขึ้นในงานก่อสร้าง และในอนาคตอันใกล้หวังเป็นอย่างยิ่งว่า เมื่อเทคโนโลยีได้รับการพัฒนาให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ระบบ AR กับงานก่อสร้างจะกลายเป็นเครื่องมือที่เราสามารถพบเห็นได้โดยทั่วไป และสามารถเข้าถึงระบบ หรือนำมาใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นไปและจากการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการทดลองใช้เทคโนโลยี AR ผ่านแอปพลิเคชัน Sketchup Viewer ซึ่งอาจจะยังมีข้อจำกัดในการใช้งานอยู่บ้าง กล่าวคือ ในการติดตั้งภาพเสมือนจริงบนพื้นที่จริงตามตำแหน่งพื้นที่ที่จะก่อสร้างจริง อาจต้องใช้เวลาพอสมควร เนื่องจาก อุปกรณ์ในการรับข้อมูลที่มีความแตกต่างกันในการใช้ทำการทดลอง อาจมีความเร็วหรือการแสดงผลที่แตกต่างกัน ซึ่งอาจจะทำให้ประสิทธิภาพการประมวลผลได้ไม่เหมือนกัน จะเป็นไปในลักษณะที่ใกล้เคียงกันมากกว่า รวมไปถึงความชำนาญในการใช้อุปกรณ์ ระบบสัญญาณอินเทอร์เน็ต และ เครื่องมือแสดงผล หรือการใช้งานแอปพลิเคชันที่อาจมีขั้นตอนยุ่งยากในการใช้งาน ซึ่งตรงกับข้อเสนอแนะของ ณรงค์ฤทธิ์ ว่องไว และ วิทยา ศรีสมบุญ (2566) กล่าวว่า แอปพลิเคชัน AR ควรเปิดใช้งานได้ตลอดเวลา โดยไม่ใช้งานผ่านอินเทอร์เน็ตเท่านั้น จะทำให้สามารถนำเสนอระบบ AR ได้ในทุก ๆ เวลาที่ต้องการใช้งาน แต่เชื่อว่าเมื่อเทคโนโลยีนี้ยังไม่ได้หยุดพัฒนา แอปพลิเคชันระบบ AR มีตัวเลือกมากขึ้น การปรับปรุงให้

แอปพลิเคชันมีการใช้งานที่ง่ายตายไม่ซับซ้อน รวมถึงการเข้าถึงระบบอินเทอร์เน็ตที่มีความง่ายตายและมีความเร็วมากขึ้นในอนาคต จะทำให้การประยุกต์ใช้ระบบ AR จากแอปพลิเคชันต่างๆกับโครงการก่อสร้างต่างๆ จะทำได้ง่ายตายมากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- ณรงค์ฤทธิ์ ว่องไว, วิทยา ศรีสมบุญ. 2566. การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมบนมือถือสำหรับการอ่านแบบรูป 2 มิติ. วารสารสถาปัตยกรรม การออกแบบและการก่อสร้าง. คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ ผังเมืองและนฤมิตศิลป์. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- สุทธิภัทร ล้อสกุลกานนท์. 2558. ระบบผสมผสานระหว่างโลกจริงกับโลกเสมือนสำหรับการนำเสนอแบบมีปฏิสัมพันธ์กับแบบจำลองสารสนเทศอาคาร. วิทยานิพนธ์. สถาปัตยกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- ณัฐพร เขียวแก้ว, วิชัย คุ้มมณี, ศรยุทธ กิจพจน์, จิราภร คุ้มมณี, เดชพันธ์ จันทรงศิลป์. 2563. การศึกษาการพัฒนาการนำเสนอ งานก่อสร้าง ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (AR). วารสารวิจัยและนวัตกรรม. สถาบันการอาชีวศึกษา กรุงเทพมหานคร.
- วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์. 2563. มาตรฐานการใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคาร (BUILDING INFORMATION MODELING STANDARD) ตามแนวทางสภาวิชาชีพ. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ. สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เจตนิพัทธ์ ตะปานนท์, วิชิตา ท้าวหน่อ, พรพจน์ นุเสน, เอกพิสิษฐ์ บรรจงเกลี้ยง, มานพ แก้วโมราเจริญ. การประยุกต์ใช้แบบจำลองสารสนเทศและความจริงเสมือน ในการตรวจสอบงานโครงสร้างหลังคา. การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติครั้งที่ 26
- นันท์ธิดา กระจ่างตา. 2561. ปัจจัยที่ทำให้เกิดความล่าช้าในการดำเนินงานก่อสร้างรถไฟฟ้า: กรณีศึกษาโครงการก่อสร้างรถไฟฟ้าสายสีม่วง (บางใหญ่-บางซื่อ). วิทยานิพนธ์. วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- สมาคมสถาปนิกสยามในพระบรมราชูปถัมภ์. 2558. แนวทางการใช้งานแบบจำลองสารสนเทศอาคารสำหรับประเทศไทย (Thailand BIM Guideline). พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ. สำนักพิมพ์สเปส.

การทดสอบประสิทธิภาพของพอลิเมอร์เสริมเส้นใยแก้ว (GFRP) ตามมาตรฐาน ACI 440.3R-12

Performance Testing Anchorage Glass Fiber Reinforced Polymer (GFRP)

According to ACI 440.3R-12

ประพันธ์ วัฒนเดชาชาญ¹ จิรายุส คุ่มสิน¹ สิริภพ ใจใหญ่¹ และพรหมพักตร์ บุญรักษา^{2*}
Prapun Wattanadechachan¹ Jirayut Kumsin¹ Sirapob jaiyai¹ and Promphak Boonraksa^{2*}

¹สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ

^{2*}สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ

¹Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering and Architecture, Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi

^{2*}Department of Mechatronics engineering, Faculty of Engineering and Architecture, Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi

e-mail Prapun.W@rmutsb.ac.th , Promphak.b@rmutsb.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาเพื่อทดสอบประสิทธิภาพของโพลิเมอร์เสริมเส้นใยแก้ว (GFRP) เพื่อตรวจสอบการรับแรงดึงของอ้อมว่ามีประสิทธิภาพในการใช้งานในงานก่อสร้างได้อย่างมีประสิทธิภาพในการรับแรงที่ตัวของอ้อม GFRP ที่ขนาด 16 มิลลิเมตร โดยยึดหลักการทดสอบประสิทธิภาพของอ้อมตามมาตรฐาน ACI 440.3R-12 โดยการทดสอบ GFRP ขนาด 16 มิลลิเมตร อดศาของอ้อม 90° ขึ้นงานการทดสอบจะมี GFRP ขนาด 16 มิลลิเมตร สองเส้นอยู่ตรงกลางของการทดสอบฝังในบล็อกคอนกรีตที่กำลังอัดประลัย 300 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ทั้งสองข้าง โดยเริ่มทำการทดสอบโดยการให้ไฮดรอลิกแรงตรงกลางของชิ้นการทดสอบซึ่งคอนกรีตบล็อกจะถูกผลักออกจากกันจนตัวของอ้อมของ GFRP แตก จากการทดสอบทั้ง 4 ตัวอย่างการทดสอบจะได้ผลการทดสอบดังนี้ สามารถรับแรงที่ของอ้อมได้ 7588 กิโลกรัม ตัวอย่างที่สองสามารถรับแรงที่ของอ้อมได้ 7321 กิโลกรัม ตัวอย่างที่สามสามารถรับแรงที่ของอ้อมได้ 6210 กิโลกรัม ตัวอย่างที่สี่สามารถรับแรงที่ของอ้อมได้ 9619 กิโลกรัม ซึ่งนำผลของทั้งสี่ตัวอย่างจากการทดสอบนำมาหาค่าเฉลี่ยของการรับแรงดึงที่ของอ้อมได้ 7684.5 กิโลกรัม จากการทดสอบเกิดการวิบัติที่บล็อกคอนกรีตก่อนการวิบัติของอ้อม GFRP ทำให้ไม่ทราบค่าการรับแรงของอ้อม GFRP ได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: ของอ้อม, มาตรฐาน ACI 440.3R-12, การรับแรงดึง, โพลิเมอร์เสริมเส้นใยแก้ว

Abstract

This paper proposed a study to test the performance of Glass Fiber Reinforced Polymer (GFRP) for assessing its tensile strength and efficiency in construction work according to the performance testing standards of ACI 440.3R-12. The GFRP test piece, with a diameter of 16 mm., was tested at a 90-degree angle to assess its tensile strength. Two GFRP pieces of 16 mm. were placed in the center of the test piece and embedded in a concrete block that was being compressed at 300 Ksc. on both sides. The test began by placing a hydraulic jack in the center of the test piece, and the concrete block was pushed apart until the GFRP broke. Four test samples were conducted, and the results were as follows: the first sample was able to withstand a force of 7588 kg., the second sample was able to withstand a force of 7321 kg., the third sample was able to withstand a force of 6210 kg., and the fourth sample was able to withstand a force of 9619 kg. The average tensile strength of the GFRP was calculated by taking the average of the four test samples, which was found to be 7684.5 kg. A fracture occurred in the concrete block before the GFRP during testing, making it impossible to determine the tensile strength of the GFRP.

Keywords: Anchorage, Standards of ACI 440.3R-12 , tensile strength, GFRP

1. บทนำ

ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันในงานก่อสร้างเหล็กมีความสำคัญอย่างมากในงานก่อสร้าง เช่น บ้าน ตึก อาคาร หรือสิ่งปลูกสร้างต่าง ๆ เหล็กจึงเป็นวัสดุที่นิยมใช้ในงานคอนกรีต เพราะมีความทนทาน แข็งแรง สามารถใช้คนงานติดตั้งเหล็กที่หน้างานตามที่ได้รับบริการออกแบบจากผู้ออกแบบโครงสร้างได้ ผู้ใช้งานจึงเลือกใช้เหล็กเป็นส่วนมาก ทำให้ราคาเหล็กในตลาดมีราคาที่สูงขึ้น นอกจากราคาที่สูงขึ้นเหล็กยังมีข้อเสียหลักๆที่พบได้บ่อย คือ เหล็กสามารถเกิดสนิมได้ถ้าโดนน้ำ และเสียค่าแรงงานเพิ่มเติมถ้าต้องการตัดหรือตัดงอ ผู้ที่เกี่ยวข้องกับงานก่อสร้างจึงค้นหาวัสดุหรือนวัตกรรมมาเพื่อทดแทนเหล็กเพื่อลดต้นทุนในการก่อสร้างให้ได้มากที่สุด(คณะอนุกรรมการมาตรฐานสำหรับอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กโดยวิธีกำลังวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์,2564),(มงคล จิรวชิรเดช, 2557)

พอลิเมอร์เสริมเส้นใยแก้ว (Glass Fiber Reinforced Polymer ; GFRP) เป็นนวัตกรรมที่ถูกคิดค้นมาเพื่อเป็นทางเลือกในการทดแทนเหล็ก เพราะไม่เป็นสนิม รับแรงดึงได้สูงกว่าเหล็ก มีน้ำหนักเบาทำให้ไม่จำเป็นต้องใช้เครื่องจักรในการขนย้าย ทำให้ประหยัดงบประมาณในงานก่อสร้าง จึงทำให้ผู้ใช้งานหันมาเลือกใช้กันอย่างแพร่หลายในช่วง 5-10 ปีที่ผ่านมา แต่ก็มีผู้ที่ไม่ค่อยไว้วางใจใน GFRP Rebar เพราะมีผลวิจัยลองรับไม่มากนัก เช่น การรับแรงดัด การรับแรงเฉือน และประสิทธิภาพของของ GFRP Rebar(คัดคณัฐ ชื่นวงศ์อรุณ และณภัทร ดนัย, 2022),(บริษัท โนวาคอน จำกัด, 2550).

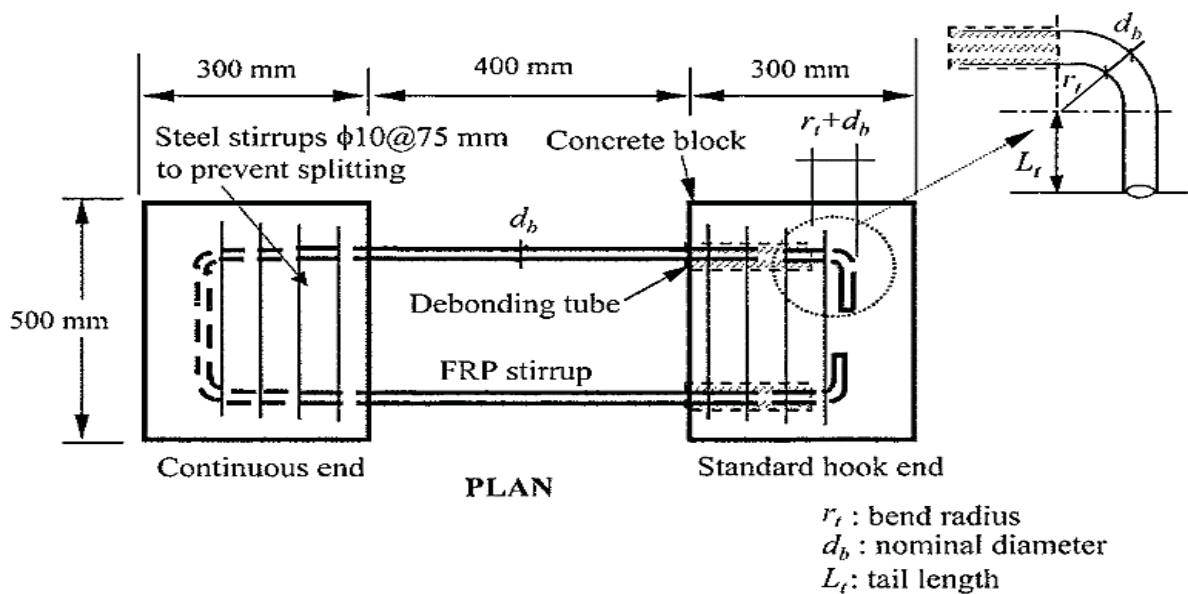
ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงจัดทำเพื่อทดสอบประสิทธิภาพของของ GFRP Rebar ตามมาตรฐาน ACI - 440.3R-12 ให้เป็นที่มั่นใจของคนทั่วไปหรือผู้ใช้งาน ในการเลือกใช้งาน GFRP Rebar ในงานก่อสร้างและใช้งาน ต่าง ๆ เพื่อเป็นทางเลือกในการทดแทนเหล็กที่มีราคาสูงขึ้น จะได้เป็นการลดต้นทุนและงานก่อสร้างที่มีคุณภาพมากขึ้น

2. วิธีการทดลองหรือวิธีการศึกษา

งานวิจัยนี้เป็นการทดสอบประสิทธิภาพของของ GFRP Rebar 90° ตามมาตรฐาน ACI 440.3R-12 โดยนำชิ้นงานมาทำการทดสอบแรงดึงในคอนกรีตเพื่อศึกษาพฤติกรรมของของ GFRP Rebar ในคอนกรีตโดยมีขั้นตอนและการทดสอบดังรายละเอียดต่อไปนี้

2.1 การออกแบบการทดลอง

1. โครงสร้างของชิ้นงานทดสอบขนาดของบล็อกคอนกรีตแต่ละก้อนที่ใช้ได้แสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 โครงสร้างของชิ้นงานทดสอบ

2. GFRP Rebar ที่ใช้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 16 มิลลิเมตร งอขอ 90° ความยาวปลาย 192 มิลลิเมตร ดังแสดงตามรูปที่ 2



รูปที่ 2 GFRP Rebar ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 16 mm งอขอ 90°

3. ปลอก GFRP ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 9 มิลลิเมตร
 4. ออกแบบส่วนผสมคอนกรีตกำลังอัดประลัย 300 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร โดยมีรายละเอียดแสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ส่วนผสมคอนกรีตที่ใช้ต่อ 1 ชิ้นงานทดสอบ

Concrete	Fine Aggregate (kg)	Coarse Aggregate (kg)	Water (kg)
29.8	89.7	103.1	18.5

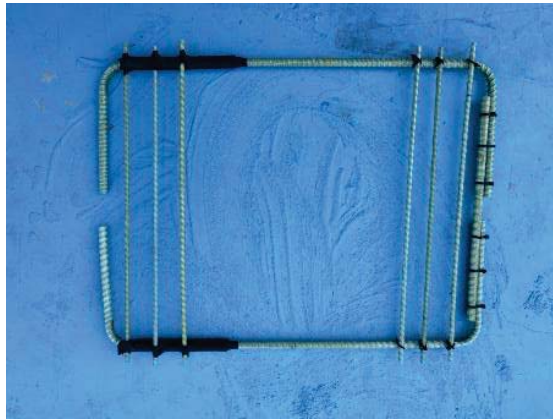
2.2 ขั้นตอนการทดลอง

1. ทำแบบทดสอบขนาด 500×1000 มิลลิเมตร โดยจะมีช่องว่างตรงกลางขนาด 500×400 มิลลิเมตร และจะมีขนาดบล็อกคอนกรีต 500×300 มิลลิเมตร ทั้ง 2 ข้าง ดังแสดงตามรูปที่ 3



รูปที่ 3 แบบที่ใช้ทำการหล่อคอนกรีต

2. ผูก GFRP Rebar ขนาด 16 มิลลิเมตร ที่ทำการงอขอ 90° กับปลอก GFRP ขนาด 9 มิลลิเมตร ด้วยเคเบิลไทร์ ดังแสดงดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 ผูก GFRP Rebar ตามแบบมาตรฐาน

3. นำ GFRP Rebar ที่ผูกไว้ลงในแบบการทดสอบ ดังแสดงตามรูปที่ 5



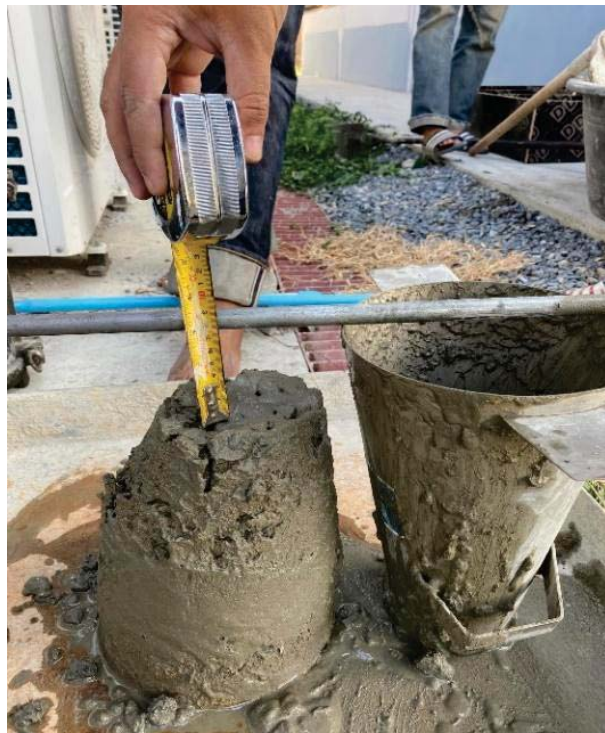
รูปที่ 5 ตำแหน่งที่วาง GFRP Rebar ลงในแบบ

4. ผสมส่วนผสมคอนกรีตตามอัตราส่วนที่กำหนดในตารางที่ 1 ดังแสดงตามรูปที่ 6



รูปที่ 6 ผสมส่วนผสมคอนกรีตตามอัตราส่วนที่กำหนด

5. ทำการเช็คสลัมที่การยัดตัวค่ายุบตัวไม่เกิน 5-10 เซนติเมตร ดังแสดงตามรูปที่ 7



รูปที่ 7 ทำการเช็คสลัม

6. ทำการเทคอนกรีตลงในแบบและใช้เหล็กกระทุ้งให้ทั่วเพื่อให้คอนกรีตแน่นตัวคอนกรีตดังแสดงตามรูปที่ 8



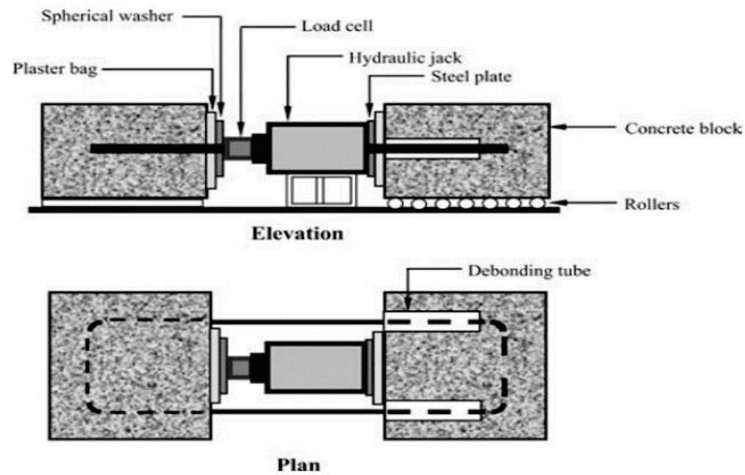
รูปที่ 8 ทำการเทคอนกรีตลงในแบบ

7. บ่มคอนกรีตให้ครบ 28 วัน โดยเลือกใช้วิธีการใช้แผ่นพลาสติกคลุมเพื่อป้องกันการเสียน้ำจากเนื้อคอนกรีต ดังแสดงตามรูปที่ 9



รูปที่ 9 บ่มคอนกรีตให้ครบ 28 วัน

8. นำชิ้นงานที่ได้ไปทำการทดสอบ โดยตั้งค่าการทดสอบตามมาตรฐาน ACI440.3R-12 ดังแสดงตามรูปที่ 10 จะมีแม่แรงไฮดรอลิกระหว่างบล็อคอนกรีต 2 ก้อน และโหลดเซลล์เพื่อวัดค่าแรงอัดที่กระทำต่อบล็อคอนกรีตและแผ่นเหล็กไว้ด้านหน้าของโหลดเซลล์แล้ววัดแม่แรงไฮดรอลิกเพื่อกระจายโหลดไปยังพื้นผิวคอนกรีต



รูปที่ 10 การตั้งค่าทดสอบตามมาตรฐาน ACI440.3R-12

9. ติดตั้งแม่แรงไฮดรอลิกระหว่างบล็อกคอนกรีต 2 ก้อน และโหลดเซลล์ และใส่แรงในแม่แรงไฮดรอลิกไปจนกว่าชั้นการทดสอบจะเกิดการวิบัติ ดังแสดงตามรูปที่ 11



รูปที่ 11 เพิ่มแรงแม่แรงไฮดรอลิก

10. บันทึกค่าที่ได้จากโหลดเซลล์ แล้วจึงนำมาวิเคราะห์การวิบัติของ GFRP Rebar ดังแสดงตามรูปที่ 12

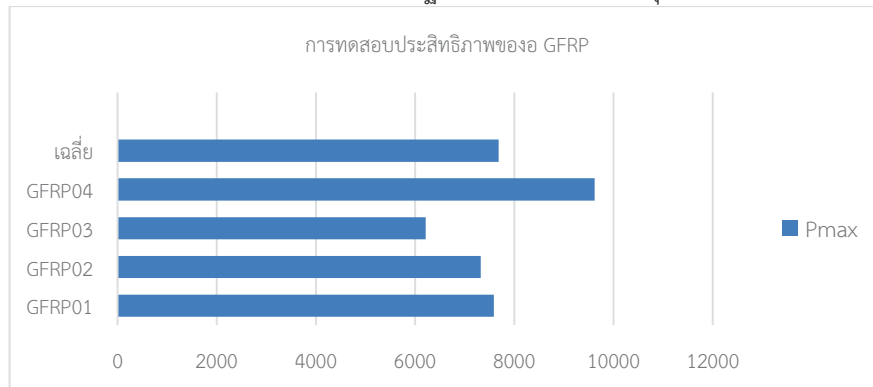


รูปที่ 12 บันทึกค่าที่ได้จากการทดสอบ

3. ผลการทดลองและวิจารณ์ผล หรือผลการศึกษาและอภิปรายผล

3.1 การทดสอบประสิทธิภาพของ GFRP ตามมาตรฐาน ACI 440.3R-12

จากการทดสอบประสิทธิภาพของ GFRP ตามมาตรฐาน ACI 440.3R-12 สรุปผลได้ดังนี้



รูปที่ 13 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของ GFRP ตามมาตรฐาน ACI 440.3R-1

ตารางที่ 2 ตารางบันทึกผลการทดสอบประสิทธิภาพของ GFRP ตามมาตรฐาน ACI 440.3R-12

ตัวอย่างที่	P _{max} (Kg)	ระยะห่างระหว่างชิ้นงานก่อนทดสอบ (cm)		ระยะห่างระหว่างชิ้นงานหลังทดสอบ (cm)	
		ด้านซ้าย	ด้านขวา	ด้านซ้าย	ด้านขวา
GFRP01	7588	40	40	40.50	41
GFRP02	7321	46	43	48	44
GFRP03	6210	43	40	40	39.70
GFRP04	9619	40.20	40.60	40.10	40.50
เฉลี่ย	7684.50	42.30	40.90	42.15	41.30

จากรูปที่ 13 และตารางที่ 2 จะเห็นได้ว่าการทดสอบประสิทธิภาพของ GFRP ตามมาตรฐาน ACI 440.3R-12 ทั้งสี่ตัวอย่างในบล็อกคอนกรีตกำลังอัดประลัย 300 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร จากการทดสอบการรับแรงดึงที่ของ GFRP ตัวอย่างการทดสอบที่ 1 รับแรงดึงที่ของ GFRP ได้ 7588 กิโลกรัม ตัวอย่างการทดสอบที่ 2 รับแรงดึงที่ของ GFRP ได้ 7321 กิโลกรัม ตัวอย่างการทดสอบที่ 3 รับแรงดึงที่ของ GFRP ได้ 6210 กิโลกรัม ตัวอย่างการทดสอบที่ 4 รับแรงดึงที่ของ GFRP ได้ 9619 กิโลกรัม

4. สรุป

จากการทดสอบประสิทธิภาพของ GFRP ตามมาตรฐาน ACI 440.3R-12 ทั้งสี่ตัวอย่างในบล็อกคอนกรีตกำลังอัดประลัย 300 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร จากการทดสอบการรับแรงดึงที่ของ GFRP ตัวอย่างการทดสอบที่ 1 รับแรงดึงที่ของ GFRP ได้ 7588 กิโลกรัม ตัวอย่างการทดสอบที่ 2 รับแรงดึงที่ของ GFRP ได้ 7321 กิโลกรัม ตัวอย่างการทดสอบที่ 3 รับแรงดึงที่ของ GFRP ได้ 6210 กิโลกรัม ตัวอย่างการทดสอบที่ 4 รับแรงดึงที่ของ GFRP ได้ 9619 กิโลกรัม

จากผลการทดสอบค่าเฉลี่ยของทั้งสี่ตัวอย่างสามารถรับแรงดึงที่ของ GFRP ได้ 7684.5 กิโลกรัม ซึ่งทั้งสี่ตัวอย่างที่ทำการทดสอบยังไม่ถึงการวิบัติของการรับแรงที่ตัวของ GFRP แต่บล็อกคอนกรีตที่ทำการใช้แม่แรงไฮดรอลิคทำการอัดแรงทำให้เกิดการพังที่ตัวบล็อกคอนกรีตก่อนที่จะถึงที่การวิบัติของตัวของ GFRP จากการทดสอบพฤติกรรมการรับแรงของของ GFRP ยังไม่เกิดการแตกหักหรือการล้าของตัวของ GFRP จากการวิเคราะห์การรับแรงที่ของ GFRP จากการทำการทดสอบสามารถรู้ว่าการรับแรงที่ของ GFRP ที่ 7684.5 กิโลกรัม สามารถรับแรงได้ แต่สามารถรับแรงที่ของของได้อย่างเต็มประสิทธิภาพมากกว่านี้

ข้อเสนอแนะ

งานวิจัยเรื่องการศึกษาเพื่อทดสอบประสิทธิภาพของ GFRP เกิดการผิดพลาดที่การวิบัติของคอนกรีตบล็อกก่อนที่จะเกิดการวิบัติที่ของ GFRP ผู้จัดทำทำการวิเคราะห์ว่าอาจจะต้องเสริมเหล็กที่บล็อกคอนกรีตให้เปรียบเสมือนคานซึ่งจะทำให้สามารถรับแรงที่ทดสอบได้จะทำให้สามารถทนทำการทดสอบจะไม่เกิดการวิบัติที่คอนกรีตบล็อกก่อนที่จะเกิดการวิบัติที่ของ GFRP จะทำให้สามารถรู้ถึงการรับแรงที่ตัวของ GFRP ได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ

5. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ คุณพลีษฐ์ จรัสพงศ์ ถาวร เจ้าของ บริษัท จีเอฟอาร์พี คิงส์ จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์พอลิเมอร์เสริมเส้นใยแก้วเพื่อนำมาทำการทดสอบประสิทธิภาพของพอลิเมอร์เสริมเส้นใยแก้ว (GFRP) ตามมาตรฐาน ACI 440.3R-12 และขอขอบคุณ คุณกิตติพัทธ์ วรสิทธิ์กิติกุล เจ้าของ บริษัท ซี.บี.เอ็น. แมทเทอเรียลเทสต์ จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการเดินทางนำอุปกรณ์มาทำการทดสอบประสิทธิภาพของพอลิเมอร์เสริมเส้นใยแก้ว (GFRP) ตามมาตรฐาน ACI 440.3R-12 จนการทดสอบสำเร็จคลุล่วงตามกำหนดการ

6. เอกสารอ้างอิง

- คณะกรรมการมาตรฐานสำหรับอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กโดยวิธีกำลังวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์, “การทำให้เกิดแรงของเหล็กเสริมและการต่อเหล็กเสริม,” มาตรฐานสำหรับอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก, พิมพ์ครั้งที่ 1: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, บทที่ 12, หน้า 97-108.
- คัดค้นรัฐ ชื่นวงศ์อรุณ และณภัทร ดนัย. (2022). พอลิเมอร์ [ออนไลน์], เข้าถึงได้จาก <https://ngthai.com/science/43452/polymer/> 16 กันยายน 2565.
- บริษัท โนวาคอน จำกัด. (2550). วัสดุเสริมแรงกลาสไฟเบอร์ [ออนไลน์], เข้าถึงได้จาก <https://www.novocon.co.th/gfrprebar.php> 28 กันยายน 2565.
- มงคล จิรวัชรเดช, “แรงยึดเหนี่ยว,” การออกแบบคอนกรีตเสริมเหล็ก, พิมพ์ครั้งที่ 1 บทที่ 8, หน้า 176-217.
- วินิต ช่อวิเชียร, “การยึดเหนี่ยวและระยะฝังยึดเหล็กเสริม,” การออกแบบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กโดยวิธีกำลัง, พิมพ์ครั้งที่ 6: 2560, บทที่ 5, หน้า 157-204.
- ACI 440.3R-12 guide test methods for Fiber-reinforced polymer (FRP ... (n.d.-a). <https://www.concrete.org/Portals/0/Files/PDF/Previews/440.3R-12web.pdf>
- Ehab A. Ahmed Ahmed K. EL-Sayed Ehab EL-Salakawy and Brahim Benmokrane, “Bend Strength of FRP Stirrups: Comparison and Evaluation of Testing Methods,” Journal of Composites for Construction., Jan. 2010.
- Guide for the design and (FRP) bars ACI 440.1R-15. (n.d.b). https://www.concrete.org/Portals/0/Files/PDF/Previews/440_1R_15.pdf
- Nantong Mach's. (2548). พลาสติกเสริมใยแก้ว [ออนไลน์], เข้าถึงได้จาก <http://m.th.frp-rejillas.com/info/glass-fiber-reinforced-plastics-frp-35776731> 16 กันยายน 2565.
- Reinforcements Thanongsak Imjai Reyes Garcia Maurizio Guadagnini and Kypros Pilakoutas, “Strength Degradation in Curved Fiber-reinforced Polymer (FRP) Bars Used as Concrete,” Polymers., 24 July. 2020.
- Thanongsak Imjai Maurizio Guadagnini and Kypros Pilakoutas, “Bend Strength of FRP Bars: Experimental Investigation and Bond Modeling,” Journal of composites for Construction., vol. 29,no. 7, July. 2017.

การพัฒนากำลังอัดแกนเดี่ยวของดินลูกรังที่ไม่ผ่านมาตรฐานปรับปรุงด้วย เถ้าลอยขยะเทศบาล จีโอโพลีเมอร์

Unconfined Compressive Strength Development of Marginal Lateritic Soil Improved by Municipal Solid Waste Incineration Fly Ash Geopolymer

เชิดศักดิ์ สุขศิริพัฒน์^{1*} เพทาย อุตราช¹ เสริมศักดิ์ ดิยะแสงทอง¹ กฤษฎา ครอบสูงเนิน¹
จักษดา อารงวุฒิ¹ ณัฐญา วงละคร² ถาวร เกื้อสกุล³ และวิศิษฐ์ศักดิ์ ทับยัง³
Cherdsak Suksiripattanapong^{1*}, Patai Utarat¹, Sermsak Tiyasangthong¹,
Kitsada Krosoongnern¹, Jaksada Thumrongvut¹, Nattiya Wonglakorn²,
Tavorn Kuasakul³ and Wisitsak Tabyang³

¹สาขาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

²สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร คณะวิทยาศาสตร์และศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

³สาขาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

¹Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering and Technology, Rajamangala University of Technology Isan

²Department of Information and Communication Technology, Faculty of Sciences and Liberal Arts,
Rajamangala University of Technology Isan

³Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Srivijaya

e-mail address: cherdsak.su@rmuti.ac.th, 081-7607722

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษา กำลังอัดของดินลูกรังที่ไม่ผ่านมาตรฐานปรับปรุงด้วยเถ้าลอยขยะเทศบาล จีโอโพลีเมอร์ ดินลูกรังที่ไม่ผ่านมาตรฐานได้จากบ่อลูกรัง อำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดนครราชสีมา เถ้าลอยขยะเทศบาลได้จากโรงไฟฟ้าพลังงานขยะ (Waste to Energy Power Plant) จังหวัดสงขลา งานวิจัยนี้ใช้อัตราส่วนดินลูกรังที่ไม่ผ่านมาตรฐานต่อเถ้าลอยขยะเทศบาล เท่ากับ 100:0 90:10 80:20 และ 70:30 อัตราส่วนของสารละลายโซเดียมซิลิเกต (NS) ต่อสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NH) เท่ากับ 20:80 10:90 และ 0:100 ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NH) เท่ากับ 8 โมลาร์ ผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่ากำลังอัดแช่น้ำที่อายุบ่ม 7 วัน ของดินลูกรังที่ไม่ผ่านมาตรฐานปรับปรุงด้วยเถ้าลอยขยะเทศบาล จีโอโพลีเมอร์มีค่าเพิ่มขึ้นตามปริมาณเถ้าลอยขยะเทศบาล และอัตราส่วน NS:NH ที่เพิ่มขึ้น กำลังอัดแช่น้ำสูงสุดที่อายุบ่ม 7 วัน ของดินลูกรังที่ไม่ผ่านมาตรฐานปรับปรุงด้วยเถ้าลอยขยะเทศบาล จีโอโพลีเมอร์พบที่ปริมาณเถ้าลอยขยะเทศบาลร้อยละ 20 และอัตราส่วน NS:NH เท่ากับ 20:80

คำสำคัญ: กำลังอัดแกนเดี่ยว ดินลูกรังที่ไม่ผ่านมาตรฐาน เถ้าลอยขยะเทศบาล จีโอโพลีเมอร์

Abstract

This research investigated compressive strength of marginal lateritic soil improved by waste ash geopolymer. Marginal lateritic soil was obtained from borrow pit, Chaloeam Phra Kiat District, Nakhon Ratchasima. Waste ash obtained from Waste to Energy Power Plant, Songkhla. Marginal lateritic soil: Waste ash ratios of 100:0, 90:10, 80:20 and 70:30, Sodium silicate (NS):Sodium hydroxide (NH) ratios of 20:80, 10:90 and 0:100 and NH concentration of 8 M were used in this research. It can be seen that 7-day soaking compressive strength of marginal lateritic soil improved by waste ash geopolymer increased as waste ash content and NS:NH ratio increased. The maximum 7-day soaking compressive strength of marginal lateritic soil improved by waste ash geopolymer was at waste ash content of 20% and NS:NH ratio of 20:80.

Keywords: Unconfined Compressive Strength, Marginal Lateritic Soil, Municipal solid waste incineration fly ash, Geopolymer

1. บทนำ

โครงสร้างพื้นฐานด้านคมนาคมขนส่งของประเทศได้มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะอย่างยิ่งการก่อสร้างถนน โดยทั่วไปชั้นโครงสร้างถนนประกอบด้วย ผิวทาง ชั้นพื้นทาง (Base) ชั้นรองพื้นทาง (Subbase) และชั้นดินถม ดินลูกรัง (Lateritic soil) เป็นวัสดุหลักที่ใช้ในงานชั้นรองพื้นทาง (Subbase) ซึ่งคุณสมบัติของดินลูกรังต้องผ่านมาตรฐานกรมทางหลวง อย่างไรก็ตาม ปริมาณวัสดุตามธรรมชาติที่มีคุณภาพลดลงอย่างต่อเนื่อง ซึ่งส่งผลให้เกิดปัญหาการขาดแคลนวัสดุที่มีคุณภาพ และอาจจำเป็นต้องขนส่งวัสดุมาจากแหล่งที่ห่างไกลทำให้ต้นทุนการก่อสร้างสูงขึ้น ในปัจจุบันมีนักวิจัยท่าน (นิโรจน์ เงินพรม, 2553; กิตติศักดิ์ โชติ และ ประทีป ดวงเดือน, 2556; เบญจรัชต์ บุญธิพงษ์ และคณะ, 2560) ได้ศึกษาการปรับปรุงคุณภาพของดินลูกรังด้วยกรรมวิธีทางเคมี เช่น ปูนซีเมนต์ ปูนขาว หรือสารผสมเพิ่ม อย่างไรก็ตามกระบวนการการผลิตปูนซีเมนต์ก่อให้เกิดปัญหาการทำลายทรัพยากรธรรมชาติ และยังปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) สู่ชั้นบรรยากาศ ซึ่งทำให้เกิดสภาวะโลกร้อนขึ้น (เชิดศักดิ์ สุขศิริพัฒน์พงศ์ และคณะ, 2557; เชิดศักดิ์ สุขศิริพัฒน์พงศ์ และคณะ, 2559)

ปัญหาขยะมูลฝอย (Solid Waste) ของประเทศไทยเป็นปัญหาสำคัญ ในปี 2561 มีปริมาณขยะมูลฝอยเกิดขึ้นประมาณ 27.93 ล้านตัน และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากการขยายตัวของชุมชนเมือง และการปรับเปลี่ยนวิถีชีวิตจากสังคมเกษตรกรรมสู่สังคมเมือง อีกทั้งยังส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและเป็นอันตรายต่อสุขภาพอนามัย (กรมควบคุมมลพิษ, 2561) จากปัญหาดังกล่าวทางหน่วยงานได้จัดการกับขยะเหล่านี้ โดยการเผาเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า กระบวนการผลิตกระแสไฟฟ้าทำให้เกิดเถ้าขยะ (Waste Ash) ซึ่งเป็นของเสียจากภาคอุตสาหกรรมและยังก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศ

งานวิจัยนี้ศึกษาถึงความเป็นไปได้ในการนำเถ้าลอยขยะเทศบาล มาปรับปรุงดินลูกรังที่ไม่ผ่านมาตรฐานสำหรับวัสดุรองพื้นทาง โดยใช้โซลคาไลนหรือสารละลายที่เป็นด่างสูง ซึ่งได้แก่ สารละลายโซเดียมซิลิเกต (NS) หรือโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NH) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาซึ่งสามารถเกิดการแข็งตัวและทำให้กำลังอัด และความทนทานสูงขึ้น (Suksiripattanapong et al., 2015a; Suksiripattanapong et al., 2015b; Horpibulsuk et al., 2015) งานวิจัยนี้จะได้เป็นวัสดุทางเลือกในอนาคต และยังช่วยแก้ปัญหาการกำจัดขยะจากภาคอุตสาหกรรม

2. วิธีการทดลอง

2.1 ดินลูกรังไม่ผ่านมาตรฐาน (Marginal Lateritic Soil, MLS)

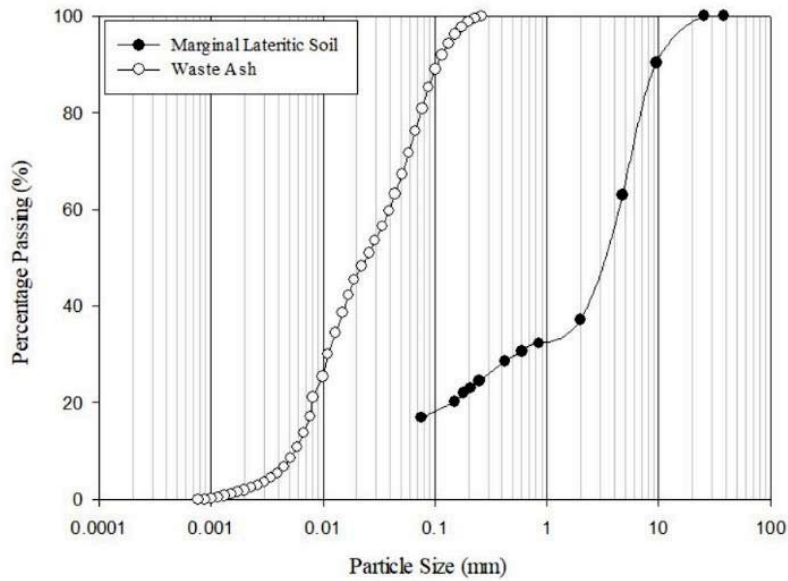
ดินลูกรังไม่ผ่านมาตรฐานได้จากบ่อลูกรัง อำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดนครราชสีมา ตัวอย่างดินลูกรังผ่านตะแกรงเบอร์ 4 MLS มีส่วนประกอบของดินเม็ดหยาบร้อยละ 50.36 และดินเม็ดละเอียดร้อยละ 49.52 ซึ่งสามารถจำแนกจำแนกโดยวิธี Unified Soil Classification System (USCS) ได้เป็น ทรายปนดินเหนียว (Clayey Sand) MLS มีค่าความถ่วงจำเพาะเท่ากับ 2.42 ค่าขีดจำกัดเหลว (Liquid limit) ค่าขีดจำกัดพลาสติก (Plastic limit) และค่าดัชนีพลาสติก (Plastic Index) ของ MLS มีค่าเท่ากับร้อยละ 32.05 15.71 และ 16.33 ตามลำดับ ค่าสึกหรอ (Abrasion) ของดินตัวอย่างเท่ากับร้อยละ 65.50 หน่วยน้ำหนักแห้งสูงสุดที่พลังงานบดอัดสูงกว่ามาตรฐานมีค่าเท่ากับ 20.96 KN/m^3 และปริมาณความชื้นที่เหมาะสม (OMC) ร้อยละ 10.15 ค่า CBR ที่ร้อยละ 95 ของหน่วยน้ำหนักแห้งสูงสุดมีค่าเท่ากับ 2.15 จากผลการทดสอบคุณสมบัติพื้นฐานของ MLS พบว่าค่า CBR ของดินลูกรังไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานวัสดุรองพื้นทางของ ทางหลวง ทล.-ท 205/2535

2.2 เถ้าลอยขยะเทศบาล (Municipal Solid Waste Incineration Fly Ash, MSWI FA)

เถ้าลอยขยะเทศบาลได้จากโรงไฟฟ้าพลังงานขยะ (Waste to Energy Power Plant) จังหวัดสงขลา ลักษณะของ MSWI FA แสดงในรูปที่ 2 ค่าความถ่วงจำเพาะของ MSWI FA มีค่าเท่ากับ 2.03 องค์ประกอบทางเคมีของเถ้าลอยขยะเทศบาลแสดงในตารางที่ 1 ผลรวมของปริมาณธาตุ SiO_2 , Al_2O_3 และ Fe_2O_3 เท่ากับร้อยละ 18.82 และ CaO มีปริมาณร้อยละ 23.88 การกระจายขนาดผลของเถ้าลอยขยะเทศบาลแสดงในรูปที่ 1 ขนาดผลเฉลี่ยของ MSWI FA มีค่าเท่ากับ 0.0171 มิลลิเมตร

2.3 สารกระตุ้น (Liquid alkaline activator)

สารกระตุ้นเป็นส่วนผสมของโซเดียมซิลิเกต (NS) และโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NH) ที่ความเข้มข้นเท่ากับ 8 โมลาร์ การเตรียมสารละลาย NH เริ่มจากการผสม NH แบบเกรด 320 กรัม กับน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 1000 มิลลิลิตร จากนั้นผสมให้เข้ากัน แล้วทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง (เชิดศักดิ์ สุขศิริพัฒน์พงศ์ และคณะ, 2559) งานวิจัยนี้กำหนดสัดส่วนของสารกระตุ้น NS:NH ไว้ 3 อัตราส่วน คือ 20:80 10:90 และ 0:100



รูปที่ 1 การกระจายขนาดของดินลูกรังไม่ผ่านมาตรฐานและเถ้าลอยขยะเทศบาล

ตารางที่ 1 องค์ประกอบทางเคมีของเถ้าลอยขยะเทศบาล

องค์ประกอบทางเคมี	เถ้าลอยขยะเทศบาล
SiO ₂	8.95
Al ₂ O ₃	3.71
Fe ₂ O ₃	6.16
CaO	23.88
Cl	18.85
K ₂ O	20.37
TiO ₂	1.38
MnO ₂	0.46
Br ₂ O	1.08
Rb ₂ O	1.00
ZnO	5.19
PbO	3.17
LOI	5.80

2.4 การเตรียมตัวอย่าง

ดินลูกรังไม่ผ่านมาตรฐาน-เถ้าลอยขยะเทศบาล จีโอโพลีเมอร์ (MLS-MSWI FA Geopolymer) เป็นส่วนผสมของดินลูกรังไม่ผ่านมาตรฐาน เถ้าลอยขยะเทศบาล และสารกระตุ้นที่อัตราส่วน MLS:MSWI FA เท่ากับ 100:0 90:10 80:20 และ 70:30 (รูปที่ 2ก) อัตราส่วน NS:NH เท่ากับ 20:80 10:90 และ 0:100 โดยน้ำหนัก โดยการผสม MLS และ MSWI FA ให้เป็นเนื้อเดียวกัน จากนั้นนำสารกระตุ้นของแต่ละอัตราส่วน NS:NH (20:80 10:90 และ 0:100) มาผสมกับตัวอย่าง MLS:MSWI FA โดยใช้เวลาในการผสม 5-10 นาที จากนั้นทำการบดอัดที่พลังงานสูงกว่ามาตรฐาน (Modified Proctor Compaction Test) หลังจากการบดอัดตัวอย่างแล้ว ตัวอย่างจะถูกห่อด้วยถุงพลาสติกใสเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 7 28 60 และ 90 วัน เมื่อได้อายุบ่มที่ต้องการ นำตัวอย่างไปทดสอบหาค่ากำลังรับแรงอัดแกนเดียว (Unconfined Compressive Strength, UCS) ซึ่งแต่ละสัดส่วนผสมจะเก็บตัวอย่างจำนวน 3 ตัวอย่าง เพื่อใช้เป็นตัวแทนของส่วนผสมและเพื่อให้ได้ค่าความถูกต้องแม่นยำ แสดงในรูปที่ 2ข



(ก)

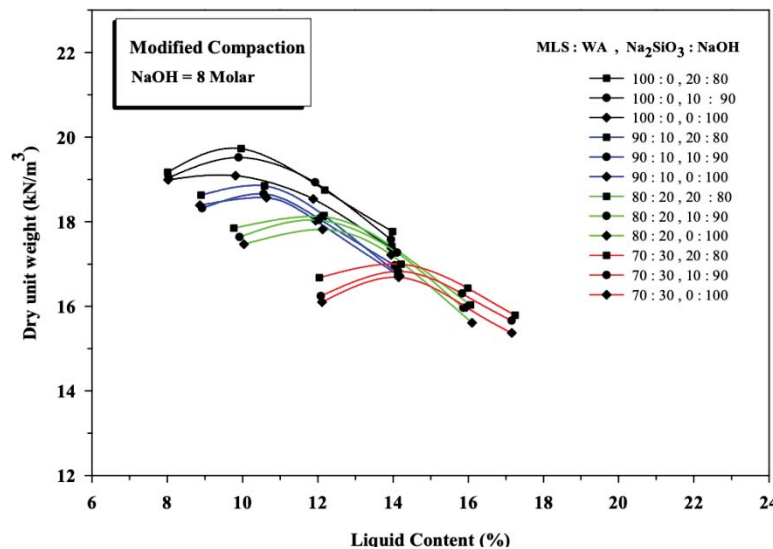


(ข)

รูปที่ 2 (ก) ตัวอย่าง MLS และ MSWI FA และ(ข) ก้อนตัวอย่าง MLS- MSWI FA Geopolymer

3. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

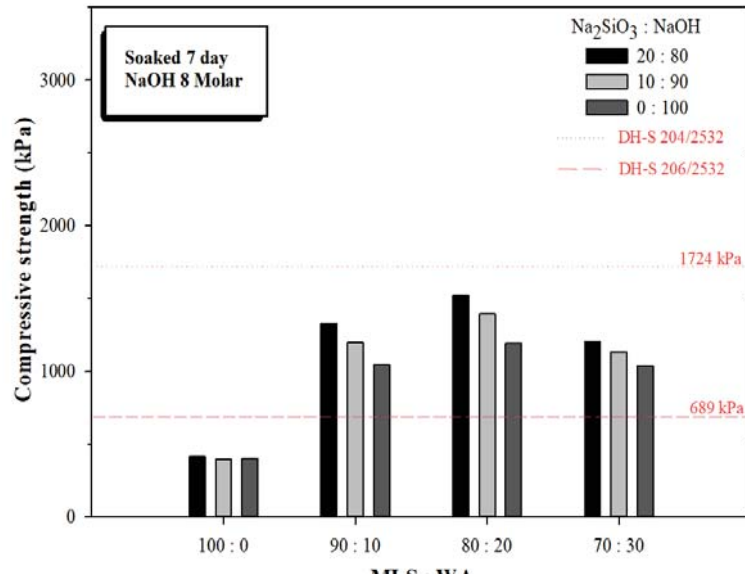
รูปที่ 3 แสดงกราฟการบดอัดของดินลูกรังที่ไม่ผ่านมาตรฐาน-เถ้าลอยขยะเทศบาล จีโอโพลิเมอร์ที่อัตราส่วน MLS: MSWI FA เท่ากับ 100:0 90:10 80:20 และ 70:30 และอัตราส่วน NS:NH เท่ากับ 20:80 10:90 และ 0:100 พบว่าหน่วยน้ำหนักแห้งสูงสุดของดินลูกรังไม่ผ่านมาตรฐาน เถ้าลอยขยะเทศบาล จีโอโพลิเมอร์มีค่าเพิ่มขึ้นตามอัตราส่วน NS:NH ที่เพิ่มขึ้น ยกตัวอย่าง เช่น หน่วยน้ำหนักแห้งของตัวอย่างที่อัตราส่วน MLS:MSWI FA เท่ากับ 90:10 มีค่าเท่ากับ 18.55 18.6 และ 18.85 kN/m³ สำหรับอัตราส่วน NS:NH เท่ากับ 0:100 10:90 และ 20:80 ตามลำดับ ปริมาณ L ส่งผลต่อกราฟการบดอัดดินลูกรังไม่ผ่านมาตรฐาน เถ้าลอยขยะเทศบาล จีโอโพลิเมอร์ เมื่อปริมาณ L < OLC (ปริมาณสารกระตุ้นที่เหมาะสม (Optimum liquid content, OLC) หน่วยน้ำหนักแห้งของตัวอย่างมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณ L เพิ่มขึ้น ในขณะที่ หน่วยน้ำหนักแห้งของตัวอย่างมีค่าลดลงเมื่อ ปริมาณ L เพิ่มขึ้น



รูปที่ 3 การบดอัดของดินลูกรังไม่ผ่านมาตรฐาน-เถ้าลอยขยะเทศบาล จีโอโพลิเมอร์ที่อัตราส่วน MLS:MSWI FA และอัตราส่วน NS:NH ต่าง ๆ

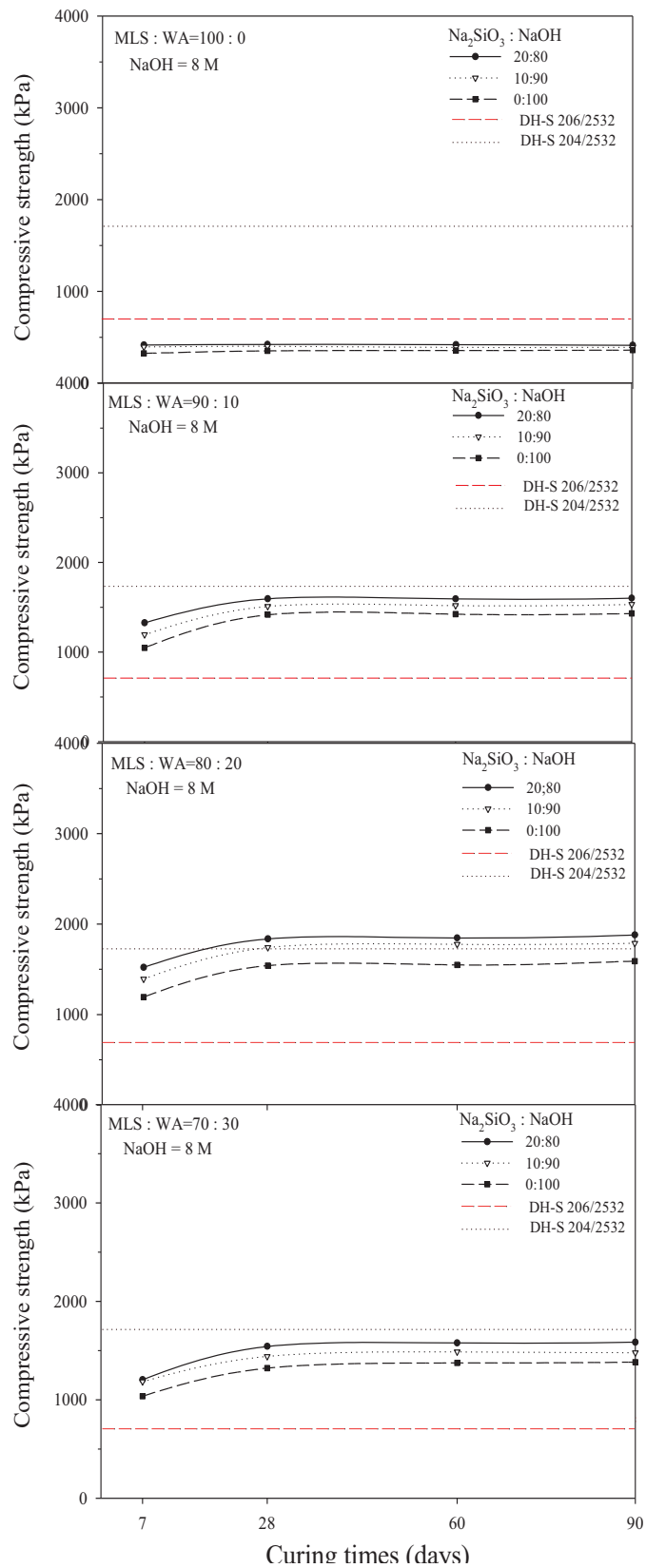
รูปที่ 4 แสดงกำลังอัดแบบแช่น้ำของดินลูกรังที่ไม่ผ่านมาตรฐาน-เถ้าลอยขยะเทศบาล จีโอโพลิเมอร์ ที่อัตราส่วน MLS: MSWI FA เท่ากับ 100:0 90:10 80:20 และ 70:30 และอัตราส่วน NS:NH เท่ากับ 20:80 10:90 และ 0:100 ผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่ากำลังอัดแกนเดียวที่อายุบ่ม 7 วันมีค่าเพิ่มขึ้นตามการเพิ่มของวัสดุประสาน (MSWI FA) ยกตัวอย่างเช่น กำลังอัดที่อายุบ่ม 7 วันของอัตราส่วนสารผสม NS:NH เท่ากับ 20:80 มีค่าเท่ากับ 415 1,327 และ 1,521 KPa สำหรับ MLS:MSWI FA เท่ากับ 100:0 90:10 และ 80:20 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับค่าเกณฑ์มาตรฐานกำหนดของกรมทางหลวง ทล.-ม.206/2532 มาตรฐานรองพื้นทางดินซีเมนต์ (Soil Cement Subbase) ระบุว่ากำลังอัดต้องไม่น้อยกว่า 689 กิโลปาสกาล อัตราส่วนผสมที่เหมาะสมของดินลูกรังไม่ผ่านมาตรฐาน เถ้าลอยขยะเทศบาล จีโอโพลิเมอร์ พบที่อัตราส่วนผสม MLS:MSWI FA เท่ากับ 90:10 80:20 และ

70:30 อัตราส่วนสารละลาย NS:NH เท่ากับ 20:80 10:90 และ 0:100 ซึ่งให้ค่ากำลังอัดผ่านเกณฑ์มาตรฐานกำหนดของกรมทางหลวง รองพื้นทางดินซีเมนต์ (Soil Cement Subbase)



รูปที่ 4 กำลังอัดแบบแช่น้ำที่อายุบ่ม 7 วันของดินลูกรังที่ไม่ผ่านมาตรฐาน-แก้ลดยขยะเทศบาล จีโอโพลิเมอร์ ที่อัตราส่วน MLS: MSWI FA และ NS:NH ต่าง ๆ

รูปที่ 5 แสดงการพัฒนา กำลังอัดของดินลูกรังไม่ผ่านมาตรฐาน แก้ลดยขยะเทศบาล จีโอโพลิเมอร์ที่อัตราส่วน MLS: MSWI FA เท่ากับ 100:0 90:10 80:20 และ 70:30 อัตราส่วน NS:NH เท่ากับ 20:80 10:90 และ 0:100 และความเข้มข้น NH เท่ากับ 8 โมลาร์ พบว่าที่อัตราส่วน MLS:MSWI FA เท่ากับ 100:0 และ NS:NH เท่ากับ 20:80 10:90 และ 0:100 และความเข้มข้น NH เท่ากับ 8 โมลาร์ พบว่าที่อายุบ่มระหว่าง 28 60 และ 90 วัน มีค่ากำลังอัดที่คงที่ ไม่ส่งผลทำให้กำลังอัดพัฒนาขึ้นไปได้ เมื่อเปรียบเทียบกับอัตราส่วนผสมที่มีการปรับปรุงโดยการเพิ่มปริมาณแก้ลดยขยะเทศบาล เข้าไปในตัวอย่าง สำหรับทุกอัตราส่วน ในขณะที่ที่อายุบ่มระหว่าง 7-28 วัน การพัฒนา กำลังอัดของดินลูกรังไม่ผ่านมาตรฐาน แก้ลดยขยะเทศบาล จีโอโพลิเมอร์มีค่าเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด สำหรับอัตราส่วน MLS:MSWI FA เท่ากับ 90:10 80:20 และ 70:30 เนื่องจากการเกิดแคลเซียมอะลูมิโนซิลิเกตไฮเดรต (C-A-S-H) และโซเดียมอะลูมิโนซิลิเกตไฮเดรต (N-A-S-H) ในระบบ (Punurai et al., 2018) และอาจเป็นเพราะการเพิ่มขึ้นของแก้ลดยขยะเทศบาล ทำให้แคลเซียมไอออนอิสระที่มีอยู่ (Ca²⁺) เพิ่มขึ้นซึ่งสามารถทำปฏิกิริยากับซิลิเกต (NS) เพื่อสร้างแคลเซียมซิลิเกตไฮเดรต (CSH) เจล (Rattanasak et al., 2011; Wongsat et al., 2017)



รูปที่ 5 การพัฒนากำลังอัดแกนเดี่ยวของดินลูกรังที่ไม่ผ่านมาตรฐาน-แก้ลดระยะเทศบาล
 จีโอโพลิเมอร์ที่อัตราส่วน MLS:MSWI FA และอัตราส่วน NS:NH ต่าง ๆ

4. สรุป

งานวิจัยศึกษาการพัฒนากำลังอัดแกนเดียวของดินลูกรังที่ไม่ผ่านมาตรฐานปรับปรุงด้วยเถ้าลอยขยะเทศบาล จีโอโพลิเมอร์ จากผลการศึกษานี้สรุปได้ดังนี้

1. หน่วยน้ำหนักแห้งสูงสุดของดินลูกรังไม่ผ่านมาตรฐาน-เถ้าลอยขยะเทศบาล จีโอโพลิเมอร์ มีค่าลดลงตามอัตราส่วน MSWI FA ที่เพิ่มขึ้น หน่วยน้ำหนักแห้งสูงสุดที่ลดลงนี้เนื่องมาจากค่าความถ่วงจำเพาะของ MSWI FA มีค่าน้อยกว่า MLS

2. กำลังอัดแกนเดียวที่อายุบ่ม 7 วันมีค่าเพิ่มขึ้นตามการเพิ่มของวัสดุประสาน (MSWI FA) อัตราส่วนผสมที่เหมาะสมของดินลูกรังไม่ผ่านมาตรฐาน เถ้าลอยขยะเทศบาล จีโอโพลิเมอร์ พบที่อัตราส่วนผสม MLS:MSWI FA เท่ากับ 90:10 80:20 และ 70:30 อัตราส่วนสารละลาย NS:NH เท่ากับ 20:80 10:90 และ 0:100 ซึ่งให้ค่ากำลังอัดผ่านเกณฑ์มาตรฐานกำหนดของกรมทางหลวง รองพื้นทางดินซีเมนต์ (Soil Cement Subbase)

3. เถ้าลอยขยะเทศบาล จีโอโพลิเมอร์ในช่วงอายุบ่มระหว่าง 7-28 วัน มีค่าเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด สำหรับอัตราส่วน MLS:MSWI FA เท่ากับ 90:10 80:20 และ 70:30 เนื่องจากปฏิกิริยาร่วมระหว่างแคลเซียมอะลูมิโนซิลิเกตไฮเดรต (C-A-S-H) และ โซเดียมอะลูมิโนซิลิเกตไฮเดรต (N-A-S-H) ซึ่งเป็นผลมาจาก และอาจเป็นเพราะการเพิ่มขึ้นของเถ้าลอยขยะเทศบาล (MSWI FA) ทำแคลเซียมไอออนอิสระ (Ca^{2+}) ที่อยู่ใน MSWI FA

5. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณโรงไฟฟ้าพลังงานขยะ (Waste to Energy Power Plant) จังหวัดสงขลา ที่ได้อนุเคราะห์เถ้าลอยขยะเทศบาล เพื่อใช้ในการวิจัย คุณพิษณุ นาคแก้ว ที่ให้ความอนุเคราะห์ตัวอย่างดินลูกรังจากบ่อลูกรัง อำเภอนครหลวง จังหวัดนครราชสีมา สำนักวิเคราะห์วิจัยและพัฒนา กรมทางหลวงชนบท สำหรับเครื่องมือทดสอบและห้องปฏิบัติการทดสอบวัสดุ และ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

6. เอกสารอ้างอิง

นิโรจน์ เงินพรม. (2553). การศึกษาคุณสมบัติของชั้นทางผสมดินลูกรัง ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์และตะกรันเหล็ก. *วารสารวิชาการและวิจัย มทร.พระนคร*, 4(1), 25-31.

กิตติศักดิ์ โชติ และ ประทีป ดวงเดือน. (2556). การปรับปรุงคุณภาพดินลูกรัง ด้วยเถ้าก้นเตาและปูนขาว. *วิศวกรรมสาร มก*, 26(83), 47-55.

เบญจรัตน์ บุญธิพอง, ขยานนท์ ทรราชภิญโญ, ปิยะพงษ์ วงศ์เมธา, และ พีรพงศ์ จิตเสงี่ยม, (2560). การปรับปรุงวัสดุชั้นรองพื้นทางที่ต่ำกว่ามาตรฐานโดยใช้ปอร์ตแลนด์ซีเมนต์ และยิปซัมเอฟจีดี. *วารสารวิศวกรรมศาสตร์ มช*, 24, 139-151.

เชิดศักดิ์ สุขศิริพัฒนพงศ์, เสริมศักดิ์ ดิยะแสงทอง, จิระยุทธ สืบสุข, และ สุขสันต์ หอพิบูลสุข. (2559). อิทธิพลของปริมาณสารกระตุ้นต่อหน่วยน้ำหนักและกำลังอัดของตะกอนดินประปา-เถ้าลอยจีโอโพลิเมอร์มวลเบาเซลลูล่า. *วารสารวิชาการวิศวกรรมศาสตร์ ม.อุบลราชธานี*, 9(1), 83-90.

เชิดศักดิ์ สุขศิริพัฒนพงศ์, พิมศิลป์ จันทร์ประเสริฐ, ปฎิมาพร สุขมาก, และ สุขสันต์ หอพิบูลสุข. (2557). พฤติกรรมด้านกำลังอัดของตะกอนดินประปาเถ้าลอยจีโอโพลิเมอร์. การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 19, ขอนแก่น, 14-16 พฤษภาคม 2557, 1543-1547.

กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2561). สรุปสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย ปี 2561. บริษัท สไตส์ครีเอทีฟแฮร์ส จำกัด, 70-85.

Suksiripattanapong, C., Horpibulsuk, S., Chanprasert, P., Sukmak, P. & Arulrajah, A. (2015a). Compressive strength development in fly ash geopolymer masonry units manufactured from water treatment sludge. *Construction and Building Materials*, 82, 20- 30.

Horpibulsuk, S., Suksiripattanapong, C., Samingthong, W., Chinkulkijniwat, A., Rachan, R., & Arulrajah, A. (2015). Durability against wet-dry cycles of water treatment sludge-fly ash geopolymer. *Journal of Materials in Civil Engineering*, 94, 807-816

Suksiripattanapong, C., Horpibulsuk, S., Boongrasan, S., Udomchai, A., Chinkulkijniwat, A. & Arulrajah, A. (2015b). Unit weight, strength and microstructure of a water treatment sludge-fly ash lightweight cellular geopolymer, *Construction and Building Materials*, 58, 254-257

สำนักวิเคราะห์และตรวจสอบ (2556). มาตรฐานที่ ทล.-ม. 206/2532 มาตรฐานรองพื้นทางดินซีเมนต์ (Soil Cement Subbase), กรมทางหลวง.

Punurai, W., Kroehong, W., Saptamongkol, A. & Chindaprasirt, P. (2018). Mechanical properties, microstructure and drying shrinkage of hybrid fly ash-basalt fiber geopolymer paste. *Construction and Building Materials* 186 (2018) 62–70.

Rattanasak, U., Pankhet, K. & Chindaprasirt, P. (2011). Effect to chemical admixtures on properties of high-calcium fly ash geopolymer. *International Journal of Minerals, Metallurgy and Materials*, 18(3), 364-369.

Wongsa, A., Boonserm, K., Waisurasingha, C., Sata, V. & Chindaprasirt, P. (2017). Use of municipal solid waste incinerator (MSWI) bottom ash in high calcium fly ash geopolymer matrix. *Journal of Cleaner Production*, 148, 49-59.

การศึกษาสิ่งปลูกสร้างชั่วคราวในงานก่อสร้างอาคารสำนักงานของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โครงการหมอน 33

นครินทร์ ลายี

Nakarin Layee

คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตอุเทนถวาย กรุงเทพมหานคร

Email address : Nakarinlayee@gmail.com

บทคัดย่อ

งานค้นคว้าอิสระนี้เพื่อศึกษาถึงศึกษาปัญหาและอุปสรรคของการจัดวางตำแหน่ง Site Layout เดิม เพื่อศึกษาแนวทางการจัดวาง Site Layout ที่ปรับปรุงใหม่ และศึกษาและเปรียบเทียบผลทางด้านเวลา และค่าใช้จ่ายกรณีศึกษา โครงการพัฒนาพื้นที่หมอน 33 ของสำนักงานจัดการทรัพย์สินจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ประเภทอาคารสูงและอาคารขนาดใหญ่พิเศษเนื้อที่อาคารรวม 150,000 ตร.ม. โดยโครงการเป็นอาคาร ค.ส.ล. ประกอบด้วยพื้นที่อาคารอยู่อาศัยรวม พาณิชยกรรม สำนักงาน และที่จอดรถ ตั้งอยู่ที่ถนนซอยจุฬาลงกรณ์ 9 แขวงวังใหม่ เขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร มูลค่างานรวม 3,500,000,000 บาท โดยประมาณ การศึกษาค้นคว้าอิสระ ครั้งนี้เป็นการศึกษาค้นคว้าอิสระเชิงสำรวจ (Survey Study) เพื่อทราบข้อเท็จจริงเกี่ยวกับการวางตำแหน่งสิ่งปลูกสร้างชั่วคราวงานก่อสร้างอาคาร โดยเก็บข้อมูลจากโครงการก่อสร้าง โครงการพัฒนาพื้นที่หมอน 33 ของสำนักงานจัดการทรัพย์สินจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล ผลการศึกษาพบว่าอัตราส่วนค่าใช้จ่ายดำเนินงานเกี่ยวกับสิ่งปลูกสร้างชั่วคราวต่อค่าก่อสร้างทั้งหมดเฉลี่ยร้อยละ 0.98 ปัญหาที่เกิดขึ้นเกี่ยวกับสิ่งปลูกสร้างชั่วคราว 1.ข้อจำกัดในเรื่องใช้พื้นที่ 2.ปัญหาเรื่องงบประมาณค่าใช้จ่าย 3.ปัญหาเรื่องกฎหมายหรือเทศบัญญัติ 4.บุคลากรระดับปฏิบัติงานไม่ให้ความร่วมมือ จากการสำรวจเก็บข้อมูลโครงการก่อสร้างหมอน 33 สิ่งปลูกสร้างชั่วคราวส่วนใหญ่เพียงพอต่อการใช้งาน และการจัดวางตำแหน่งเป็นการจัดวางที่ถูกต้องและกระทบต่อการก่อสร้างน้อย ผลการศึกษาพบว่าลำดับความสำคัญของปัจจัยที่ใช้พิจารณา คือ 1.เวลา 2.คุณภาพ 3.ความปลอดภัย 4.การติดต่อประสานงาน 5.สภาพแวดล้อม 6.ค่าใช้จ่าย

คำสำคัญ: ผังงานก่อสร้าง , สิ่งปลูกสร้างชั่วคราว , งานก่อสร้างอาคาร

Abstract

This independent study aims to study the problems and obstacles of the original Site Layout in order to study the improvement of the Site Layout. and to study and compare the time results and cost of a case study of the Pillow 33 area development project of the Property Management Office of Chulalongkorn University. High-rise buildings and extra-large buildings with total building area of 150,000 square meters. The project is a reinforced concrete building consisting of residential, commercial, office and parking spaces located on Soi Chulalongkorn 9 Road, Wang Mai Subdistrict, Pathum Wan District, Bangkok, with a total work value of approximately 3,500,000,000 baht. Independent study This time, it was an independent research study (Survey Study) to know the facts. About placement of temporary buildings, building construction . Data were collected from the construction project, Pillow 33 area development project of the Property Management Office of Chulalongkorn University. The questionnaire was used as a tool for data collection. The results of the study showed that the average ratio of operating expenses related to temporary buildings to total construction costs was 0.98%. Problems related to temporary buildings 1. Limitations on the use of space 2. The problem of budgeting expenditures 3. Problems with laws or bylaws 4. Personnel at the operational level do not cooperate. From a survey to collect data on the pillow construction project 33 Most of the temporary buildings are sufficient for use. And the positioning is the correct placement and less impact on the construction. The study found that the priorities of the factors considered were 1. Time 2. Quality 3. Safety. 4. Coordination 5. Environment 6. Cost

Keywords: construction plan , temporary construction , building construction

1. บทนำ

1.1 ที่มาและความเป็นมาของปัญหา

ในงานก่อสร้างงานหนึ่งจะมีบุคลากรระดับบริหาร หรือผู้มีอำนาจในการตัดสินใจเกี่ยวกับการวางสิ่งปลูกสร้างชั่วคราว จะมีการศึกษาวิเคราะห์การจัดวางสิ่งปลูกสร้างชั่วคราวต่างวิธีการ จากประสบการณ์ที่แตกต่างกันไป เพื่อนำผลวิเคราะห์ในการจัดวางสิ่งปลูกสร้างชั่วคราวที่ได้นั้นไปใช้ในการทำงานต่อไป งานก่อสร้างเป็นงานที่มีข้อจำกัดต่าง ๆ มาก และมีลักษณะไม่ตายตัว หาก

วางแผนในเรื่องสิ่งปลูกสร้างชั่วคราวผิดพลาด จะทำให้เกิดปัญหาต่าง ๆ ในขั้นตอนการก่อสร้างตามมา และอาจนำไปสู่เกิดความเสียหายในงานก่อสร้างและค่าใช้จ่ายได้

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษาค้นคว้าอิสระ

- 1.2.1 ศึกษาปัญหาและอุปสรรคของการจัดวางตำแหน่ง Site Layout เดิม
- 1.2.2 ศึกษาแนวทางการจัดวาง Site Layout ที่ปรับปรุงใหม่
- 1.2.3 ศึกษาและเปรียบเทียบผลทางด้านเวลา และค่าใช้จ่าย

1.3 ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้าอิสระ

การศึกษาค้นคว้าอิสระเรื่องนี้ จะทำการศึกษาการก่อสร้างอาคารสูงและอาคารขนาดใหญ่พิเศษเนื้อที่อาคารรวม 150,000 ตร.ม. โดยโครงการเป็นอาคาร ค.ส.ล. ประกอบด้วยพื้นที่อาคารอยู่อาศัยรวม พาณิชยกรรม สำนักงาน และที่จอดรถ ตั้งอยู่ที่ถนนซอยจุฬาลงกรณ์ 9 แขวงวังใหม่ เขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร มูลค่างานรวม 3,500,000,000 บาท โดยประมาณ สำหรับการศึกษาค้นคว้าอิสระการศึกษาหลักการวางตำแหน่งสิ่งปลูกสร้างชั่วคราวในงานก่อสร้างนั้นแบ่งเป็น 18 รายการ

1.4 แนวทางการศึกษาค้นคว้าอิสระ

แนวทางในการดำเนินการศึกษาค้นคว้าอิสระ จะศึกษาข้อมูลในรายละเอียดดังต่อไปนี้

- 1.4.1 ศึกษาการวางตำแหน่งสิ่งปลูกสร้างชั่วคราวเดิม
- 1.4.2 ศึกษาปัญหาการวางตำแหน่งสิ่งปลูกสร้างชั่วคราวเดิม
- 1.4.3 นำปัญหาที่ได้มาปรับปรุงเป็นแนวทางการจัดวาง Site Layout ที่ปรับปรุงใหม่
- 1.4.4 เปรียบเทียบผลทางด้านเวลา และค่าใช้จ่ายระหว่างตำแหน่งสิ่งปลูกสร้างชั่วคราวเดิมและการจัดวาง Site Layout ที่ปรับปรุงใหม่
- 1.4.5 สรุปข้อมูลปัญหาการวางตำแหน่งสิ่งปลูกสร้างชั่วคราวเดิมและแนวทางการแก้ปัญหา

1.5 วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้าอิสระ

1.5.1 ศึกษาค้นคว้าเอกสาร

1.5.2 ศึกษาค้นคว้างานก่อสร้างโครงการพัฒนาพื้นที่หมอน 33 ของสำนักงานจัดการทรัพย์สินจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.5.3 วิธีการรวบรวมข้อมูล

1.5.4 การวิเคราะห์ข้อมูลและประเมินผล

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

การศึกษาเกี่ยวกับการวางตำแหน่งสิ่งปลูกสร้างชั่วคราวงานก่อสร้างอาคารสูงและอาคารขนาดใหญ่พิเศษโครงการพัฒนาพื้นที่หมอน 33 ของสำนักงานจัดการทรัพย์สินจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เป็นการรวบรวมข้อมูลในเรื่องที่ศึกษาให้ละเอียดขึ้นและคาดว่าจะได้รับประโยชน์ดังนี้

- 1.6.1 ทราบปัญหาและอุปสรรคและข้อบกพร่องในการจัดวางตำแหน่งสิ่งปลูกสร้างชั่วคราว
- 1.6.2 ทราบแนวทางแก้ไขปัญหา
- 1.6.3 ทราบหลักการในการวางตำแหน่งสิ่งปลูกสร้างชั่วคราว การก่อสร้างอาคารสูงและอาคารขนาดใหญ่พิเศษจากผู้มีประสบการณ์ในโครงการดังกล่าว
- 1.6.4 เป็นข้อมูลสำหรับศึกษาและพัฒนาในเรื่องการจัดวางตำแหน่งสิ่งปลูกสร้างชั่วคราว

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สิ่งปลูกสร้างชั่วคราว (Temporary Facility) หมายถึงสิ่งต่างๆ ที่ปลูกสร้างหรือตั้งขึ้นเพื่อใช้ในระยะเวลาที่กำลังดำเนินการก่อสร้างโครงการ จนกระทั่งโครงการนั้นแล้วเสร็จจึงทำการรื้อถอน หรือสิ่งปลูกสร้างเพื่อให้ประโยชน์ในการก่อสร้างอาคารถาวรหรืออาคารเพื่อใช้ประโยชน์เป็นการชั่วคราวที่มีกำหนดเวลาการรื้อถอน

การจัดตั้งงานชั่วคราว (Site Layout) หมายถึง การจัดเตรียมวางแผนงานชั่วคราวแสดงตำแหน่งสิ่งปลูกสร้างชั่วคราวก่อนลงมือก่อสร้างจริง

งานด้าน Site Layout คือจะต้องตัดสินใจในเรื่องขนาด (Size) รูปร่าง (Shape) และตำแหน่งที่ตั้ง (Position) เพื่อช่วยในการบริหารงานสิ่งปลูกสร้างชั่วคราว ทำให้เกิดความปลอดภัยและบริหารงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ลดเวลาเคลื่อนย้ายแรงงานและวัสดุรวมทั้งปริมาณวัสดุคงคลัง

การแบ่งสิ่งปลูกสร้างชั่วคราวตามรายละเอียดของงาน

1. สำนักงานสนาม
2. ถนนชั่วคราว
3. ที่พักคนงาน
4. โรงเก็บวัสดุ
5. โรงงานช่างไม้ ช่างเหล็ก
6. Tower Crane, ลิฟต์ชั่วคราว
7. บริเวณกองเก็บวัสดุ
8. รั้ว
9. ประตู เข้า-ออก
10. ห้องน้ำ-ห้องส้วม
11. เฝิงพักผ่อนและสถานเล่นกีฬา
12. ลานจอดรถ
13. โรงเก็บน้ำมันเชื้อเพลิง
14. ร้านอาหาร-ของชำ
15. บริเวณจัดเก็บวัสดุเหลือใช้
16. ท่อทิ้งเศษวัสดุจากที่สูง
17. สิ่งป้องกันวัสดุตกหรือกระเด็น
18. สถานรักษาความปลอดภัยและปฐมพยาบาล
19. ที่ทิ้งขยะ
20. รางระบายน้ำ

ราคาค่าก่อสร้างอาคารชั่วคราว

การคำนวณใช้ตัวเลขประมาณการค่าก่อสร้างต่อตารางเมตร

ตารางที่ 1 ราคาค่าก่อสร้างอาคารชั่วคราว (ข้อมูล พ.ศ. 2539)

ชนิดอาคาร/สิ่งปลูกสร้าง	ราคา (บาท)/ตร.ม.
สำนักงานสนาม โครงสร้างไม้ เสาคอนกรีตสำเร็จ	2,500-3,500
บ้านพักคนงาน โครงสร้างไม้ หลังคาสังกะสี	1,500-2,000
บริเวณซักล้าง อาน้ำคนงาน พร้อมรั้ว	35,000 บาท / จุด
ห้องส้วมคนงาน	6,500 บาท / ห้อง
โกดังเก็บเครื่องมือ โครงสร้าง ค.ส.ล. ผนังอิฐ	2,500-3,500
โรงซ่อมเปิดโล่ง	1,500-2,000
โรงเก็บปูนซีเมนต์	1,500-2,000
ลาน ค.ส.ล. เปิดโล่ง Workshop, Stock Yard	400-600
รั้วและประตู	
รั้วไม้ระแนง	600 บาท/ม.
รั้วคอนกรีตบล็อก	1,000-1,500บาท/ม.
รั้วสังกะสี	500 บาท/ม.
ประตูเข้าหน่วยงานมาตรฐาน 3.5*4.0 ตร.ม.	15,000 บาท/ชุด
ป้อมยาม 1.50*1.50 ตร.ม.	7,500-10,000 บาท/ชุด

สำหรับงานพิเศษอื่น ๆ เช่น งานวางท่อระบายน้ำ บ่อพักท่อระบายน้ำ ให้คิดตามแบบรายละเอียดที่กำหนด ผู้ประมาณการควรประมาณการจากแบบก่อสร้างจริงราคาที่เป็นแนวทางเท่านั้น ในส่วนเครื่องจักรในการขนส่งภายในหน่วยงานก่อสร้าง อาจคิดเป็นค่าเช่า (ไม่รวมค่าไฟฟ้า หรือเชื้อเพลิงที่ใช้ ได้แก่

Tower Crane ค่าเช่า 100,000-150,000 บาท / เดือน
 (ไม่รวมค่าขนส่ง และติดตั้ง ข้อมูลปี พ.ศ. 2538)

Passenger Lift	ค่าเช่า	75,000-100,000	บาท / เดือน
(ไม่รวมค่าขนส่ง และติดตั้ง ข้อมูลปี พ.ศ. 2538)			

3. ผลการศึกษา

การศึกษาค้นคว้าอิสระ ครั้งนี้เป็นการศึกษาค้นคว้าอิสระเชิงสำรวจ (Survey Study) เพื่อทราบข้อเท็จจริง เกี่ยวกับการวางตำแหน่งสิ่งปลูกสร้างชั่วคราวงานก่อสร้างอาคาร โดยเก็บข้อมูลจากโครงการก่อสร้าง โครงการ พัฒนาพื้นที่หมอน 33 ของสำนักงานจัดการทรัพย์สินจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยผู้จัดทำการศึกษาค้นคว้าอิสระเป็นพนักงานของบริษัทควบคุมงานก่อสร้างโครงการดังกล่าว การศึกษาค้นคว้าอิสระครั้งนี้ใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล

วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 การศึกษาค้นคว้าอิสระ ครั้งนี้เป็นการศึกษาค้นคว้าอิสระเชิงสำรวจ (Survey Study) เพื่อทราบข้อเท็จจริง เกี่ยวกับการวางตำแหน่งสิ่งปลูกสร้างชั่วคราวงานก่อสร้างอาคาร โดยเก็บข้อมูลจากโครงการก่อสร้าง โครงการ พัฒนาพื้นที่หมอน 33 ของสำนักงานจัดการทรัพย์สินจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยผู้จัดทำการศึกษาค้นคว้าอิสระเป็นพนักงานของบริษัทควบคุมงานก่อสร้างโครงการดังกล่าว การศึกษาค้นคว้าอิสระครั้งนี้ใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล

- 3.1.1 ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
- 3.1.2 ศึกษาหลักการวางตำแหน่งสิ่งปลูกสร้างชั่วคราว
- 3.1.3 การออกแบบแบบสอบถาม
- 3.1.4 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3.1.5 รวบรวมผลที่ได้จากแบบสอบถาม

4. สรุปผลการวิจัย

4.1 วิเคราะห์ผลการค้นคว้าอิสระ

วัตถุประสงค์ของการค้นคว้าอิสระ เพื่อศึกษาปัญหาและหลักการวางตำแหน่งสิ่งปลูกสร้างชั่วคราว แนวทางในการตัดสินใจและแก้ปัญหาการวางตำแหน่งสิ่งปลูกสร้างชั่วคราวของโครงการก่อสร้างหมอน 33

4.1.1 อัตราส่วนพื้นที่และค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับสิ่งปลูกสร้างชั่วคราว

โดยเฉลี่ยค่าใช้จ่ายสิ่งปลูกสร้างชั่วคราวต่อค่าก่อสร้างทั้งหมด 0.98 เปอร์เซ็นต์ ต่องานโครงสร้าง 3.57 เปอร์เซ็นต์ และต่องานสถาปัตยกรรม 2.75 เปอร์เซ็นต์

4.1.2 ระดับความจำเป็นของสิ่งปลูกสร้างชั่วคราวต่อการก่อสร้าง

จากการแบ่งชนิดของสิ่งปลูกสร้างชั่วคราวตามรายละเอียดของงานจำนวน 20 รายการ การวิเคราะห์ในหัวข้อนี้จะชี้ให้เห็นระดับความจำเป็นของสิ่งปลูกสร้างชั่วคราวต่อการก่อสร้าง เพื่อจะได้จัดลำดับความสำคัญของสิ่งปลูกสร้างชั่วคราวต่างๆ ได้ถูกต้อง

4.1.3 ความสำคัญของการวางตำแหน่งสิ่งปลูกสร้างชั่วคราวต่องานก่อสร้าง

4.1.4 ความคิดเห็นต่อการนำวิธีวางตำแหน่งสิ่งปลูกสร้างชั่วคราวมาใช้

ผู้ค้นคว้าอิสระต้องการทราบถึง ความคิดเห็นของผู้ตอบแบบสอบถามกรณี มีการนำเอาวิธีการวางตำแหน่งสิ่งปลูกสร้างชั่วคราวมาใช้ในประเทศไทยโดยพิจารณาจากประเด็นที่ใช้วิเคราะห์ดังต่อไปนี้

4.1.5 ปัจจัยที่ใช้ในการพิจารณาวางตำแหน่งสิ่งปลูกสร้างชั่วคราว

ผู้มีประสบการณ์ในการก่อสร้างแต่ละบุคคล มีวิธีการหรือแนวคิดส่วนตัวในการพิจารณาวางตำแหน่งสิ่งปลูกสร้างชั่วคราว เพื่อให้ทราบถึงแนวคิดดังกล่าวที่เป็นแนวทางเดียวกัน หัวข้อนี้ผู้ค้นคว้าอิสระต้องการนำเสนอ วิธีการส่วนใหญ่ที่ผู้มีประสบการณ์เหล่านั้นใช้ในการทำงาน

4.1.6 วิธีปฏิบัติในการวางตำแหน่งสิ่งปลูกสร้างชั่วคราว

วิธีปฏิบัติในการวางตำแหน่งสิ่งปลูกสร้างชั่วคราวมีหลายวิธี การวิเคราะห์ในข้อนี้ต้องการทราบถึงวิธีปฏิบัติ ที่ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ดำเนินการจริงในโครงการก่อสร้างหมอน 33 ก่อสร้างที่เข้าไปทำการศึกษา

4.1.7 วิธีป้องกันการโจรกรรมในสถานก่อสร้าง

งานก่อสร้างมีเครื่องจักร เครื่องมือ วัสดุและอุปกรณ์ก่อสร้างต่าง ๆ มาก หากไม่มีการจัดเก็บให้มีระบบ จะมีปัญหาเรื่องของสูญหายจากการโจรกรรมตามมา หัวข้อนี้ต้องการทราบวิธีการป้องกันซึ่งผู้รับผิดชอบโครงการก่อสร้างหมอน 33

4.1.8 ปัญหาที่เกิดขึ้นในการวางตำแหน่งสิ่งปลูกสร้างชั่วคราว

4.1.9 เหตุผลที่ทำให้การพัฒนาเกี่ยวกับสิ่งปลูกสร้างชั่วคราวดำเนินการได้ไม่เต็มที่

โดยส่วนใหญ่การวางแผนหรือดำเนินการเกี่ยวกับสิ่งปลูกสร้างชั่วคราว ผู้รับเหมาหรือผู้ประกอบการเกี่ยวกับการก่อสร้างทราบเรื่องเหล่านี้ดี แต่มองข้ามความสำคัญถือว่าเป็นเรื่องทั่ว ๆ ไปที่ปฏิบัติกันมาด้วยความเคยชิน เช่น ปล่อยให้คนงานสร้างบ้านพักคนงานกันเอง หรือทำให้เกิดถนนชั่วคราวในโครงการก่อสร้างฯหมอน 33ตามความจำเป็นในการใช้งานผลการวิเคราะห์ข้อนี้ต้องการทราบถึงเหตุผลหลักกว่าทำไมการพัฒนาในเรื่องนี้จึงเกิดปัญหา

ประเด็นที่ใช้วิเคราะห์เพื่อต้องการทราบลำดับความสำคัญของปัญหาที่เกิดขึ้นในการวางตำแหน่งสิ่งปลูกสร้างชั่วคราว โดยยกประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้นในการวางตำแหน่งสิ่งปลูกสร้างชั่วคราวขึ้นมาจำนวน 4 รายการ หาค่าเฉลี่ย " \bar{x} " (Mean) นำผลที่ได้มาวิเคราะห์สภาพของปัญหาที่เกิดขึ้น

4.1.10 ผลการตรวจสอบสิ่งปลูกสร้างชั่วคราวสถานที่ก่อสร้าง

ทำการวิเคราะห์สิ่งปลูกสร้างชั่วคราวโครงการก่อสร้างฯหมอน 33

4.1.10.1 โครงการก่อสร้างฯหมอน 33

ก. สิ่งปลูกสร้างชั่วคราวที่ไม่พบ

ก.1 ไม่มี

ข. สิ่งปลูกสร้างชั่วคราวที่ตรวจพบในโครงการก่อสร้างฯหมอน 33ก่อสร้าง

ข.1 เพียงพอกับความต้องการ ประกอบด้วย สำนักงานสนาม รั้วชั่วคราว ประตูเข้า-ออก สิ่งป้องกันวัสดุตกหรือกระเด็น การรักษาความปลอดภัยและปฐมพยาบาล ลานจอดรถ

ข.2 มีจำนวนจำกัด ประกอบด้วย ถนนชั่วคราว ที่พักคนงาน ห้องน้ำ ห้องส้วม บริเวณจัดเก็บวัสดุเหลือใช้ ที่ทิ้งขยะ ทางระบายน้ำ

ข.3 ควรแก้ไข ประกอบด้วย โรงพัสดุ โรงงานช่างไม้ช่างเหล็ก ร้านขายอาหารของชำ บริเวณกองเก็บวัสดุ

ค. ปัญหาที่พบเกี่ยวกับสิ่งปลูกสร้างชั่วคราว ลำดับที่ 1 พื้นที่มีจำกัด ลำดับที่ 2 งบการดำเนินงาน

ง. วิเคราะห์สภาพโครงการก่อสร้างฯหมอน 33 อัตราส่วนพื้นที่อาคารต่อพื้นที่โครงการก่อสร้างฯหมอน 62.5 เปอร์เซ็นต์ อัตราส่วนค่าใช้จ่ายสิ่งปลูกสร้างชั่วคราวต่อค่างานทั้งหมด 0.98เปอร์เซ็นต์ สภาพของสิ่งก่อสร้างชั่วคราวมีจำนวนจำกัด ปัญหาที่พบมากที่สุดคือพื้นที่มีจำกัดและงบประมาณจำกัด

สรุป : สถานที่เพียงพอในการวางสิ่งปลูกสร้างชั่วคราว เนื่องจากพื้นที่โครงการก่อสร้างฯหมอน 33มีขนาดใหญ่ มีการเร่งการก่อสร้างโดยการใช้ Tower Crane จำนวน 6 ตัวในการขนวัสดุ แนวถนนชั่วคราวในโครงการก่อสร้างฯหมอน 33สร้างบนพื้นที่ว่างที่จะเป็นพื้นที่สีเขียวในอนาคต ถนนชั่วคราวมีลักษณะเป็นกึ่งเส้นตรง เนื่องจากข้อจำกัดของพื้นที่ ประตูเข้า-ออก มี 4 ประตูเชื่อมต่อกับถนนใหญ่ทั้งหมด

5. สรุปผลการค้นคว้าอิสระ

5.1.1 อัตราส่วนพื้นที่และค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับสิ่งปลูกสร้างชั่วคราว

5.1.1.1 อัตราส่วนพื้นที่โครงการ จะเกิดปัญหาในการวางตำแหน่งสิ่งปลูกสร้างชั่วคราวเมื่ออัตราส่วนพื้นที่อาคารต่อพื้นที่โครงการ ≤ 42.32 เปอร์เซ็นต์

5.1.1.2 อัตราส่วนค่าใช้จ่ายที่โครงการ จะเกิดปัญหาในการวางตำแหน่งสิ่งปลูกสร้างชั่วคราวเมื่ออัตราส่วนค่าใช้จ่ายสิ่งปลูกสร้างชั่วคราวต่อค่าใช้จ่ายงานก่อสร้างทั้งหมด ≤ 0.21 เปอร์เซ็นต์สามารถสรุปค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับสิ่งปลูกสร้างชั่วคราวเทียบกับค่าใช้จ่ายต่าง ๆ โดยเฉลี่ยดังนี้

ก. ค่าใช้จ่ายสิ่งปลูกสร้างชั่วคราวต่อค่าใช้จ่ายงานก่อสร้างทั้งหมดคิดเป็นร้อยละ 0.98

ข. ค่าใช้จ่ายสิ่งปลูกสร้างชั่วคราวต่องานโครงสร้างคิดเป็นร้อยละ 3.57

ค. ค่าใช้จ่ายสิ่งปลูกสร้างชั่วคราวต่องานสถาปัตยกรรมคิดเป็นร้อยละ 2.75

5.1.2 ระดับความจำเป็นของสิ่งปลูกสร้างชั่วคราวต่องานก่อสร้าง

เพื่อให้สะดวกในการจำแนกชนิดของสิ่งปลูกสร้างชั่วคราวได้สรุปสิ่งปลูกสร้างชั่วคราวเป็น 3 ชนิดตามระดับความจำเป็นต่องานก่อสร้างประกอบด้วย สิ่งปลูกสร้างชั่วคราวที่มีความจำเป็นมาก จำเป็นน้อยและจำเป็นปานกลาง

5.1.3 ความสำคัญของการวางตำแหน่งสิ่งปลูกสร้างชั่วคราวต่องานก่อสร้าง

พบว่าความสำคัญของการวางตำแหน่งสิ่งปลูกสร้างชั่วคราวต่องานก่อสร้างในเรื่องของการช่วยประหยัดเวลา (Time) ในการก่อสร้างมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 26.32 จาก ประเด็นที่ใช้วิเคราะห์ 6 รายการคือ Time, Cost, Quality, Safety, Environment และ Coordination

5.1.4 ความคิดเห็นของผู้ตอบแบบสอบถามต่อการนำวิธีวางตำแหน่งสิ่งปลูกสร้าง ชั่วคราวมาใช้ ส่วนใหญ่มีความคิดเห็นว่าเป็นส่วนที่สำคัญเพราะทำให้งานมีประสิทธิภาพและเป็นสากลมากขึ้นคิดเป็นร้อยละ 54.54 จากแบบสอบถามทั้งหมดที่ใช้เก็บข้อมูล

5.1.5 สิ่งที่ใช้ในการพิจารณาการวางตำแหน่งสิ่งปลูกสร้างชั่วคราวพบว่าสิ่งที่ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ ใช้พิจารณาในการวางตำแหน่งสิ่งปลูกการเข้าชั่วคราวคือสภาพพื้นที่โครงการ คิดเป็นร้อยละ 63.64 จากแบบสอบถามทั้งหมดที่ใช้เก็บข้อมูล

5.1.6 สิ่งปฏิบัติในการวางตำแหน่งสิ่งปลูกสร้างชั่วคราวสิ่งที่ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ปฏิบัติในการวางตำแหน่งสิ่งปลูกสร้างชั่วคราวคือ มีการเขียนผังร่าง และยังมีบริเวณก่อนนำมาใช้งานจริง คิดเป็นร้อยละ 72.73 จากแบบสอบถามทั้งหมดที่ใช้เก็บข้อมูล

5.1.7 วิธีป้องกันการโจรกรรมในสถานที่ก่อสร้างการป้องกันปัญหาการโจรกรรมในสถานที่ก่อสร้างซึ่งส่วนใหญ่นิยมใช้คือ มีเจ้าหน้าที่รักษาความปลอดภัยหรือจัดคนดูแลอย่างใกล้ชิด คิดเป็นร้อยละ 25.00 จากแบบสอบถามทั้งหมดที่ใช้เก็บข้อมูล

5.1.8 ปัญหาที่เกิดขึ้นในการวางตำแหน่งสิ่งปลูกสร้างชั่วคราวปัญหาที่เกิดขึ้นในการวางตำแหน่งสิ่งปลูกสร้างชั่วคราวที่พบมากที่สุดคือข้อจำกัดในการใช้พื้นที่ และผู้ประกอบการส่วนใหญ่แก้ปัญหาตามรายละเอียดดังต่อไปนี้

5.1.8.1 ข้อจำกัดในเรื่องการใช้พื้นที่แก้ปัญหาโดยการประยุกต์ใช้พื้นที่ก่อสร้างให้เกิดประโยชน์สูงสุด

5.1.8.2 ข้อจำกัดในเรื่องงบประมาณค่าใช้จ่ายแก้ปัญหาโดยการใช้งบประมาณเท่าที่มีแต่วางแผนให้โครงการได้รับผลประโยชน์มากที่สุด

5.1.8.3 ข้อจำกัดในเรื่องกฎหมายหรือเทศบัญญัติ แก้ปัญหาโดยการ ยึดถือกฎหมายและเทศบัญญัติเป็นหลักวางแผนการทำงานให้รัดกุมมากขึ้น

5.1.8.4 บุคลากรระดับปฏิบัติงานไม่ให้ความร่วมมือแก้ปัญหาโดย กำหนดกฎระเบียบให้ชัดเจนมอบหมายให้หัวหน้างานแต่ละส่วนควบคุมดูแล

5.1.9 เหตุผลที่ทำให้การพัฒนาเกี่ยวกับสิ่งปลูกสร้างชั่วคราวดำเนินการได้ไม่เต็มที่ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ให้ความคิดเห็นสาเหตุผลที่ทำให้การพัฒนาเกี่ยวกับสิ่งปลูกสร้างชั่วคราวดำเนินการได้ไม่เต็มที่คือ การดำเนินการเต็มรูปแบบค่าใช้จ่ายสูงผลตอบแทนที่ได้ไม่คุ้มกับการลงทุน คิดเป็นร้อยละ 63.64 จากแบบสอบถามทั้งหมดที่ใช้เก็บข้อมูล

5.1.10 ข้อมูลการตรวจสอบสิ่งปลูกสร้างชั่วคราวสถานที่ก่อสร้างซึ่งเข้าไปทำการศึกษา

สรุปลักษณะของโครงการมีสภาพพื้นที่เป็น 3 แบบคือ 1. โครงการซึ่งสามารถจัดวางสิ่งปลูกสร้างชั่วคราวทั้งหมดในพื้นที่โครงการก่อสร้าง 2. โครงการซึ่งจัดวางสิ่งปลูกสร้างชั่วคราวในพื้นที่ก่อสร้างได้บางส่วน และ 3. โครงการที่มีการก่อสร้างเต็มพื้นที่ไม่สามารถจัดวางสิ่งปลูกสร้างชั่วคราวได้

5.1.11 หลักการวางตำแหน่งสิ่งปลูกสร้างชั่วคราว

ความสำคัญของปัจจัยที่ต้องคำนึงถึงในการพิจารณาการวางตำแหน่งสิ่งปลูกสร้างชั่วคราวเรียงลำดับจากมากไปน้อย ดังนี้ ลำดับ 1. เวลา (Time) ลำดับ 2. คุณภาพ (Quality) ลำดับ 3. ความปลอดภัย (Safety) ลำดับ 4. การติดต่อประสานงาน (Cooperation) ลำดับ 5. สภาพแวดล้อม (Environment) ลำดับ 6. ค่าใช้จ่าย (Cost) ของสิ่งปลูกสร้างชั่วคราว โดยนักวิชาการให้ความสำคัญกับความปลอดภัยและการประหยัดเวลาในการก่อสร้าง และผู้ปฏิบัติงานตามสายวิชาชีพให้ความสำคัญในเรื่องของความปลอดภัยและคุณภาพของสิ่งปลูกสร้างชั่วคราวที่เหมาะสมกับการทำงานเป็นปัจจัยสำคัญในการวางตำแหน่งสิ่งปลูกสร้างชั่วคราว

5.2 ข้อจำกัดและข้อเสนอแนะ

5.2.1 การศึกษาการจัดวางสิ่งปลูกสร้างชั่วคราวแต่ละโครงการมีข้อจำกัดแตกต่างกันไป และสามารถแบ่งออกเป็นช่วงระยะเวลาการก่อสร้าง หรือแบ่งออกเป็นรายการของสิ่งปลูกสร้างชั่วคราวนั้นๆการศึกษาเพื่อนำไปพัฒนาครั้งต่อไปสามารถศึกษาโดยการกำหนดประเภทอาคาร ช่วงระยะเวลาการก่อสร้าง และสิ่งปลูกสร้างชั่วคราวนั้นๆได้

5.2.2 ต้นทุนสิ่งปลูกสร้างชั่วคราวที่ได้ จากแบบสอบถามควรประเมินราคาตามสภาพงานจริงเพื่อได้ราคาที่ใกล้เคียง หรือคิดมูลค่าสิ่งปลูกสร้างชั่วคราวในลักษณะราคาต่อหน่วย (Unit Price) ตามตัวอย่างในตารางที่ 2.1 และการหาข้อมูลที่ใกล้เคียงกับภาวะปัจจุบันให้มากที่สุด สรุปอัตราส่วนที่ได้เทียบกับมูลค่าในส่วนต่าง ๆ ออกเป็นเปอร์เซ็นต์ที่ชัดเจน

6. เอกสารอ้างอิง

ประกอบ บำรุงผล , 2541 , การบริหารและควบคุมการก่อสร้าง , ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ หน้า 1-54.

ปรีดิยุช ทัพพ์พรไพโรจน์ และ สุภชัย กุลบุรณ์, 2539, กรณีศึกษาเกี่ยวกับการบริหารงานก่อสร้างอาคารสูง, วิทยานิพนธ์ปริญญา
ครุศาสตรอุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี,146 หน้า.

ปิติ จัทรุไทย มานพ อึ้งคณิงเกียรติ วรัช กุศลมน้อย และ วิศิษฐ์ ธรรมจุฑากุล, 2529, การกำหนดตำแหน่งสิ่งปลูกสร้างชั่วคราว,
วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี,150 หน้า
TOMMELEIN,I.D., 2534 “Site Layout Modeling,” Journal of Construction Engineering and Management, VOL.118,
PP.594-599.

พิภพ สุนทรสมัย, 2543, การก่อสร้างอาคารขนาดใหญ่, สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี(ไทย-ญี่ปุ่น), หน้า 119-134.

วิสูตร จิระดำเกิง, 2540, ผู้ประมาณการก่อสร้าง, พิมพ์ครั้งที่ 1, สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรังสิต, หน้า 9-13.

ชาติรี พรหมทัตโต, 2540, การบริหารงานก่อสร้างอาคารสูงโครงการจัดสมิน อินเตอร์เนชั่นแนล, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรม
ศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, หน้า 35-37

วิสูตร จิระดำเกิง, 2540, การจัดการงานก่อสร้าง, พิมพ์ครั้งที่ 1, สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัย รังสิต, หน้า 1-22

คณะกรรมการวิชาการสาขาวิศวกรรมโยธา ประจำปี 2533-2534, 2542, มาตรฐานและแบบก่อสร้างอาคารชั่วคราวสำหรับงาน
ก่อสร้างอาคารและสถานรับเลี้ยงเด็กก่อนวันเรียน, วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์, 96 หน้า.

พิภพ สุนทรสมัย, 2524, เทคนิคการก่อสร้างอาคารเบื้องต้น, พิมพ์ครั้งที่ 1, โรงพิมพ์ เอเชียเพรส, 80 หน้า.

พนม ภัยหน่าย, 2540, การบริหารงานก่อสร้าง, พิมพ์ครั้งที่ 15, สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี(ไทย-ญี่ปุ่น), หน้า 83-98.

วินิต ช่อวิเชียร, 2529, คอนกรีตเทคโนโลยี, พิมพ์ครั้งที่ 7, โรงพิมพ์ ห้างฯ ป. สัมพันธ์พานิชย์, หน้า 25-26.

จรงค์ดี กุณชุลสุรกันต์ และ สุรงค์ดี สละขัว, 2542, TOWER CRANE และการเลือกใช้, เอกสารประกอบการสอนวิชา CVE 513
ภาควิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 52หน้า

คณะกรรมการวิชาการสาขาวิศวกรรมโยธาประจำปี 2539, มาตรฐานความปลอดภัยสำหรับงานก่อสร้างอาคาร, วิศวกรรมสถาน
แห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์, 145 หน้า

สำนักการโยธา กรุงเทพมหานคร, 2540, คู่มือการปฏิบัติงานตามประกาศกรุงเทพมหานครเรื่อง กำหนดหลักเกณฑ์ในการก่อสร้าง
อาคารและสาธารณูปโภค ฉบับลงวันที่ 23 กันยายน 2539, เอกสารประกอบการสัมมนา แนวทางปฏิบัติเพื่อแก้ปัญหา
ฝุ่นละอองในกรุงเทพมหานคร, 85 หน้า.

วีรยา ภัทรอาชาชัย, 2539, หลักการวิจัยเบื้องต้น, พิมพ์ครั้งที่ 3, สำนักการเงินและทรัพย์สิน มหาลัยธุรกิจบัณฑิตย์, 564 หน้า

กำลังอัด ความหนาแน่นแห้ง และการดูดซึมน้ำของคอนกรีตมวลเบา ที่ใช้โฟมโพลีสไตรีนรีไซเคิลเป็นมวลรวม

Compressive Strength, Dry Density, and Water Absorption of Lightweight Concrete Using Recycled Expandable Polystyrene Foam as an Aggregate

จิรศักดิ์ สุพรหมวัน¹ รัฐพล สมณา^{2,*} เกียรติสุตา สมณา² ศักดิ์สิทธิ์ พันทวี¹ และ ประชুম คำพุด³
Jeerasak Supromwan¹, Rattapon Somna^{2,*}, Kiatsuda Somna²,
Saksith Pantawee¹ and Prachoom Khamput³

¹ อาจารย์ สาขาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน นครราชสีมา 30000

² ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน นครราชสีมา 30000

³ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี 12110

¹ Assistant Professor, Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering and Technology,
Rajamangala University of Technology Isan, Nakhon Ratchasima, 30000

² Lecturer, Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering and Technology,
Rajamangala University of Technology Isan, Nakhon Ratchasima, 30000

³ Assistant Professor, Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering,
Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Pathum Thani, 30000

e-mail rattapon.so@rmuti.ac.th Tel. +66865126468

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษา กำลังอัด ความหนาแน่นแห้ง และการดูดซึมน้ำของคอนกรีตมวลเบาที่ใช้โฟมโพลีสไตรีนรีไซเคิลเป็นมวลรวม ใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 เป็นวัสดุประสาน ใช้อัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสานคงที่เท่ากับ 0.40 และใช้โฟมโพลีสไตรีนรีไซเคิลในอัตราส่วนร้อยละ 30 35 40 45 50 และ 55 โดยปริมาตรของคอนกรีต ทำการทดสอบหาค่ากำลังอัด ค่าความหนาแน่นแห้ง และค่าการดูดกลืนน้ำ ที่อายุ 7 และ 28 วัน ผลการทดสอบพบว่ากำลังอัดของคอนกรีตมีค่าลดลงตามปริมาตรของโฟมโพลีสไตรีนรีไซเคิลในส่วนผสมคอนกรีตที่เพิ่มขึ้น ส่วนค่าความหนาแน่นแห้งมีค่าลดลงเล็กน้อยตามปริมาณโฟมโพลีสไตรีนรีไซเคิลที่เพิ่มขึ้น การที่กำลังอัดและความหนาแน่นแห้งของคอนกรีตมวลเบาที่ใช้โฟมโพลีสไตรีนรีไซเคิลเป็นมวลรวมมีค่าลดลงเนื่องจากการใช้โฟมโพลีสไตรีนรีไซเคิลเป็นมวลรวม ทำให้คอนกรีตมีช่องว่างในเนื้อคอนกรีต สำหรับค่าการดูดกลืนน้ำของคอนกรีตมวลเบาที่ใช้โฟมโพลีสไตรีนรีไซเคิลเป็นมวลรวม พบว่ามีค่าเพิ่มขึ้นตามปริมาณโฟมโพลีสไตรีนรีไซเคิลที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากการใช้โฟมโพลีสไตรีนรีไซเคิลในปริมาณที่มากขึ้น ทำให้คอนกรีตมีช่องว่างให้น้ำสามารถแทรกซึมเข้าสู่คอนกรีตได้มากขึ้นตามไปด้วย อย่างไรก็ตาม ทุกส่วนผสมของคอนกรีตมวลเบาที่ได้จากงานวิจัยนี้สามารถนำไปใช้งานตามชนิดที่เทียบเท่ากับคอนกรีตมวลเบาแบบเติมฟองอากาศตามมาตรฐาน มอก. 2601-2556 ได้

คำสำคัญ: คอนกรีตมวลเบา กำลังอัด โฟมโพลีสไตรีน รีไซเคิล

Abstract

This research studied on the compressive strength, dry density, and water absorption of lightweight concrete using recycled expandable polystyrene foam (rEPS) as an aggregate. Portland cement type I was used as binder. The constant water to binder of 0.40 and the percentages of rEPS at 30, 35, 40, 45, 50, 55, and 60% by volume of the concrete were used. Compressive strength, dry density, and water absorption at 7 and 28 days were investigated. The results found that compressive strength of the concrete decreased with the increasing of rEPS volumes in the concrete mixture. The dry density of the concrete slightly decreased with increasing in rEPS contents. The reduction of the compressive strength and the dry density of the concretes resulted from the increasing of voids in the concrete due to use of rEPS. The water absorption of the concrete found that it increased with increasing recycled EPS contents. Because the increase of rEPS in the mixture caused increasing in voids in the concrete. The water could higher penetrate into the concrete.

However, all concrete mixtures in this research could be used as the equivalent types specified by TIS. 2601-2556 standard.

Keywords: Lightweight Concrete, Compressive Strength, Polystyrene Foam, Recycle

1. บทนำ

ในปัจจุบันคอนกรีตมวลเบาเข้ามามีบทบาทในงานก่อสร้างในประเทศไทยเป็นอย่างมาก การเลือกใช้คอนกรีตมวลเบาในโครงการก่อสร้างไม่เพียงแต่น้ำหนักที่เบา แต่ยังมีคุณสมบัติด้านการต้านทานความร้อนและการดูดซับเสียงได้ดีด้วย คอนกรีตมวลเบาในปัจจุบันผลิตโดยการทำให้คอนกรีตเกิดรูโพรงหรือโพรงอากาศโดยใช้สารสร้างโพรงอากาศแล้วฉีดพ่นลงในส่วนผสมหรือการใส่ผงอลูมิเนียมในส่วนผสม นอกจากนี้ยังมีการผลิตคอนกรีตมวลเบาโดยใช้มวลรวมเบาในส่วนผสม เช่น เม็ดโฟม เม็ดพลาสติก เป็นต้น

โฟมเป็นส่วนหนึ่งของขยะเหลือทิ้งที่เราทิ้งกันเมื่อไม่ใช้แล้ว โดยเฉพาะโฟมกันกระแทก เมื่อแกะบรรจุภัณฑ์ที่ห่อหุ้มของออกก็จะพบโฟมกันกระแทก ซึ่งมักใช้ห่อหุ้มเครื่องไฟฟ้าเพื่อป้องกันการกระแทกแตกเสียหายของผลิตภัณฑ์ เมื่อนำผลิตภัณฑ์ออกจากกล่องบรรจุแล้ว โฟมก็มักจะถูกนำไปทิ้ง โดยโฟมกันกระแทกผลิตจากโพลีสไตรีน หรือรู้จักกันในชื่อโฟมอีพีเอส (EPS) ซึ่งใช้ระยะเวลานานในการย่อยสลายให้หมดไป แม้แต่การเผาทำลายก็ยังก่อให้เกิดมลพิษ ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม Miled et al. (2007) ได้ทำการศึกษาผลกระทบของขนาดเม็ดโพลีสไตรีนต่อกำลังอัดของมอร์ตาร์ โดยใช้เม็ดโฟม EPS ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางต่างกัน 3 ขนาด คือ 1.0 2.5 และ 6.3 มิลลิเมตร เป็นมวลรวมในอัตราส่วนร้อยละ 10, 20, 30, 40 และ 50 โดยปริมาตรในส่วนผสมมอร์ตาร์ ผลการศึกษาพบว่ากำลังอัดของมอร์ตาร์มีค่าลดลงเมื่อใช้เม็ดโฟม EPS ที่มีขนาดโตกว่าและกำลังอัดลดลงตามปริมาณที่เพิ่มขึ้นของเม็ดโฟม EPS ที่ใช้ในส่วนผสม สมบูรณ์ คงสมศักดิ์ศิริ (2549) รายงานว่ามอร์ตาร์ที่ใช้อัตราส่วนของปูนซีเมนต์ : ทราย : โฟม เท่ากับ 1:0.5:3 โดยปริมาตร ที่ใช้อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ 0.5 เป็นอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมที่สุด มีค่ากำลังรับแรงอัดที่อายุ 28 วัน เท่ากับ 4.52 เมกาสกาล ในขณะที่อัตราส่วนที่เหมาะสมที่สุดซึ่งให้ค่ากำลังสูงสุดสูงถึง 6.41 เมกาสกาล คือ อัตราส่วนที่ใช้ ซีเมนต์:ทราย:โฟม เท่ากับ 1:2.2:5.3 โดยปริมาตร Parant และ Roy (1999) ใช้เม็ดโฟม EPS ที่มีขนาดแตกต่างกัน 3 ขนาด ซึ่งได้แก่ 1 3 และ 6 มม. ผสมกับมอร์ตาร์ที่มีกำลังสูง ที่มีความหนาแน่นในช่วง 600 ถึง 1400 กก./ม.³ พบว่าในคอนกรีตมวลเบาที่มีความหนาแน่น 1,400 กก./ม.³ ที่ใช้เม็ดโฟม EPS ที่มีขนาด 1 มม. มีกำลังรับแรงอัดสูงกว่าคอนกรีตมวลเบาที่มีความหนาแน่นเท่ากันที่ใช้เม็ดโฟม EPS ขนาด 6 มม. ถึงร้อยละ 50 ซึ่งผลการทดสอบของ Laukaitis et al. (2005) ก็เป็นไปในทิศทางเดียวกัน กล่าวคือ การใช้เม็ดโฟม EPS ขนาดเล็กกว่าในส่วนผสมคอนกรีตให้กำลังอัดสูงกว่าการใช้เม็ดโฟม EPS ที่มีขนาดที่โตกว่า แต่ในขณะที่คอนกรีตมวลเบาที่มีความหนาแน่นต่ำกว่านี้หรือใช้เม็ดโฟมในส่วนผสมในปริมาณมาก พบว่าขนาดของเม็ดโฟมส่งผลกระทบต่อผลการลดลงของกำลังอัดน้อยมาก

ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงสนใจศึกษาการนำโฟม EPS ที่ได้จากโฟมกันกระแทกมาย่อย เพื่อเป็นการรีไซเคิล แล้วนำมาใช้เป็นส่วนผสมมวลรวมเบาในส่วนผสมของคอนกรีตมวลเบา เพื่อให้ได้คอนกรีตมวลเบาที่มีคุณสมบัติด้านการรับแรงได้ดี มีการดูดซึมน้ำและความหนาแน่นเป็นไปตามมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกำหนดไว้ และยังเป็นแนวทางในการพัฒนาวัสดุคอนกรีตมวลเบาในอนาคตต่อไป รวมถึงเป็นการช่วยลดขยะโฟมโดยการนำกลับมาใช้ให้เกิดประโยชน์ด้วย

2. วิธีการศึกษา

2.1 วัสดุที่ใช้ในการทดสอบ

1) ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 มีค่าความถ่วงจำเพาะเท่ากับ 3.15 ขนาดกลางของอนุภาค (d_{50}) เท่ากับ 13.4 ไมครอน และมีองค์ประกอบทางเคมีดังแสดงในตารางที่ 1 เมื่อพิจารณาองค์ประกอบทางเคมีของปูนซีเมนต์ พบว่ามีองค์ประกอบหลักคือสารประกอบ CaO ซึ่งมีปริมาณสูงถึงร้อยละ 64.0 รองลงมาคือ SiO_2 , Al_2O_3 และ Fe_2O_3 มีปริมาณร้อยละ 19.5, 5.0 และ 3.6 ตามลำดับ

2) โฟม EPS รีไซเคิลได้จากย่อยโฟมกันกระแทก (rEPS) ดังรูปที่ 1 พบว่ามีค่าความถ่วงจำเพาะเท่ากับ 0.035 (เท่ากับ 0.01134 เมื่อหากากก้อนโฟมก่อนการย่อย)

ตารางที่ 1 องค์ประกอบทางเคมีของเถ้าลอย

Chemical Compositions (%)	Cement Type I
CaO	64.0
SiO ₂	19.5
Al ₂ O ₃	5.0
Fe ₂ O ₃	3.6
SO ₃	2.6
MgO	1.5
P ₂ O ₅	0.1
K ₂ O	0.5
TiO ₂	0.3
MnO	0.1
LOI	2.6



รูปที่ 1 โฟม EPS รีไซเคิล

2.2 การเตรียมตัวอย่างและการทดสอบ

2.2.1 การเตรียมตัวอย่างทดสอบ

- 1) ใช้โฟม rEPS เป็นมวลรวมในปริมาณร้อยละ 30 35 40 45 50 และ 55 โดยปริมาตรของคอนกรีตมวลเบา
- 2) ทำการผสมคอนกรีตมวลเบาตามอัตราส่วนผสมดังแสดงในตารางที่ 2 โดยใช้อัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสานคองที่ (W/B) เท่ากับ 0.40 จากนั้นเทลงในแบบหล่อทรงลูกบาศก์ขนาด 10x10x10 ซม. โดยแบ่งเทเป็น 3 ชั้น ในแต่ละชั้นจะทำการต่า 25 ครั้ง เมื่อต่าชั้นสุดท้ายเสร็จแล้ว จึงทำการปาดหน้าคอนกรีตให้เรียบ จากนั้นทำการห่อแบบหล่อและคอนกรีตมวลเบาด้วยแผ่นพลาสติกเพื่อป้องกันการสูญเสียความชื้น ทั้งไว้จนครบ 24 ชั่วโมง จึงทำการถอดแบบ แล้วห่อคอนกรีตมวลเบาด้วยแผ่นพลาสติกเพื่อบ่มป้องกันการสูญเสียความชื้นที่ระเหยออกจากตัวอย่างจนถึงอายุการทดสอบ

2.2.2 การทดสอบ

- 1) ทดสอบหาค่ากำลังอัดของคอนกรีตมวลเบา เมื่อคอนกรีตมวลเบาเมื่ออายุ 7 และ 28 วัน โดยประยุกต์การทดสอบตามมาตรฐาน ASTM C109 (2016) แต่ละอายุทดสอบใช้ตัวอย่างทดสอบ 5 ตัวอย่าง ค่ากำลังอัดเฉลี่ยของแต่ละส่วนผสมได้จากค่ากำลังอัดเฉลี่ยอย่างน้อย 3 ตัวอย่าง ที่มีค่ากำลังอัดแตกต่างจากค่ากำลังอัดเฉลี่ยไม่เกินร้อยละ 10
- 2) ทดสอบหาค่าความหนาแน่นแห้งและทดสอบการดูดซึมน้ำ ตามมาตรฐาน มอก.2601-2556 เมื่อคอนกรีตมวลเบาเมื่ออายุ 7 และ 28 วัน ในแต่ละอายุทดสอบใช้ตัวอย่างทดสอบ 5 ตัวอย่าง โดยแต่ละส่วนผสมจะทำการดูดซึมน้ำเฉลี่ยจากตัวอย่างทดสอบอย่างน้อย 3 ตัวอย่าง

ตารางที่ 2 ส่วนผสมของคอนกรีตมวลเบา

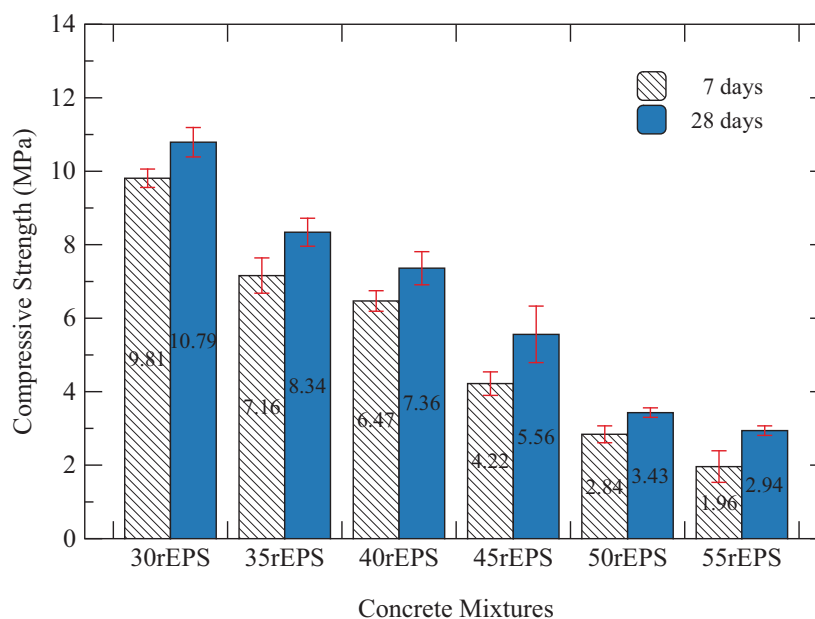
ส่วนผสม	ปริมาณต่อ 1 ลูกบาศก์เมตร (กิโลกรัม)			W/B
	Cement	rEPS	Water	
30rEPS-CEMENT	975.66	10.50	390.26	0.40
35rEPS-CEMENT	906.00	12.25	362.38	0.40
40rEPS-CEMENT	836.29	14.00	334.51	0.40
45rEPS-CEMENT	766.60	15.75	306.64	0.40
50rEPS-CEMENT	696.90	17.50	278.76	0.40
55rEPS-CEMENT	627.20	19.25	250.88	0.40

3. ผลการทดลองและอภิปรายผล

3.1 ผลการทดสอบกำลังอัด

จากรูปที่ 2 พบว่ากำลังอัดของคอนกรีตมวลเบาที่ใช้โฟม rEPS ในส่วนผสมในอัตราส่วนร้อยละ 30 โดยปริมาตรของคอนกรีตมวลเบา (30rEPS-CEMENT) มีกำลังอัดสูงที่สุดทั้งสองอายุทดสอบ โดยที่อายุ 7 และ 28 วัน คอนกรีต 30rEPS-CEMENT มีค่ากำลังอัดเท่ากับ 9.81 และ 10.79 เมกาสปาศาล ตามลำดับ เมื่อเพิ่มปริมาณโฟม rEPS ในส่วนผสมเป็นร้อยละ 35 โดยปริมาตร (35rEPS-CEMENT) พบว่ากำลังอัดของคอนกรีตมวลเบาที่มีค่าลดลง โดยมีค่ากำลังอัดที่อายุ 7 และ 28 วัน เท่ากับ 7.16 และ 8.34 เมกาสปาศาล ตามลำดับ ทำนองเดียวกัน เมื่อเพิ่มปริมาณโฟม rEPS เป็นร้อยละ 40 45 50 และ 55 โดยปริมาตร (40rEPS-CEMENT, 45rEPS-CEMENT, 50rEPS-CEMENT และ 55rEPS-CEMENT ตามลำดับ) พบว่ากำลังอัดที่อายุ 7 มีค่าเท่ากับ 6.47 4.22 2.84 และ 1.96 เมกาสปาศาล ตามลำดับ และที่อายุ 28 วัน มีกำลังอัดเท่ากับ 7.36 5.56 3.43 และ 2.94 เมกาสปาศาล ตามลำดับ

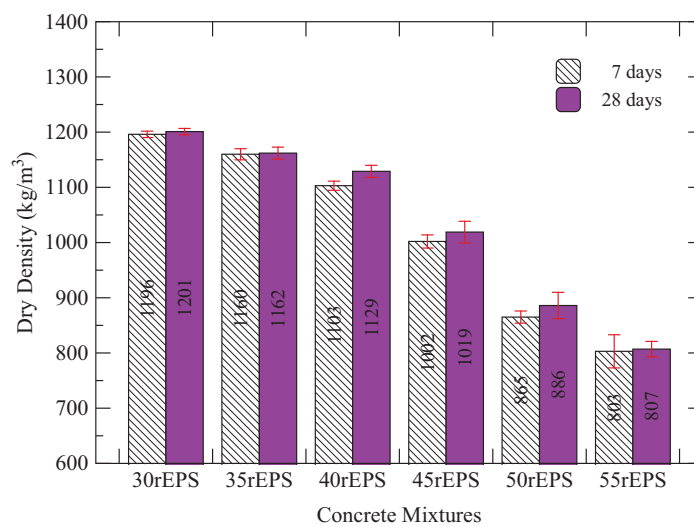
เห็นได้ว่าค่ากำลังอัดของคอนกรีตมวลเบาที่ใช้โฟม rEPS ในส่วนผสม มีแนวโน้มลดลงตามปริมาณโฟม rEPS ในส่วนผสมที่เพิ่มขึ้น ดังรูปที่ 2 นอกจากนี้ยังพบว่าค่ากำลังอัดเพิ่มขึ้นตามอายุของคอนกรีตที่เพิ่มขึ้น การลดลงของค่ากำลังอัดของคอนกรีตมวลเบาเมื่อปริมาณโฟม rEPS ในส่วนผสมเพิ่มขึ้น เนื่องจากส่วนผสมคอนกรีตมีปริมาณของซีเมนต์เพสต์ลดลง นั่นคือตัวยึดประสานและตัวให้กำลังของซีเมนต์เพสต์ลดลง ส่งผลให้ความแข็งแรงของคอนกรีตลดลง กำลังอัดของคอนกรีตจึงมีค่าลดลง นอกจากนี้โฟม rEPS ไม่สามารถรับแรงกดได้ การใส่ไว้ในคอนกรีตจึงเสมือนการทำให้เนื้อคอนกรีตมีโพรง ส่งผลให้กำลังอัดของคอนกรีตลดลงด้วย


รูปที่ 2 กำลังอัดของคอนกรีตมวลเบา

เมื่อนำค่ากำลังอัดของคอนกรีตมวลเบาที่ใช้โฟม rEPS ทุกส่วนผสม มาเปรียบเทียบกับกำลังอัดของคอนกรีตบล็อคมวลเบาแบบเติมฟองอากาศสำหรับผนังที่ออกแบบไม่รับน้ำหนัก ตามมาตรฐาน มอก.2601-2556 (2556) พบว่าทุกส่วนผสมของคอนกรีตมวลเบาที่ใช้โฟม EPS รีไซเคิลในส่วนผสมมีกำลังอัดไม่ต่ำกว่า 2.0 เมกะปาสคาล ตามที่มาตรฐาน มอก. 2601-2556 (2556) กำหนดไว้ ยกเว้นส่วนผสมคอนกรีตมวลเบาที่ใช้ปริมาณโฟม rEPS ร้อยละ 55 โดยปริมาตร ในส่วนผสม ที่ต้องรอจนอายุ 28 วัน จึงจะมีกำลังสูงกว่า 2.0 เมกะปาสคาล

3.2 ผลการทดสอบความหนาแน่นแห้ง

เมื่อพิจารณารูปที่ 3 พบว่าค่าความหนาแน่นแห้งของคอนกรีตมวลเบา 30rEPS-CEMENT มีค่าความหนาแน่นแห้งที่อายุ 7 และ 28 วัน เท่ากับ 1196 และ 1201 กก./ม.³ ตามลำดับ เมื่อเพิ่มปริมาณโฟม rEPS ในส่วนผสมเป็นร้อยละ 35 40 45 50 และ 55 โดยปริมาตร พบว่าความหนาแน่นแห้งของคอนกรีตมวลเบา ที่อายุ 28 วัน (คอนกรีตมวลเบา 30rEPS-CEMENT, 35rEPS-CEMENT, 40rEPS-CEMENT, 45rEPS-CEMENT, 50rEPS-CEMENT และ 55rEPS-CEMENT ตามลำดับ) มีค่าเท่ากับ 1162 1129 1019 886 และ 807 กก./ม.³ ตามลำดับ

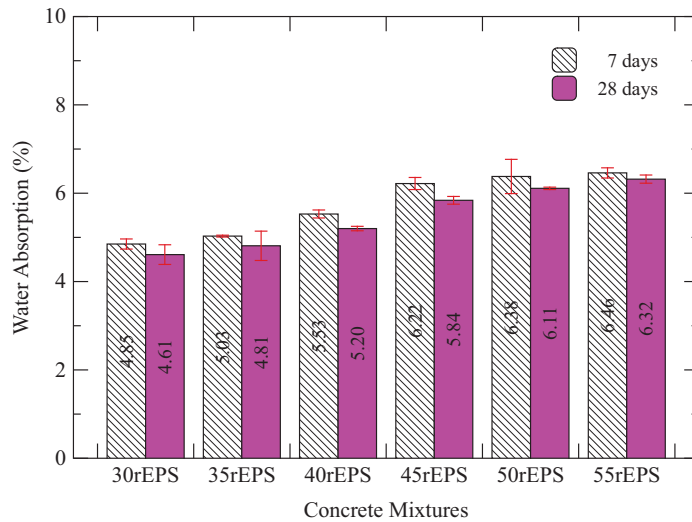


รูปที่ 3 ความหนาแน่นแห้งของคอนกรีตมวลเบา

ความหนาแน่นแห้งของคอนกรีตมวลเบาที่ใช้โฟม rEPS เป็นมวลรวม มีค่าไม่แตกต่างกันมากทั้งสองอายุทดสอบ การใช้โฟม rEPS ในปริมาณที่ต่างกันในส่วนผสมคอนกรีตมวลเบา ส่งผลอย่างชัดเจนต่อการเปลี่ยนแปลงของค่าความหนาแน่นแห้งได้ โดยการใช้ปริมาณโฟม rEPS ในส่วนผสมในปริมาณที่เพิ่มขึ้น ส่งผลให้ค่าความหนาแน่นแห้งของคอนกรีตมวลเบาลดลง เนื่องจากโฟม EPS รีไซเคิลมีน้ำหนักเบากว่าปูนซีเมนต์ เมื่อนำมาใช้ในส่วนผสมคอนกรีต ซีเมนต์เพสต์จึงถูกแทนที่ด้วยโฟม rEPS จึงทำให้น้ำหนักของคอนกรีตมวลเบาลดลง

3.3 ผลการทดสอบการดูดซึมน้ำ

เมื่อค่าการดูดซึมน้ำของคอนกรีตมวลเบา ซึ่งแสดงในรูปที่ 4 พบว่าคอนกรีตมวลเบา 30rEPS-CEMENT มีค่าการดูดซึมน้ำที่อายุ 7 และ 28 วัน เท่ากับร้อยละ 4.85 และ 4.61 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ ส่วนคอนกรีตมวลเบา 35rEPS-CEMENT มีค่าการดูดซึมน้ำเท่ากับร้อยละ 5.03 และ 4.81 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ เมื่อเพิ่มโฟม rEPS เป็นร้อยละ 40 จนถึงร้อยละ 55 โดยปริมาตร (40rEPS-CEMENT, 45rEPS-CEMENT, 50rEPS-CEMENT และ 55rEPS-CEMENT ตามลำดับ) พบว่าค่าการดูดซึมน้ำที่อายุ 7 วัน มีค่าเท่ากับ 5.53 6.22 6.38 และ 6.46 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ ส่วนที่อายุ 28 วัน มีค่าเท่ากับร้อยละ 5.20 5.84 6.11 และ 6.32 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ เห็นได้ว่าทุกส่วนผสมของคอนกรีตมวลเบา มีค่าการดูดซึมน้ำไม่เกินร้อยละ 7 ซึ่งต่ำกว่าค่าต่ำที่สุดตามเกณฑ์ของมาตรฐาน มอก.2601-2556 (2556) เรื่องการแบ่งชนิดของคอนกรีตบล็อคมวลเบาแบบเติมฟองอากาศ (ร้อยละ 20) นั้นหมายความว่าคอนกรีตมวลเบาทุกส่วนผสมมีค่าการดูดซึมน้ำผ่านเกณฑ์มาตรฐานด้านการดูดซึมน้ำของมาตรฐาน มอก.2601-2556 (2556)



รูปที่ 4 การดูดซึมน้ำของคอนกรีตมวลเบา

ค่าการดูดซึมน้ำของคอนกรีตมวลเบา มีแนวโน้มสูงขึ้นตามปริมาณโฟม rEPS ที่ใช้ในส่วนผสมที่เพิ่มขึ้น ทั้งนี้ เนื่องจากการใช้โฟม rEPS ในส่วนผสมในปริมาณที่มากขึ้น ทำให้คอนกรีตมีช่องว่างภายในเนื้อคอนกรีตเพิ่มมากขึ้นเช่นกัน จึงทำให้น้ำสามารถแทรกซึมเข้าสู่คอนกรีตผ่านทางช่องว่างในเนื้อคอนกรีตได้ง่ายขึ้น ส่งผลให้ค่าการดูดกลืนน้ำของคอนกรีตมวลเบาเพิ่มขึ้นตามปริมาณโฟม rEPS ที่เพิ่มขึ้นนั่นเอง อย่างไรก็ตาม ค่าการดูดซึมน้ำจะมีค่าลดลงเมื่ออายุของคอนกรีตมวลเบาที่เพิ่มขึ้น เพราะเนื้อของคอนกรีตมวลเบาส่วนที่เป็นซีเมนต์เพสต์นั้นแน่นขึ้น ทำให้น้ำซึมเข้าสู่เนื้อคอนกรีตมวลเบาได้ยากขึ้นตามไปด้วย

4. สรุป

จากผลการทดสอบ สามารถสรุปผลได้ดังนี้

- 1) กำลังอัดของคอนกรีตมวลเบาที่ใช้โฟม rEPS เป็นมวลรวมร้อยละ 30 35 40 45 50 และ 55 โดยปริมาตรของคอนกรีตมวลเบา มีค่าสูงกว่าค่าที่มาตรฐาน มอก.2601-2556 (2556) (2.0 เมกะปาสคาล) กำหนดไว้
- 2) ความหนาแน่นแห้งของคอนกรีตมวลเบาที่ใช้โฟม rEPS มีค่าลดลงตามปริมาณโฟม rEPS ที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากโฟม EPS ริเซเคิลมีน้ำหนักเบากว่าปูนซีเมนต์ จึงทำให้น้ำหนักของคอนกรีตมวลเบาลดลง
- 3) คอนกรีตมวลเบาทุกส่วนผสมมีค่าการดูดซึมน้ำไม่เกินร้อยละ 7 ซึ่งต่ำกว่าค่าที่มาตรฐาน มอก.2601-2556 (2556) กำหนดไว้ นั่นคือผ่านเกณฑ์ด้านการดูดซึมน้ำ
- 4) เมื่อจัดคอนกรีตมวลเบาจากงานวิจัยนี้เทียบเป็นชนิดตามมาตรฐาน มอก.2601-2556 (2556) จะได้ดังนี้
 - คอนกรีตมวลเบา 30rEPS-CEMENT สามารถจัดได้เทียบเท่า ชนิด C14
 - คอนกรีตมวลเบา 35rEPS-CEMENT สามารถจัดได้เทียบเท่า ชนิด C12
 - คอนกรีตมวลเบา 40rEPS-CEMENT สามารถจัดได้เทียบเท่า ชนิด C12
 - คอนกรีตมวลเบา 45rEPS-CEMENT สามารถจัดได้เทียบเท่า ชนิด C12
 - คอนกรีตมวลเบา 50rEPS-CEMENT สามารถจัดได้เทียบเท่า ชนิด C9
 - คอนกรีตมวลเบา 55rEPS-CEMENT สามารถจัดได้เทียบเท่า ชนิด C9
 แสดงให้เห็นว่าทุกส่วนผสมของคอนกรีตมวลเบาที่ได้จากงานวิจัยนี้มีความเป็นไปได้ที่จะสามารถนำไปใช้งานตามชนิดที่เทียบเท่ากับคอนกรีตมวลเบาแบบเติมฟองอากาศได้

5. กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยได้รับทุนอุดหนุนจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ตามสัญญาเลขที่ NKR2566INC013 คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสาขาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี นครราชสีมา ที่สนับสนุนเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ

6. เอกสารอ้างอิง

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2556. คอนกรีตบล็อกมวลเบาแบบเติมฟองอากาศ (มอก.2601). สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม.

สมบูรณ์ คงสมศักดิ์ศิริ. 2549. การใช้เศษโฟมมาทำวัสดุผสมหยาบมวลเบาในงานคอนกรีต. วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม. ปีที่ 2 ฉบับที่ 1 (ก.พ -ก.ค. 49), หน้า 65-69.

Miled, K., Sab, K., and Le Roy, R. 2007. Particle size effect on EPS lightweight concrete compressive strength: experimental investigation and modelling. Mechanics of Materials. Vol. 39(3). pp. 222-240.

ASTM International. 2016. ASTM C109 / C109M-16. 2016: Standard Test Method for Compressive Strength of Hydraulic Cement Mortars (Using 2-in. or [50 mm] Cube Specimens), West Conshohocken, PA.

Parant, E. and Le Roy, R. 1999. Optimisation des be'tons de densité inférieure a 1. Tech. rep. Laboratoire Central des Ponts et Chaussées, Paris, France.

Laukaitis, A., Zurauskas, R. and Keriene, J. 2005. The effect of foam polystyrene granules on cement composite properties. Cement and Concrete Composites. 27(1), 41-47.

การวิเคราะห์ฐานรากแพแบบตีนโดยวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์

The Analysis of Mat Foundation by Finite Element Method

นคร ศรีแก้ว ณรงค์เดช อินทร์ต้นชัยกิจ ศตวรรษ หฤหรรษ์พงศ์ และ อเนก เนรมิตรครบุรี

Nakorn Srikaew, Narongdej Intaratchaiyakit, Sattawat Haruehansapong
and Anek Neramitkornburi

สาขาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตอุเทนถวาย กรุงเทพมหานคร

Email: khakce@hotmail.com, mydej456@yahoo.co.th, wat_gus@hotmail.com, anek_na@hotmail.co

บทคัดย่อ

การออกแบบฐานรากแพบนดินในปัจจุบันแบ่งออกเป็น 3 วิธีใหญ่ ๆ คือ 1) การวิเคราะห์ด้วยวิธีฐานรากแข็งเกร็ง 2) วิธีฐานรากยืดหยุ่นโดยประมาณ และ 3) วิธีเชิงตัวเลข แบ่งย่อยได้อีก 3 วิธี คือ วิธีไฟไนต์ดิฟเฟอเรนซ์, วิธีไฟไนต์กริด และ วิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ ซึ่งวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์สามารถพบได้ในซอฟต์แวร์เชิงพาณิชย์ทั่วไป แต่มีค่าใช้จ่ายในการเช่า/ซื้อเพื่อใช้งาน รวมถึงการปฏิสัมพันธ์ระหว่างซอฟต์แวร์ใช้งาน งานวิจัยนี้นำเสนอการพัฒนาโปรแกรมวิเคราะห์ฐานรากแพบนดิน โดยวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ ซึ่งใช้แบบจำลอง 2 มิติ รูปสี่เหลี่ยม ประกอบด้วยตัวแปรไม่ทราบค่า 3 ตัวแปร วางบนจตุรกรับแบบสปริงเชิงเส้น (Winkler's method) เปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ระหว่างซอฟต์แวร์เชิงพาณิชย์ MIDAS Gen กับซอฟต์แวร์ที่พัฒนาโดยพิจารณาจากตัวแปรที่ไม่ทราบค่า 3 ตัวแปร ได้แก่ การเคลื่อนที่เชิงเส้นในแนวตั้ง, มุมบิดรอบแกน X และมุมบิดรอบแกน Y ซึ่งร้อยละความคลาดเคลื่อนของแต่ละรายการมีค่าเท่ากับ 4.66%, 5.27% และ 9.35% ตามลำดับ ส่วนการเปรียบเทียบค่าโมเมนต์ดัดสูงสุด และ แรงเฉือนที่ใช้ในการออกแบบมีค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 0.24% และ 0.08% ตามลำดับ

คำสำคัญ: ฐานรากแพบนดิน, ไฟไนต์เอลิเมนต์ 2 มิติ รูปสี่เหลี่ยม, สปริงของวินเกลอร์

Abstract

The design of mat or raft foundations can be divided into three major methods, 1) Rigid foundation method analysis, 2) Approximate flexible method, and 3) Numerical methods. Those method can be further subdivided into 3 methods; the Finite difference method, Finite grid method and Finite element method which can be found in most commercial software but there need to rent/purchase and interaction between the software used. This research presents the development of a program for analysis of mat foundations using the Finite element method, which uses a 2D rectangular model consisting of 3 unknown variables per joint. The foundations placed on sub soil which consider to linear spring support (Winkler's method). The results of the analysis were compared between commercial software MIDAS Gen and developed software by considering 3 unknown variables; vertical linear motion, rotation around the X axis and rotation around the Y axis. The percentage deviations of each variable are 4.66%, 5.27% and 9.35% respectively. For design flexural moment and shear force. The percentage deviations 0.24% and 0.08% respectively

Keywords: Mat Foundation, Finite Element Model 2D Rectangular shape, Winkler's Spring

1. บทนำ

การวิเคราะห์ฐานรากแพวางบนดินในปัจจุบัน แบ่งออกได้เป็น 3 วิธี คือ 1) การวิเคราะห์ด้วยวิธีฐานรากแข็งเกร็ง 2) วิธีฐานรากยืดหยุ่นโดยประมาณ Approximate Flexible Method และ 3) วิธีเชิงตัวเลข ซึ่งสามารถแยกย่อยได้ ดังนี้

- วิธี Finite Difference Method
- วิธี Finite Grid Method
- วิธี Finite Element Method

ซึ่งแต่ละวิธีข้างต้นมีข้อดีและข้อเสียแตกต่างกัน สำหรับการวิเคราะห์โดยวิธีเชิงเกร็งนั้น จะมุ่งเน้นให้ได้ผลลัพธ์ที่เป็นค่าแรงภายในของฐานราก อันได้แก่โมเมนต์และแรงเฉือน แต่จำเป็นจะต้องมีการคำนวณเพื่อปรับค่าแรงก่อนนำไปใช้ออกแบบต่อไป ส่วนค่าการทรุดตัวของฐานรากจะต้องทำการคำนวณแยกอีกครั้ง สามารถรู้ผลลัพธ์ได้อย่างรวดเร็ว วิธีที่ 2 มีสมมติฐานว่าฐานรากมีพฤติกรรมเป็นคานวางบนฐานรากยืดหยุ่น วิธีที่ 3 วิธีเชิงตัวเลข เป็นวิธีที่สามารถใช้แทนวิธีที่ 1 และ 2 เนื่องจากเป็นวิธีที่สามารถพิจารณาการปฏิสัมพันธ์ระหว่างดินและฐานรากโดยตรง แต่ต้องแลกกับการใช้เวลาในการประมวลผลนานกว่าเดิม ซึ่งสามารถประยุกต์ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์มาช่วยคำนวณในส่วนนี้ได้

(Braja M. Das, 2017) ได้เสนอวิธีการวิเคราะห์หาแรงด้วยวิธีดั้งเดิมในฐานรากแพ แยกพิจารณาในแต่ละแถบออกแบบ โดยการใช้การปรับค่าแรงแบบเฉลี่ยเท่ากันทั้งหมด (Mazen Abedalkareem Alsgorafa, 2008) ได้เสนอวิธีการปรับค่าแรงที่ใช้ออกแบบ โดยใช้ตัวคูณปรับค่าจำนวน 2 ตัว ซึ่งให้ผลลัพธ์ใกล้เคียงกับโปรแกรมเชิงพาณิชย์ที่นำมาใช้เปรียบเทียบ (Sap 2000 และ SAFE)

วิธี Approximate Flexible Method ได้ถูกแนะนำโดย (ACI Committee 336, 1988) ซึ่งวิธีนี้เป็นการประมาณค่าของ โมเมนต์ แรงเฉือน และค่าการแอ่นตัวที่จุดต่าง ๆ ในฐานรากที่เกิดจากการกระทำของน้ำหนักบรรทุกเป็นจุดจากตอม่อ ซึ่งจะคำนวณ ร่วมกับการอ่านค่าจากกราฟที่แสดงไว้โดย ACI

วิธีวิเคราะห์แบบยืดหยุ่นจะถูกใช้ในกรณีที่น้ำหนักบรรทุกจากตอม่อมีความแตกต่างกันมาก หรือฐานรากไม่มีสภาพแข็งเกร็งอย่างแท้จริง หรือดินมีความแข็งแรงสูง ส่งผลให้การกระจายความดันสัมผัสไม่สม่ำเสมอ การหลุดตัวของแต่ละจุดของฐานราก ไม่เท่ากัน ดังนั้นการวิเคราะห์จะสมมุติฐานให้แผ่นฐานรากวางอยู่บนสปริง ค่าโมดูลัสของดิน (Modulus of subgrade reaction) จะถูกนำมาใช้คำนวณค่าของสปริงที่ได้แผ่นฐานราก สามารถแบ่งวิธีย่อยได้อีก คือ วิธี Finite Difference Method (FDM) วิธี Finite Grid Method (FGM) และ วิธี Finite Element Method (FEM)

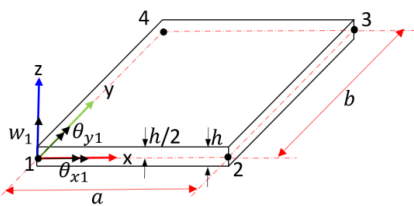
วิธี Finite Grid Method ได้ถูกเสนอโดย (Joseph E. Bowles, 1997) และ (จิรายุทธ สืบสุข, 2548) ได้พัฒนาโปรแกรม SUT Foundation เพื่อใช้วิเคราะห์และออกแบบฐานราก สามารถออกแบบได้ทั้งฐานรากต้นและฐานรากลึกโดยใช้วิธี Finite Grid Method ซึ่งโปรแกรมที่พัฒนามีโมดูลย่อยรวมกันทั้งหมด 7 โมดูล สำหรับแบบจำลองฐานรากต้นที่ใช้ในโปรแกรมจะจำลอง โครงสร้างฐานรากเป็นชิ้นส่วน เสา-คาน (Beam-Column Element) วางไขว้กันเป็น 2 ทิศทางเป็นตารางรองรับด้วยสปริงซึ่งจำลอง แทนชั้นดินใต้แผ่นฐานรากโดยมีสมมุติฐานว่าการเคลื่อนที่ของจุดต่อของแบบจำลองฐานรากต้น มี 3 ตัวแปรที่ไม่ทราบค่า คือ การเคลื่อนที่ในแนวตั้ง, การหมุนรอบแนวแกน X และ การหมุนรอบแนวแกน Y ตามลำดับ d_y, θ_x, θ_z

การวิเคราะห์ฐานรากโดยวิธีที่ 1 นั้นสะดวกและรวดเร็ว แต่ให้ผลลัพธ์คือได้ขนาดฐานรากที่ใหญ่และปริมาณเหล็กเสริมที่ มากตาม ซึ่งส่งผลให้ค่าก่อสร้างมีราคาสูงขึ้น ในอีกกรณีหนึ่ง เพื่อลดค่าใช้จ่ายลิสทือในส่วนของการขุดเจาะเชิงพาณิชย์ ดังนั้นการ พัฒนาซอฟต์แวร์เพื่อช่วยในการวิเคราะห์แรงในฐานรากแพโดยจึงสามารถช่วยลดค่าใช้จ่ายค่าลิสทือ โดยที่ยังได้ผลลัพธ์ที่ใกล้เคียง กับซอฟต์แวร์เชิงพาณิชย์

2. แบบจำลองฐานรากต้น

2.1 แบบจำลองแผ่นฐานราก

สำหรับงานวิจัยนี้จะทำการพัฒนาโปรแกรมวิเคราะห์และออกแบบฐานรากแพ โดยใช้วิธี Finite Element Method โดยโปรแกรมที่พัฒนานั้นสามารถช่วยลดขั้นตอนการทำงานในส่วนของการวิเคราะห์และประมวลผลทำให้ลดขั้นตอนการทำงานได้ รวดเร็วยิ่งขึ้น โดยใช้แบบจำลองแผ่นเอลิเมนต์สี่เหลี่ยมผืนผ้า ดังแสดงในรูปที่ 1 มีขนาดกว้างเท่ากับ a และความยาว b และมีความหนาเท่ากับ h ประกอบด้วยจำนวนจุดต่อทั้งหมด 4 จุดต่อที่มุม ตัวแปรที่ไม่ทราบค่าต่อจุดต่อ มีเท่ากับ 3 ตัวแปร ได้แก่ การเคลื่อนที่ในแนวตั้ง, มุมบิดรอบแนวแกน X และ มุมบิดรอบแนวแกน Y ตามลำดับ w, θ_x, θ_y โดยกำหนดเครื่องหมายให้เป็นบวก ในทิศทางขี้นนาฬิกาตามกฎมือขวา (Right-Hand-Side) รอบแกนนั้น ๆ



รูปที่ 1 แผ่นเอลิเมนต์แบบสี่เหลี่ยมผืนผ้า

$$\theta_x = +\frac{\partial w}{\partial y}, \theta_y = -\frac{\partial w}{\partial x} \quad (1)$$

ดังนั้น แบบจำลองที่ใช้จะประกอบด้วยตัวแปรที่ไม่ทราบค่าทั้งหมด 12 ตัวแปรต่อแผ่น ซึ่งต้องสมมุติลักษณะการกระจายตัวของ w ในรูปแบบของโพลิโนเมียล ซึ่งประกอบด้วยพจน์เป็นจำนวนทั้งหมด 12 พจน์ดังนี้

$$w_{(x,y)} = \alpha_1 + \alpha_2x + \alpha_3y + \alpha_4x^2 + \alpha_5xy + \alpha_6y^2 + \alpha_7x^3 + \alpha_8x^2y + \alpha_9xy^2 + \alpha_{10}y^3 + \alpha_{11}x^3y + \alpha_{12}xy^3 \quad (2)$$

จึงก่อให้เกิดความสมดุลสอดคล้องตามโครงสร้างสามเหลี่ยมของปาสคาล (Pascal's triangle)

$$\begin{array}{ccccccc}
 & & & & & & 1 \\
 & & & & & x & y \\
 & & & x^2 & & xy & y^2 \\
 & & x^3 & & x^2y & & xy^2 & & y^3 \\
 x^4 & & x^3y & & x^2y^2 & & xy^3 & & y^4
 \end{array}$$

รูปที่ 2 โครงสามเหลี่ยมปาสคาล

ดังนั้น ค่ามุมที่บิดไปรอบแกน x และ y ตามสมการที่ 1 คือ

$$\theta_{x(x,y)} = \alpha_3 + \alpha_5x + 2\alpha_6y + \alpha_8x^2 + 2\alpha_9xy + 3\alpha_{10}y^2 + \alpha_{11}x^3 + \alpha_{12}xy^2 \quad (3)$$

$$\theta_{y(x,y)} = -\alpha_2 - 2\alpha_4x - \alpha_5y - 3\alpha_7x^2 - 2\alpha_8xy - \alpha_9y^2 - 3\alpha_{11}x^3y - \alpha_{12}y^3 \quad (4)$$

จากนั้นจึงแทนเงื่อนไขที่ตำแหน่ง x_i, y_i ของค่า $w_i, \theta_{xi}, \theta_{yi}$ โดย $i=1,2,3,4$ ที่ทั้ง 4 จุดต่อ เพื่อแก้หาค่าคงตัว $\alpha_i = 1$ ถึง 12 แล้วเขียนสมการใหม่ในรูปแบบของ

$$w_{(x,y)} = [N_1 \quad \dots \quad N_{12}] \begin{Bmatrix} w_1 \\ \dots \\ \theta_4 \end{Bmatrix} \quad (5)$$

โดยที่ N หมายถึงฟังก์ชันการประมาณภายใน N_i โดยที่ $i = 1$ ถึง 12 จากนั้นนำค่าจากสมการเหล่านี้ไปคำนวณหาเมทริกซ์ความสัมพันธ์ระหว่างความเครียดและการเคลื่อนที่ในแนวดิ่ง ซึ่งก็คือเมทริกซ์ $[B_{(x,y,z)}]$ เพื่อใช้ในการคำนวณหาค่าสติฟเนสเมทริกซ์ของความแข็งแรง $[k_{plt}]$ ของแผ่นเอลิเมนต์รูปสี่เหลี่ยม

(ปราโมทย์ เดชะอำไพ, 2560) ได้เสนอค่าสติฟเนสเมทริกซ์ของแผ่นเอลิเมนต์รูปสี่เหลี่ยมให้อยู่ในรูปแบบปิด (Closed-Form) เพื่อช่วยลดเวลาในการคำนวณและลดค่าความคลาดเคลื่อนอันเนื่องมาจากการคำนวณ

$$[k_{plt}] = \frac{D}{15ab} [ke_{(12x12)}] \quad (6)$$

$$D = \frac{E \cdot h^3}{12(1-\mu^2)} \quad (7)$$

โดยที่ $D =$ ค่าความแข็งแรงดัด (Flexural of rigidity) (นิวตันต่อเมตร)

$E =$ โมดูลัสยืดหยุ่นของฐานรากคอนกรีต (นิวตันต่อตารางเมตร)

$h =$ ความหนาของฐานราก (เมตร)

$\mu =$ อัตราส่วนปัวซองของฐานรากคอนกรีต

$ke =$ ค่าสติฟเนสเมทริกซ์ในรูปแบบปิดของแผ่นเอลิเมนต์รูปสี่เหลี่ยมมีขนาด 12×12

จากสมการที่ 6 จะได้ค่าสติฟเนสเมทริกซ์ของแผ่นเอลิเมนต์รูปสี่เหลี่ยม ซึ่งต้องนำไปประกอบรวมกับค่าสติฟเนสของแผ่นเอลิเมนต์แผ่นอื่น ๆ จะทำให้ได้เมทริกซ์ของแผ่นเอลิเมนต์ทั้งระบบ $[K_{PLT}]$

2.2 แบบจำลองชั้นดิน

สำหรับงานวิจัยนี้ พิจารณาชั้นดินได้ฐานรากตามสมมติฐานของ วินเกลอร์ (Winkler's spring model) ซึ่งกล่าวว่า “แรงดันดินที่เกิดจากแรงกระทำภายนอกต่อคานบนฐานรากยืดหยุ่นจะแปรผันเป็นสัดส่วนเชิงเส้นกับการโก่งตัวของคาน”

ค่าโมดูลัสของดิน หาได้จากความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรงที่เกิดขึ้นต่อการทรุดตัวที่จุดที่พิจารณา

$$k_s = q_a * SF / \delta \quad (8)$$

โดยที่ $k_s =$ ค่าโมดูลัสของดินใต้แผ่นฐานราก (กิโลนิวตันต่อตารางเมตร ต่อเมตร)

$q_a =$ หน่วยแรงแบกทานโดยปลอดภัยของชั้นดินใต้ฐานราก (กิโลนิวตันต่อตารางเมตร)

$SF =$ ตัวคูณความปลอดภัย

$\delta =$ ค่าการทรุดตัวที่ยอมให้ดิน (เมตร)

Joseph E. Bowles, (1997) ได้แนะนำค่าการทรุดตัวที่ยอมให้เท่ากับ 1 นิ้ว หรือ 25.4 มิลลิเมตร ดังนั้น ค่า k_s ตามสมการที่ 8 สามารถเขียนให้เป็นค่าที่จำได้ง่ายขึ้น คือ

$$k_s = q_a * \frac{SF}{0.0254} = 39.4 * q_a * SF \sim 40 * q_a * SF \quad (8.1)$$

สำหรับชั้นดินใต้แผ่นฐานรากถูกจำลองให้เป็นสปริงโดยอาศัยค่าโมดูลัสของดินใต้แผ่นฐานรากคูณกับพื้นที่รับผิวดของแต่ละจุดต่อสามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

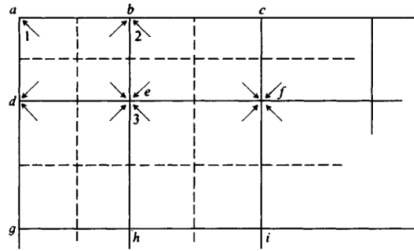
$$K_{(i)} = k_s * Area_{(i)} \quad (9)$$

โดยที่ $K_{(i)}$ = ค่าสปริงของของดินที่จุดต่อ i (นิวตันต่อเมตร)

$Area_{(i)}$ = พื้นที่รับผิวดของใต้ฐานรากที่เกี่ยวข้องกับจุดต่อที่พิจารณา (ตารางเมตร)
งานวิจัยนี้จะใช้ค่าโมดูลัสของดินจาก (Bowles, 1997) การคำนวณหาพื้นที่รับผิวดของของแต่ละจุดต่อ เช่น

$$K_1 = k_s * \frac{abde}{4} \quad (10.1)$$

$$K_2 = k_s * \left\{ \frac{abde}{4} + \frac{bcef}{4} \right\} \quad (10.1)$$



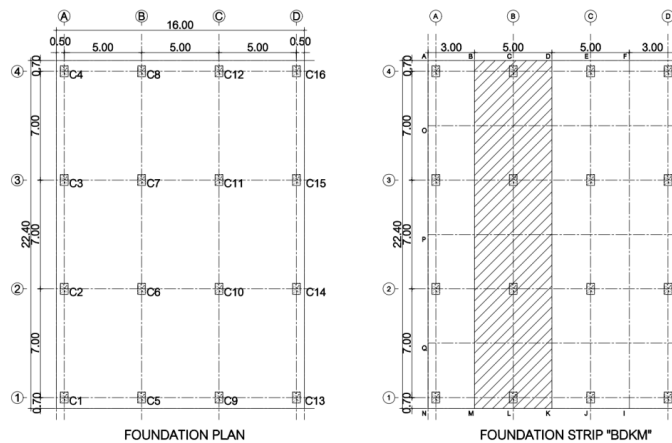
รูปที่ 3 การแบ่งเส้นร่างเพื่อหาพื้นที่รับผิวดของ

จากสมการที่ 10 จะได้ค่าสปริงของดิน [K_{SPR}] ที่แต่ละจุดต่อจากนั้นนำค่าสปริงมาบวกรวมกับสติฟเนสของแผ่นเอลิเมนต์ทั้งระบบ [K_{PLT}] จะทำให้ได้เมทริกซ์ของระบบฐานรากทั้งหมด ดังสมการที่ 11 [K_{FDN}]

$$[K_{FDN}] = [K_{PLT}] + [K_{SPR}] \quad (11)$$

2.3 ตัวอย่างการคำนวณ

เลือกใช้ตัวอย่างการคำนวณจาก (Mazen Abedalkareem Alsgorafa, 2008) เป็นฐานรากแปรูปสี่เหลี่ยมขนาดกว้าง 16.0 เมตร ยาว 22.4 เมตร ความหนาฐานราก 0.60 เมตร รองรับน้ำหนักบรรทุกทุกคงที่ และน้ำหนักบรรทุกจร โดยมีจำนวนตอม่อเท่ากับ 16 เส้า ตามแสดงในรูปที่ 4



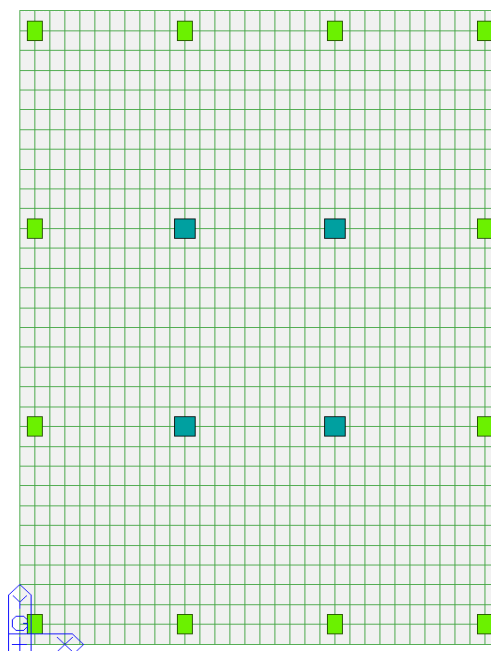
รูปที่ 4 ตัวอย่างฐานรากแพ และ แถบออกแบบ “BDKM”

คุณสมบัติของวัสดุที่ใช้มีรายละเอียดดังต่อไปนี้ กำลังอัดของคอนกรีตที่ 28 วัน เท่ากับ 24,000 กิโลนิวตันต่อตารางเมตร, กำลังรับแรงแบกทานของดินใต้ฐานราก เท่ากับ 149 กิโลนิวตันต่อตารางเมตร, ใช้ขนาดเอลิเมนต์กว้าง 0.50 เมตร ยาว 0.70 เมตร ตลอดแผ่นฐานราก โดยมีค่า Aspect Ratio เท่ากับ 1.40, ค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นของฐานรากมีค่าเท่ากับ 23,025,200 กิโลนิวตันต่อตารางเมตร, ค่าปัวซองส์ เท่ากับ 0.167 หมายเหตุ คุณสมบัติของวัสดุที่กำหนดข้างต้น เป็นการกำหนดเพื่อใช้เป็นข้อมูลฐานเดียวกันสำหรับการวิเคราะห์โดยวิธีไนต์เอลิเมนต์เท่านั้น

ตารางที่ 1 แสดงน้ำหนักบรรทุกคงที่ (DL) และน้ำหนักบรรทุกจร (LL)

เสาตอม่อ (PED_ID)	น้ำหนักคงที่ (DL) (กิโลนิวตัน)	น้ำหนักจร (LL) (กิโลนิวตัน)
C1	591.341	296.161
C2	1,312.130	656.065
C3	1,541.605	770.803
C4	764.919	382.459
C5	1,250.348	625.664
C6	2,749.785	1,374.892
C7	3,468.529	1,584.755
C8	1,570.045	785.513
C9	1,290.555	645.278
C10	2,812.547	1,406.274
C11	2,895.904	1,448.442
C12	1,418.042	709.021
C13	613.896	306.948
C14	1,333.704	666.852
C15	1,356.260	678.620
C16	658.026	329.503

ทำการเปรียบเทียบกับโปรแกรมเชิงพาณิชย์ (MIDAS Gen) โดยสร้างขนาดของแบบจำลองและคุณสมบัติของแผ่นฐานรากให้เหมือนกันทุกประการ รวมถึงจุดต่อและหมายเลขแผ่นเอลิเมนต์ ตามที่กำหนดข้างต้น



รูปที่ 5 การแบ่งเอลิเมนต์ (MIDAS Gen)

3. ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ทำการเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรมที่พัฒนา กับโปรแกรมเชิงพาณิชย์ (MIDAS Gen) โดยทำการเปรียบเทียบ การเคลื่อนที่ในแนวตั้ง และมุมบิดรอบแกน X และ Y ตามลำดับ พิจารณาจุดต่าง ๆ ดังต่อไปนี้ คือ ตำแหน่งที่กริดเสาคัดกัน, มุมทั้ง 4 มุมของแผ่นฐานราก และจุดที่กริดเสาคัดกับขอบฐานราก ตารางที่ 2 แสดงค่าการเคลื่อนที่เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกคงที่และ น้ำหนักจร หลัก “A” หมายถึงค่าที่ได้จากซอฟต์แวร์ MIDAS Gen หลัก “B” หมายถึงค่าที่ได้จากซอฟต์แวร์ที่พัฒนาชื่อ Mat

ตารางที่ 2 แสดงค่าการเคลื่อนที่เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกคงที่ (DL) และน้ำหนักบรรทุกจร (LL)

จุดต่อ	แนวตั้ง (DL) (มม.)		มุมบิด θ_x (DL) (RAD*10,000)		มุมบิด θ_y (DL) (RAD*10,000)		แนวตั้ง (LL) (มม.)		มุมบิด θ_x (LL) (RAD*10,000)		มุมบิด θ_y (LL) (RAD*10,000)	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
(ID)	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
1	6.45	6.42	9.08	9.36	4.98	4.90	3.23	3.21	4.55	4.69	2.50	2.46
2	6.19	6.17	9.00	8.99	5.11	5.08	3.10	3.09	4.51	4.50	2.56	2.55
12	6.36	6.32	9.79	9.87	1.41	1.49	3.18	3.16	4.90	4.94	0.70	0.74
22	6.52	6.48	10.04	10.11	1.03	1.10	3.26	3.24	5.02	5.06	0.52	0.55
32	6.47	6.45	9.40	9.38	5.43	5.40	3.23	3.22	4.70	4.69	2.71	2.70
33	6.75	6.71	9.48	9.77	5.29	5.21	3.37	3.36	4.74	4.89	2.65	2.60
34	5.78	5.75	9.82	10.09	4.43	4.31	2.90	2.88	4.92	5.06	2.22	2.16
35	5.58	5.53	9.69	9.69	4.78	4.70	2.80	2.77	4.86	4.86	2.40	2.36
45	5.74	5.62	10.66	10.74	1.31	1.32	2.87	2.81	5.34	5.38	0.65	0.65
55	5.89	5.76	10.93	11.01	0.96	0.96	2.94	2.88	5.47	5.51	0.48	0.48
65	5.84	5.78	10.12	10.12	5.08	4.99	2.92	2.89	5.06	5.06	2.54	2.50
66	6.05	6.01	10.26	10.53	4.71	4.58	3.03	3.01	5.13	5.27	2.36	2.29
364	6.20	6.10	2.39	2.49	7.02	6.80	3.10	3.05	1.20	1.25	3.51	3.40
365	5.91	5.76	2.37	2.40	7.42	7.27	2.95	2.88	1.18	1.20	3.71	3.64
375	5.87	5.61	1.99	2.02	1.12	1.16	2.94	2.80	0.99	1.01	0.56	0.58
385	5.95	5.68	1.78	1.81	1.02	1.05	2.98	2.84	0.89	0.91	0.51	0.52
395	5.96	5.81	1.83	1.85	7.43	7.27	2.98	2.90	0.91	0.93	3.72	3.63
396	6.25	6.15	1.84	1.91	7.04	6.80	3.13	3.07	0.92	0.96	3.52	3.40
694	7.23	7.11	1.46	1.54	8.50	8.23	3.61	3.55	0.73	0.77	4.25	4.11
695	6.87	6.70	1.45	1.48	8.95	8.75	3.44	3.35	0.72	0.74	4.47	4.38
705	6.62	6.31	1.39	1.43	0.67	0.70	3.31	3.16	0.70	0.72	0.34	0.35
715	6.18	5.90	1.54	1.59	1.61	1.65	3.09	2.95	0.77	0.79	0.81	0.82
725	6.00	5.85	1.84	1.87	7.33	7.16	3.00	2.93	0.92	0.93	3.67	3.59
726	6.29	6.18	1.86	1.95	6.92	6.69	3.15	3.09	0.93	0.97	3.47	3.35
1024	7.67	7.62	13.29	13.62	6.24	6.07	3.83	3.81	6.64	6.81	3.12	3.03
1025	7.38	7.31	13.11	13.09	6.70	6.58	3.69	3.65	6.56	6.55	3.35	3.29
1035	7.20	7.04	13.78	13.87	0.62	0.63	3.60	3.52	6.90	6.94	0.31	0.32
1045	6.66	6.53	12.79	12.89	1.99	1.99	3.33	3.26	6.40	6.45	1.00	0.99
1055	6.26	6.20	11.44	11.45	4.95	4.86	3.14	3.10	5.73	5.73	2.49	2.44
1056	6.47	6.42	11.59	11.89	4.56	4.42	3.24	3.22	5.80	5.95	2.29	2.22
1057	8.57	8.52	12.30	12.66	6.97	6.86	4.29	4.26	6.15	6.33	3.48	3.43
1058	8.20	8.18	12.20	12.16	7.14	7.10	4.10	4.09	6.10	6.08	3.57	3.55
1068	8.00	7.95	12.70	12.78	0.68	0.74	4.00	3.98	6.36	6.39	0.34	0.37
1078	7.41	7.37	11.80	11.89	2.14	2.25	3.71	3.69	5.90	5.95	1.07	1.12
1088	6.98	6.96	10.67	10.67	5.32	5.28	3.50	3.49	5.34	5.34	2.67	2.65
1089	7.26	7.22	10.76	11.08	5.17	5.08	3.63	3.61	5.38	5.55	2.60	2.55

ตารางที่ 3 แสดงค่าโมเมนต์ดัด, แรงเฉือนที่ใช้ออกแบบ เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกคงที่ (DL) และน้ำหนักบรรทุกจร (LL) เฉพาะแถบ BDKM

รายการ	น้ำหนักบรรทุกคงที่ (DL)			น้ำหนักบรรทุกจร (LL)		
	โมเมนต์ดัดที่ผิวบน (กิโลนิวตัน*เมตร)	โมเมนต์ดัดที่ผิวล่าง (กิโลนิวตัน*เมตร)	แรงเฉือน (กิโลนิวตัน)	โมเมนต์ดัดที่ผิวบน (กิโลนิวตัน*เมตร)	โมเมนต์ดัดที่ผิวล่าง (กิโลนิวตัน*เมตร)	แรงเฉือน (กิโลนิวตัน)
A	-245.8	369.9	1,442.3	-123.0	185.0	721.3
B	-246.2	370.8	1,443.5	-123.1	185.4	721.9
ร้อยละความคลาดเคลื่อน	0.16	0.24	0.08	0.14	0.21	0.08

จากตารางที่ 3 แสดงการเปรียบเทียบค่าโมเมนต์ดัดและแรงเฉือนสำหรับแถบออกแบบ BDKM ระหว่างโปรแกรม MIDAS Gen กับโปรแกรม Mat โดยที่ ค่าลของโมเมนต์ดัดกระทำที่ผิวบนของฐานรากและค่าบวกของโมเมนต์ดัดกระทำที่ผิวล่างของฐานราก ค่าโมเมนต์ดัดที่แสดงตามตารางที่ 3 เป็นผลมาจากการคำนวณตามสมการของ (Wood & Armer, 1968) อย่างง่าย ซึ่งแนะนำโดย (อมร พิมานมาศและคณะ, 2555) โดยมีสูตรดังต่อไปนี้

ค่าโมเมนต์ดัดเพื่อออกแบบเหล็กล่าง (Bottom Reinforcement)

$$m_{rx} = m_{xx} + |m_{xy}| \geq 0 \quad (12.1)$$

$$m_{ry} = m_{yy} + |m_{xy}| \geq 0 \quad (12.2)$$

ค่าโมเมนต์ดัดเพื่อออกแบบเหล็กบน (Top Reinforcement)

$$m_{rx} = m_{xx} - |m_{xy}| < 0 \quad (13.1)$$

$$m_{ry} = m_{yy} - |m_{xy}| < 0 \quad (13.2)$$

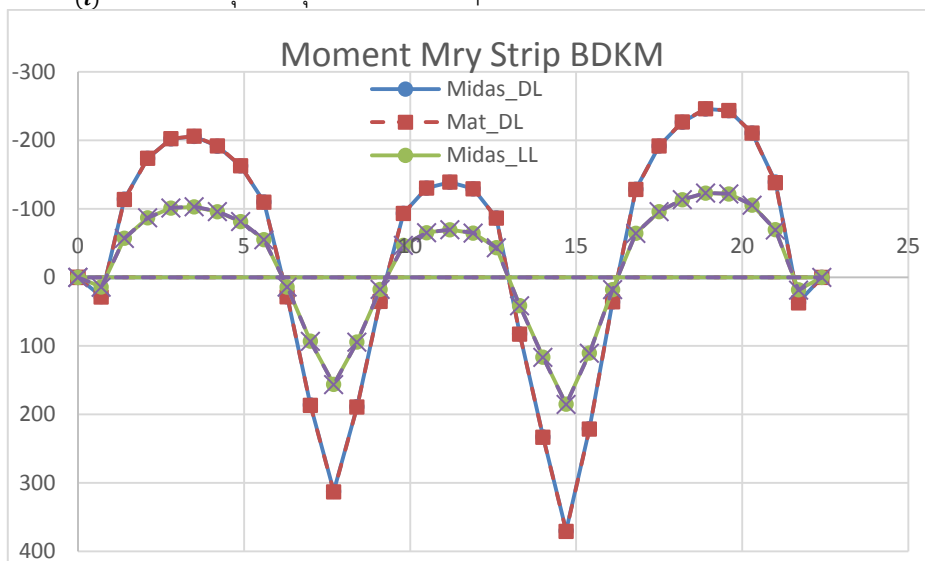
โดยที่ m_{xx}, m_{yy} คือ ค่าโมเมนต์ดัดที่เกิดจากหน่วยแรง σ_{xx}, σ_{yy} และกระทำกับระนาบที่ตั้งฉากกับแกน x และ y ตามลำดับ และ m_{xy} คือ ค่าโมเมนต์บิดที่เกิดจากหน่วยแรง τ_{xy} หรือ τ_{yx}

m_{rx}, m_{ry} คือ ค่าโมเมนต์ดัดที่ใช้ออกแบบกระทำกับระนาบที่ตั้งฉากกับแกน x และ y ตามลำดับ

ค่าแรงเฉือนเพื่อการออกแบบแรงเฉือนแบบคาน ได้จากการผลรวมของของค่าของสปริงของดินที่จุดต่อคานกับค่าการเคลื่อนตัว ณ จุดนั้น ในแต่ละจุดของความกว้างแถบออกแบบ

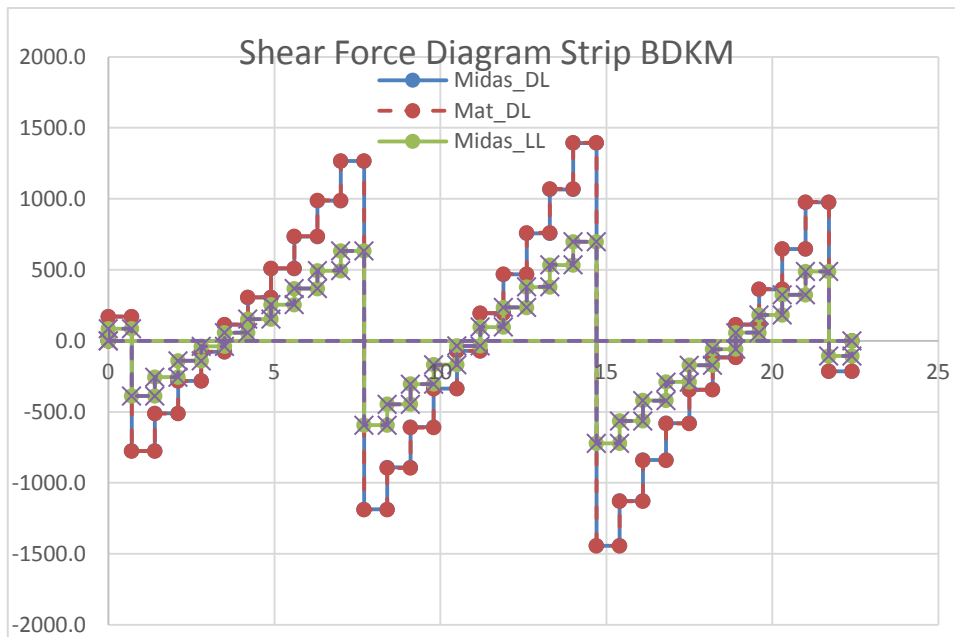
$$V_{max} = \sum_{i=1}^n dz(i) * K(i) \quad (14)$$

โดยที่ $dz(i)$ คือ ค่าการทรุดตัวที่จุดที่พิจารณานั้น ๆ



รูปที่ 6 แสดงแผนภูมิโมเมนต์ดัดที่แถบออกแบบ BDKM

จากรูปที่ 6 แสดงถึงค่าโมเมนต์สำหรับการออกแบบที่ได้จากการคำนวณจากสมการที่ 12 และ 13 โดยที่ แกน X หมายถึงระยะทางตามยาวของแถบออกแบบ (เมตร) และ แกน Y หมายถึงค่าโมเมนต์คัต (กิโลนิวตัน-เมตร/เมตร) ค่าลบแสดงถึงโมเมนต์คัตที่ผิวบนของฐานราก และ ค่าบวกแสดงถึงโมเมนต์คัตที่ผิวล่างของฐานราก ตามลำดับ



รูปที่ 7 แสดงแผนภูมิแรงเฉือนที่แถบออกแบบ BDKM

จากรูปที่ 7 แสดงถึงค่าแรงเฉือนสำหรับการออกแบบที่ได้จากการคำนวณจากสมการที่ 14 โดยที่ แกน X หมายถึงระยะทางตามยาวของแถบออกแบบ (เมตร) และ แกน Y หมายถึงแรงเฉือน (กิโลนิวตัน/ความกว้างแถบออกแบบ)

จากรูปที่ 6 และ 7 จะเห็นได้ว่าเส้นกราฟแกน Y ของค่าโมเมนต์คัตและ แรงเฉือน ที่ได้จากโปรแกรม MIDAS Gen และ โปรแกรม Mat มีความแตกต่างกันน้อยมาก ซึ่งสอดคล้องกับค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนที่แสดงในตารางที่ 3

4. สรุป

สรุปผลการเปรียบเทียบการวิเคราะห์ผลลัพธ์ที่ได้มีความแตกต่างกันในเชิงตัวเลข ในส่วนของการเคลื่อนตัวในแนวตั้งค่าความคลาดเคลื่อนสูงสุดอยู่ที่ 4.66% ส่วนมุมบิดรอบแกน X มีค่าความคลาดเคลื่อนสูงสุดอยู่ที่ 5.27% ส่วนมุมบิดรอบแกน Y มีค่าความคลาดเคลื่อนสูงสุดอยู่ที่ 9.35% พิจารณาที่แถบออกแบบ BDKM ค่าโมเมนต์คัตสูงสุดที่ผิวบนของฐานรากมีค่าความคลาดเคลื่อนสูงสุดอยู่ที่ 0.16% ค่าโมเมนต์คัตสูงสุดที่ผิวล่างของฐานรากมีค่าความคลาดเคลื่อนสูงสุดอยู่ที่ 0.24% ค่าแรงเฉือนสูงสุดมีค่าความคลาดเคลื่อน 0.08% ซึ่งจัดอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ในทางวิศวกรรม

ดังนั้น โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นมาชิ้นนี้ สามารถช่วยให้การออกแบบงานฐานรากคอนกรีตเสริมเหล็กมีความสะดวกและรวดเร็วขึ้น โดยที่ผลลัพธ์จากการวิเคราะห์มีความใกล้เคียงกับโปรแกรมเชิงพาณิชย์ที่นำมาเปรียบเทียบ

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตอุเทนถวาย, ผศ.ดร.ณรงค์เดช อินทร์นัยชัยกิจ ท่านอาจารย์ที่ปรึกษางานวิจัยที่ให้ความรู้และแนวทางวิจัยงานนี้ให้ลุล่วงไปด้วยดี

6. เอกสารอ้างอิง

- จิระยุทธ สืบสุข. 2548. การพัฒนาโปรแกรมออกแบบฐานราก. วิทยานิพนธ์ ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.
ปราโมทย์ เดชะอำไพ, 2560. ไฟไนต์เอลิเมนต์ในงานวิศวกรรม พิมพ์ครั้งที่ 6, สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
พัลลภ วิสุทธิ์เมธานุกุล, 2563. คู่มือวิศวกรรมฐานราก พิมพ์ครั้งที่ 2, ซีเอ็ดยูเคชั่น.
อมร พิมานมาศ, ปรีดา ไชยมหาวัน, ภาณุวัฒน์ จ้อยก๊อต, 2555. การออกแบบโครงสร้างฐานรากคอนกรีตเสริมเหล็กชั้นสูง พิมพ์
ครั้งที่ 1, บริษัทซีวิลเอ็นจิเนียริง คอนซัลแตนท์แอนด์ เทรนนิ่ง จำกัด.
Antonio Joaquim Mendes Ferreira, 2009, **MATLAB codes for Finite Element Analysis**, Portugal, Springer.
Braja M. Das, Nagarathnam Sivakugan, 2017, **Principles of Foundation Engineering**. 9th Edition, USA, Cengage Learning.
Daryl L. Logan, 2007, **A First Course in the Finite Element Method**, 4th Edition, Canada, Thomson.
Donald P. Cudoto, 2001, **Foundation Design: Principle and practices**, 2nd Edition, USA, Prentice-Hall.
Joseph E. Bowles, 1997, **Foundation Analysis and Design**, 5th Edition, USA, McGraw-Hill.
Klaus-Jurgen Bathe, 1982, **Finite Element Procedures**, USA, Prentice-Hall.
Mazen Abedalkareem Alsgorafa, 2008, **Modifications of Conventional Rigid and Flexible Methods for Mat
Foundation Design. Master Program**, Islamic University of Gaza.
MIDAS Information Technology Co., Ltd., **MIDAS Gen Program**, Korea.
R.H. Wood, 1968, **The reinforcement of slab in accordance with a pre-determined field of moments**,
Concrete, V.2, No.2”. pp.69-76.

การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวจากกุ้งเหยียด

Snack Product Development from Stretched Shrimp

รุ่งโรจน์ ตับกลาง ทองจวน คุณพุทธิรพี และ นิภาพร คังคะวิสุทธิ์

Rungroj Tubklang, Tongjuan Khunputtirapee and Nipaporn Kangkawisut

สาขาวิชานวัตกรรมอาหารและธุรกิจ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก

Department of Food Innovation and Business, Faculty of Agro-Industrial Technology,

Rajamangala University of Technology Tawan-ok

e-mail rungroj_tu@rmutto.ac.th หมายเลขโทรศัพท์ 083-0782064

บทคัดย่อ

การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวจากกุ้งเหยียด เริ่มต้นด้วยสำรวจความต้องการของผู้บริโภคต่อคุณลักษณะรสชาติของกุ้งเหยียดอบกรอบ ผู้วิจัยให้ตัวเลือก 14 รสชาติ (รสดั้งเดิม, รสต้มยำ, รสนorisaharai, สามรส, รสกะเพรา, รสลาบ, รสหม่าล่า, รสสุกี้, รสปลาปึก, รสชีส, รสบาร์บีคิว, รสซอสมะขาม, รสพิซซา และรสโคชูจัง) คัดเหลือ 4 รสชาติที่ตรงความต้องการมากที่สุด มาผลิตเป็นกุ้งเหยียดอบกรอบ คัดเลือกรสชาติที่ผู้บริโภคชอบมากที่สุดไปทดสอบหาปริมาณสัดส่วนของเครื่องปรุงรสที่ให้คุณลักษณะและรสชาติที่ชื่นชอบมากที่สุด และศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค โดยใช้วิธี Central Location Test (CLT) (n=100) ผลพบว่า 4 รสชาติที่ผู้บริโภคต้องการมากที่สุด ได้แก่ รสชาติดั้งเดิม, รสกะเพรา, สามรส และรสลาบ คิดเป็นร้อยละ 45, 34, 24 และ 15 ตามลำดับ ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของกุ้งเหยียดอบกรอบ 4 รสชาติดังกล่าว พบว่ากุ้งเหยียดอบกรอบสามรส มีคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวมสูงที่สุดและสูงกว่ารสชาติอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) นอกจากนี้พบว่ากุ้งเหยียดอบกรอบสามรสที่ใช้สัดส่วนของน้ำตาล:พริก:เกลือ เท่ากับ 90:5:5 ได้รับคะแนนความชอบรวมในทุกคุณลักษณะสูงที่สุดและสูงกว่าสัดส่วนอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ซึ่งทุกคะแนนอยู่ในระดับความชอบปานกลางถึงชอบมาก ทั้งนี้ผู้บริโภคให้การยอมรับในระดับชอบมาก (เฉลี่ย 8 คะแนน) การศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นถึงโอกาสที่ดีในการสร้างผลิตภัณฑ์กุ้งเหยียดอบกรอบเข้าสู่ตลาด

คำสำคัญ: การพัฒนาผลิตภัณฑ์ อาหารขบเคี้ยว กุ้งเหยียด กุ้งเหยียดอบกรอบ

Abstract

Snack Product Development from stretched shrimp was conducted. The study began with a survey of consumer demand for the desired characteristics and taste of crispy shrimp products. The researcher gave a choice of fourteen flavors, namely Original flavor, Tom Yum flavor, Nori Seaweed flavor, Three flavors (Sweet, salty and spicy), Basil flavor, Larb flavor, Mala flavor, Suki flavor, papica flavor, Cheese flavor, Barbeque flavor, Tamarind Sauce flavor, Pizza flavor and Gochujang flavor. Then, only four flavors that consumers were most demand, were produced for crispy stretched shrimp production. These four preferred flavors of crispy shrimp products were tested for qualities. The most preferred taste was then subjected to further testing to determine the proper seasoning proportions. Finally, a consumer acceptance study was conducted, using the Central Location Test (CLT) method (n=100) . Results showed that the Original flavor, Basil flavor, Three flavor and Larb flavor were most wanted by consumers, accounting for 45, 34, 24 and 15%, respectively. Afterwards, these four flavors of crispy stretched shrimp products were tested for quality, it was found that crispy stretched shrimp with Three flavors had the highest sensory preference scores, in terms of color, smell, taste, texture and overall liking; significantly higher than the other flavors ($p < 0.05$). In addition, it was found that the Three-flavored crispy stretched shrimp using the ratio of sugar: chili: salt equal to 90:5:5 had the highest overall liking score in all attributes and significantly higher than the other proportions ($p < 0.05$). All of these scores were in the Moderate to very liking level. Results of the consumer acceptance test for the final product, found that consumers accepted this product at the level of liking (average 8 points). This study clearly indicates there is a great opportunity for crispy stretched shrimp products to enter the market.

Keywords: Product development, Snake, Stretched shrimp, Crispy stretched shrimp

การพัฒนาผลิตภัณฑ์กัมมี่จากข้าวกำบางพระ

Development of Gummy Product from Black Sticky Rice (Kum Bangpha)

พัชนี บุญธกานนท์ จินตนา เพชรมณีโชติ และสุธัญญา พรหมสมบุญ

Patchanee Boontaganon, Jintana Petmaneechot and Sutunya Promsomboon

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตบางพระ

Faculty of Science and Technology Rajamangala University of Technology Tawan-ok, Bangphra campus, Chonburi

patchanee_bo@mutto.ac.th โทร. 0648614245

บทคัดย่อ

ข้าวกำสายพันธุ์บางพระจัดเป็นข้าวเหนียวดำที่มีโภชนาการสูง จึงนำมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์กัมมี่ข้าวกำเพื่อสุขภาพ ในการทดลองมีการเปรียบเทียบการเตรียมเมล็ดข้าว พบว่า ใช้เมล็ดข้าวที่มีการบดหยาบแล้วนำไปนึ่งสุกทำให้ได้ชั้นกัมมี่ข้าวกำที่เหนียว ยืดหยุ่น มีการยึดติดกันมากกว่า จึงนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบปริมาณข้าวกำ ปริมาณและอัตราส่วนของเจลาติน:คาราจีแนนในปริมาณ ต่างกันดังนี้คือ ปริมาณข้าว 5 7 9 และ 11 กรัม อัตราส่วนของเจลาติน 2 ระดับคือ 32 และ 40 กรัม กับคาราจีแนน 3 ระดับคือ 0.5 และ 1 กรัม นำมาหาค่าเนื้อสัมผัสคือ Hardness (ค่าความแข็ง), Gumminess (ค่าความเหนียว), Chewiness (ค่าการทนต่อการ เคี้ยว), Springiness (ค่าความยืดหยุ่น), Cohesiveness (ค่าความสามารถเกาะรวมตัวกัน) และ Stickiness (ค่าความยืดหยุ่น) ค่า L^* , a^* , b^* โดยเปรียบเทียบกับค่าดังกล่าวของตัวควบคุม 2 ยี่ห้อ นำข้อมูลมาสร้างสูตรกัมมี่ข้าวกำ 3 สูตร และทำการเปรียบเทียบค่าต่างๆ กับตัวควบคุม เช่นเดียวกับที่กล่าวข้างต้น และ Aw พบว่าสูตรที่ 3 ประกอบด้วยข้าวกำบางพระ 3.3% เจลาติน 15% คาราจีแนน 0.5% กรดซิตริก 0.7% น้ำตาล 17.8% น้ำผึ้ง 20.5% และน้ำ 42.2% มีค่าใกล้เคียงกับ Jolly Bear มากที่สุด และได้รับการยอมรับ โดยรวมสูงสุด

คำสำคัญ: ข้าวกำ ข้าวกำบางพระ กัมมี่ เจลลี่

Abstract

Black sticky rice (Khao Kum var. Bangphra) is high nutritional rice therefore it was developed to healthy product of Khao Kum gummy. Firstly, rice grain preparations were compared. It was found that using coarse ground rice grains before streaming resulted in the gummies more sticky, flexible and homogenous than using whole grains. The amount of khao Kum (5, 7, 9 and 11 g) and ratios of gelatin (32 and 40 g) and carrageenan (0, 0.5 and 1 g) were examined. The Hardness, Gumminess, Chewiness, Springiness, Cohesiveness, and Stickiness, L^* , a^* and b^* values were compared with those values of two commercial controls. The data were used to create 3 treatments of Khao Kum gummy recipes. The treatments were examined and compared as the same parameter values as above and Aw value with the controls. The treatment consisted of 3.3% Khao Kum Bangphra, 15% gelatin, 0.5% carrageenan, 0.7% citric acid, 17.8% sugar 20.5%, honey and 42.2% water, similar in value to Jolly Bear gummy and received the highest overall sensory acceptance.

Keywords: Black Sticky Rice, Purple Rice, Gummy, Jelly

1. บทนำ

ข้าวกำเป็นข้าวเหนียวดำ ที่มีเยื่อหุ้มสีดำปนม่วง มีคุณค่าทางโภชนาการสูง เทียบเคียงได้กับข้าวกล้อง มีสารรงควัตถุให้ สีที่เด่นคือ สารแอนโทไซยานิน (anthocyanins) ในปริมาณสูง (Boonsit *et al.*, 2010) ซึ่งมีคุณสมบัติในการต้านการเกิดปฏิกิริยา ออกซิเดชัน ช่วยการหมุนเวียนของกระแสโลหิตและชะลอการเสื่อมของเซลล์ร่างกาย นอกจากนี้ยังพบวิตามินบี 1 ในข้าวกำ ซึ่ง ช่วยในการทำงานของสมอง ระบบประสาทและระบบการย่อยอาหาร (Abdoulaye, 2008) ด้วยคุณลักษณะดังกล่าวข้างต้นจึงเป็น โจทย์วิจัยในการนำข้าวกำบางพระมาพัฒนาต่อยอดสู่การแปรรูปผลิตภัณฑ์จากข้าวกำบางพระให้เป็นอาหารสุขภาพคือ ผลิตภัณฑ์กัมมี่จากข้าวกำ ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสมสำหรับทุกเพศทุกวัย และผู้สูงอายุที่อาจมีปัญหาในเรื่องระบบการเคี้ยวและ การกลืนอาหาร เนื่องจากกัมมี่มีลักษณะนิ่มเคี้ยวง่าย ให้ความเพลิดเพลิน มีรสชาติเปรี้ยวหวาน เป็นขนมที่ทำให้เกิดความพึงพอใจ เมื่อได้รับประทาน นอกจากนี้ยังเป็นการสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผลผลิตจากข้าวกำและเป็นการสร้างแบรนด์ให้เกิดอัตลักษณ์ของข้าว กำบางพระ ซึ่งได้รับการพัฒนาสายพันธุ์โดยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก (Promsomboon and Promsomboon, 2019) ให้เกิดเป็นนวัตกรรมจากการวิจัยสู่การผลิตเพื่อจำหน่ายเชิงพาณิชย์ ดังนั้นจึงมีแนวความคิดที่จะนำมาแปรรูป โดย

การศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของข้าวกำลังพระ เกลาติน คาราจีแนน และองค์ประกอบอื่นๆ เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์กัมมี่หรือเจลลี่ ข้าวกำลังที่มีลักษณะทางกายภาพ และลักษณะทางประสาทสัมผัสเป็นที่ยอมรับ

ขนมกัมมี่ หรือเยลลี่ เป็นขนมที่มีจุดกำเนิดมาจากประเทศเยอรมันนี มีลักษณะนุ่มเหนียวมีรสหวานอมเปรี้ยว ที่นิยมจำหน่ายในประเทศไทยมี 2 ยี่ห้อคือ Haribo (ผลิตจากประเทศเยอรมันนี) และ Jolly Bear (ผลิตในประเทศไทย) นอกจากนี้ก็มีจำหน่ายแบบซังน้ำหนัโดยไม่มีตราระบุไว้ ขนมกัมมี่ได้มีการศึกษาและมีการพัฒนาในรูปแบบต่างๆ เช่น เยลลี่ร่างจืด โดยส่วนประกอบหลักที่ทำให้เกิดความยืดหยุ่นคือเจลาติน (Suwan *et al.*, 2018) Meesang *et al.* (2003) พบว่าเมื่อปริมาณเจลาตินเพิ่มขึ้นจะมีผลทำให้ค่าเนื้อสัมผัส (Hardness, Cohesiveness, Chewiness และ Gumminess) เพิ่มขึ้น และเมื่ออัตราส่วนของซูโครส/กลูโคสไซรัปและปริมาณกรดซิตริกเพิ่มขึ้น จะทำให้ค่า Hardness และค่า Chewiness ลดลงเล็กน้อย Marfil *et al.* (2012) พบว่าการใช้ acid modified corn starch ร่วมกับเจลาติน ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของเจล นอกจากนี้ Ugne *et al.* (2019) ได้ทดลองใช้สารประกอบจากธรรมชาติร่วมกับเจลาตินในการทำกัมมี่ เช่น น้ำเชื่อมจากว่านหางจระเข้ (agave syrup) และ อาซาฮีเบอร์รี่ (acai berry) พบว่าไม่มีผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัสและการยอมรับทางประสาทสัมผัส นอกจากนี้ยังพบว่าการใช้วิธีวัดเนื้อสัมผัสด้วยเครื่องมือ ให้ผลการทดสอบที่ถูกต้องเช่นเดียวกับการวัดทางประสาทสัมผัส

2. วิธีการทดลองหรือวิธีการศึกษา

2.1 เปรียบเทียบการเตรียมข้าวกำลังและปริมาณข้าวกำลัง

ในการทดลองเบื้องต้นมีการเปรียบเทียบการเตรียมเมล็ดข้าว (ข้าวกำลังสายพันธุ์บางพระ ปีเพาะปลูก 2562 ที่แปลงข้าวมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตบางพระ) โดยการใช้เมล็ดข้าวล้างให้สะอาดนำไปนึ่งนาน 1 ชั่วโมง จะได้ข้าวกำลังสุกนำมาเป็นส่วนผสมในการทำกัมมี่ เมื่อนำมาใส่พิมพ์ขึ้นรูปเป็นชิ้นแล้วพบว่าชิ้นกัมมี่จะแตกและแยกจากกันได้ง่าย โดยเฉพาะจุดที่มีเมล็ดข้าวอยู่ เนื่องจากเมล็ดข้าวไปขัดขวางการรวมตัวของเจลาตินกับส่วนผสมอื่น ดังนั้นจึงนำข้าวไปบดหยาบ ร่อนผ่านตะแกรงให้ได้ขนาดประมาณ 1 x 1 x 1 มิลลิเมตร นำไปนึ่งสุกจึงนำไปทำกัมมี่ พบว่าทำให้ได้ชิ้นกัมมี่ที่เป็นเนื้อเดียวกันมากกว่า จึงนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบการใช้ปริมาณข้าวกำลังที่ต่างกันดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบปริมาณข้าวกำลังและส่วนผสมต่างๆในการทำกัมมี่

ส่วนประกอบ (กรัม)	ปริมาณข้าวกำลัง (กรัม)			
	5	7	9	11
เจลาติน	32	32	32	32
คาราจีแนน	1	1	1	1
น้ำตาล	50	50	50	50
น้ำผึ้ง	27	27	27	27
กรดซิตริก	1	1	1	1
น้ำ	95	95	91	89

วิธีการทำกัมมี่ข้าวกำลัง ทำโดยต้มน้ำให้เดือด ใช้ไฟอ่อนใส่ส่วนผสมของน้ำตาล (ตรามิตรผล) เจลาติน (ตรา Mcgarrett) คาราจีแนน (จาก T.C.S. Mart, E-number 407) และกรดซิตริก (food grade ตรา Mcgarrett) คนให้ละลาย ใส่ข้าวกำลังที่นึ่งสุกและน้ำผึ้ง (น้ำผึ้งดอกกล้วย จากฟาร์มผึ้งรัชชชัย จังหวัดเชียงใหม่) พอเดือดอีกครั้งเทลงในพิมพ์ ตั้งไว้รอให้เซตตัว แกะออกจากพิมพ์และโรยด้วยแป้งข้าวโพด (ที่ผ่านการอบที่ 60 °ซ. นาน 30 นาที) นำตัวอย่างไปวิเคราะห์ต่อไป

2.2 การวิเคราะห์ทางกายภาพ

วัดเนื้อสัมผัส (Stable micro system รุ่นTA-XT Plus) โดยวิธี TPA (Texture Profile Analysis) ใช้หัววัด Cylinder Probe P/100 บันทึกค่า Hardness, Springiness, Cohesiveness, Gumminess, Chewiness และ หัววัด P/2 บันทึกค่า Stickiness วัดค่าละ 10 ซ้ำ วัดค่าสี L*, a* และ b* (Hunter Lab, Color flex, Color global Co., LTD, USA) วัดค่าละ 5 ซ้ำ

2.3 เปรียบเทียบปริมาณและอัตราส่วนของเจลาตินกับคาราจีแนน

เลือกใช้ปริมาณข้าวกำลังจากผลการทดลองในข้อ 2.1 และ 2.2 ที่ให้ค่าเนื้อสัมผัสใกล้เคียงกับตัวควบคุม (ตรา Haribo และ Jolly Bear) นำมาใช้เป็นส่วนผสมเพื่อเปรียบเทียบอัตราส่วนของเจลาติน 2 ระดับคือ 32 และ 40 กรัม กับคาราจีแนน 3 ระดับคือ 0.5 และ 1 กรัม นำกัมมี่ข้าวกำลังไปวัดค่าเช่นเดียวกับในข้อ 2.2

2.4 เปรียบเทียบสูตรกัมมี่ข้าวก่ำ 3 สูตร

จากผลการทดลองในข้อ 2.3 เลือกตัวอย่างที่ใช้ปริมาณอัตราส่วนของเจลาตินต่อคาราจีแนน ที่มีค่าเนื้อสัมผัสใกล้เคียงกับตัวควบคุม นำมาคำนวณสูตรให้เป็นเปอร์เซ็นต์ โดยเปรียบเทียบปริมาณน้ำตาล น้ำผึ้ง กรดซิตริกและน้ำ ได้ 3 สูตร (ตารางที่ 2) นำตัวอย่างไปวัดค่าเช่นเดียวกับในข้อ 2.2 และวัดค่า Aw (เครื่อง Aqua Lab)

ตารางที่ 2 ปริมาณส่วนประกอบของกัมมี่ 3 สูตร

ส่วนประกอบ	สูตร / ปริมาณ (%)		
	1	2	3
ข้าวก่ำสุก (7 กรัม)*	3.3	3.3	3.3
เจลาติน (32 กรัม)*	15	15	15
คาราจีแนน (1 กรัม)*	0.5	0.5	0.5
น้ำตาล	23.8	20.8	17.8
น้ำผึ้ง	12.7	16.6	20.5
กรดซิตริก	0.5	0.6	0.7
น้ำ	44.2	43.2	42.2
รวม (%)	100	100	100

* เมื่อคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์ จะปรับค่าเล็กน้อย เพื่อให้จ่ายต่อการชั่งน้ำหนักส่วนผสม

2.5 เปรียบเทียบการยอมรับทางประสาทสัมผัส

นำตัวอย่างจากข้อ 2.4 มาทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส ดังนี้คือ ลักษณะปรากฏ สี เนื้อสัมผัส กลิ่นรส ลักษณะโดยรวม ใช้วิธี 9-Point-Hedonic Scaling Test ทำการประเมินโดยผู้ชิมจำนวน 50 คน เพื่อคัดเลือกสูตรที่ดีที่สุด มีเกณฑ์การให้คะแนนคือ 1 = ไม่ชอบมากที่สุด 2 = ไม่ชอบมาก 3 = ไม่ชอบปานกลาง 4 = ไม่ชอบเล็กน้อย 5 = เฉย 6 = ชอบเล็กน้อย 7 = ชอบปานกลาง 8 = ชอบมาก และ 9 = ชอบมากที่สุด

2.6 การวิเคราะห์ทางสถิติ

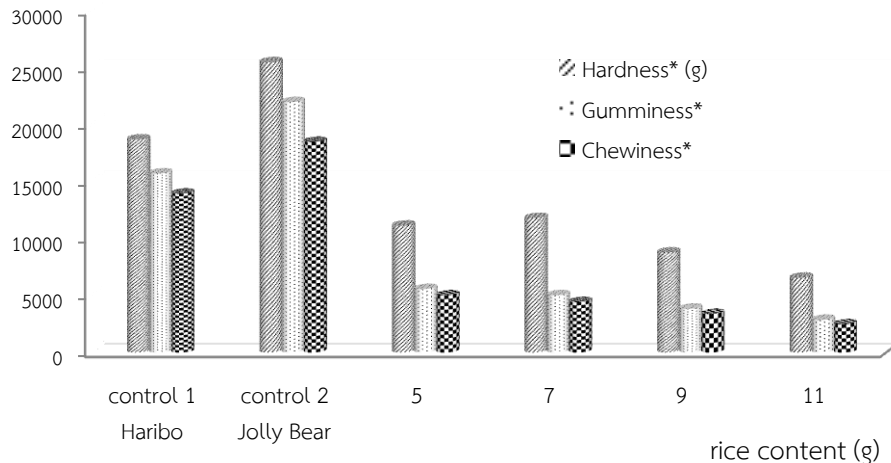
หาความแตกต่างทางสถิติโดยวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 วางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) สำหรับผลการวิเคราะห์คุณภาพทุกด้าน และวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design, RCBD) สำหรับการวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัส และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

3. ผลการทดลองและวิจารณ์ผล หรือผลการศึกษา

3.1 เปรียบเทียบการเตรียมข้าวก่ำและปริมาณข้าวก่ำ

เนื่องจากการทำกัมมี่ข้าวก่ำ ต้องการให้ลักษณะของเมล็ดข้าวกระจายตัวอยู่ในชิ้นกัมมี่ จึงลองใช้ข้าวทั้งเมล็ดเป็นส่วนผสม พบว่าเมล็ดข้าวมีขนาดใหญ่เกินไปจึงขัดขวางการยึดเกาะการเป็นเนื้อเดียวกันของชิ้นกัมมี่ จึงจำเป็นต้องบดให้มีขนาดเล็กก่อนนำไปนึ่ง เมื่อนำมาเปรียบเทียบปริมาณข้าวก่ำ และตัวควบคุมที่มีขายในท้องตลาด 2 ยี่ห้อ (ตรา Haribo และ Jolly Bear) พบว่าค่าเนื้อสัมผัส (Sirilert, 2015) คือค่า Hardness, Gumminess และ Chewiness (ภาพที่ 1) ค่า Springiness, Cohesiveness และ Stickiness (ภาพที่ 2) มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ค่า Hardness คือค่าแรงสูงสุดที่เกิดขึ้นระหว่างการกดครั้งแรก พบว่าในตัวควบคุม Haribo และ Jolly Bear มีค่าสูงสุดคือ 18,696 และ 25,486 g ตามลำดับ ในขณะที่ตัวอย่างที่มีข้าว 5 และ 7 กรัม มีค่า Hardness รองลงมาคือ 11,131 และ 11,798 g ตามลำดับ ค่า Gumminess คือลักษณะที่อาหารกึ่งแข็งที่แตกตัวออกจนพร้อมที่จะกลืนได้ เป็นสมบัติเชิงเนื้อสัมผัส (texture properties) ของอาหารที่มีค่าความแข็ง (Hardness) ต่ำ และ Cohesiveness สูง ค่า Gumminess ของตัวควบคุมทั้ง 2 มีค่า 15,713 และ 21,991 g ตามลำดับ ส่วนตัวอย่างที่มีข้าว 5 และ 7 กรัม มีค่านี้อาจลดลงคือ 5,569 และ 5,024 ค่า Chewiness คือความเคี้ยวได้ ลักษณะเนื้อสัมผัส (texture) ของอาหารที่บ่งบอกถึงความต้านทานการเคี้ยว ในตัวควบคุมทั้ง 2 มีค่า 13,945 และ 18,489 g ตามลำดับ ตัวอย่างที่มีข้าว 5 และ 7 กรัม มีค่าน้อยกว่าคือ 5,017 และ 4,427 g ตามลำดับ ในขณะที่เดียวกันเมื่อเพิ่มปริมาณข้าวก่ำ 9 และ 11 กรัมพบว่าค่าดังกล่าวลดลงตามลำดับ นั่นแสดงว่าเมื่อปริมาณข้าวก่ำเพิ่มขึ้น ค่า Hardness, Gumminess และ Chewiness จะลดลงเนื่องจากข้าวก่ำไปขัดขวางการสร้างร่างแหของโมเลกุลของสายพินธะเพปไทด์ ทำให้การยึดเกาะกันลดน้อยลง

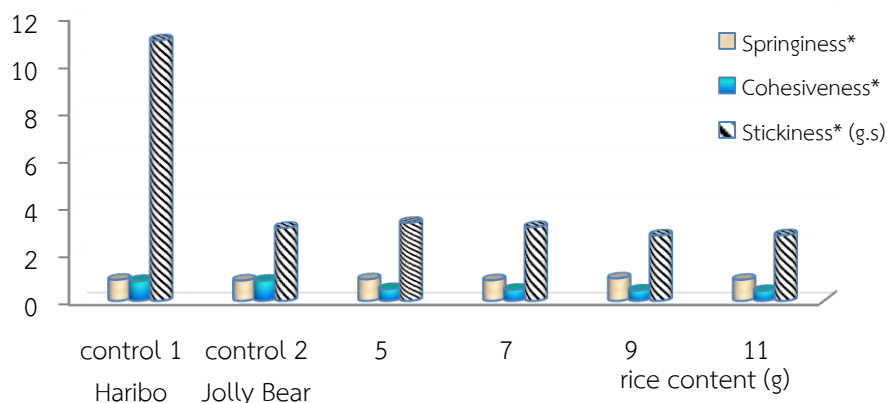


* หมายถึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ภาพที่ 1 ค่า Hardness, Gumminess และ Chewiness ของกัมมี่ข้าวก่ำที่มีปริมาณข้าวต่างกันเปรียบเทียบกับตัวควบคุม Haribo และ Jolly Bear

ค่า Springiness เป็นค่าที่บอกถึงความสามารถในการคืนตัวของตัวอย่างหลังการเสียรูปจากการกดครั้งแรก พบว่า ทุกตัว อย่างมีค่าอยู่ในช่วง 0.86 และ 0.95 ค่า Cohesiveness คือพลังงานยึดเกาะกันภายในเนื้ออาหาร ค่านี้ในตัวควบคุมทั้ง 2 มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) คือ 0.84 และ 0.85 ตามลำดับ ตัวอย่างที่มีข้าว 5 และ 7 กรัมมีค่ารองลงมา คือ 0.50 และ 0.47 ตามลำดับ ส่วนตัวอย่างที่มีข้าว 9 และ 11 กรัม มีค่า Cohesiveness ต่ำที่สุดคือ 0.44 และ 0.42 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่า ยังมีปริมาณข้าวก่ำมาก จะทำให้ค่า Cohesiveness ลดลง ส่วนค่า Stickiness ในตัวควบคุม Haribo มีค่าสูงสุดคือ -10.99 g.s ตัวควบคุม Jolly Bear ซึ่งมีค่า -3.08 g.s ซึ่งแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) กับตัวอย่างที่มีข้าวก่ำทั้ง 4 ตัวอย่างมีค่า Stickiness -2.76 ถึง -3.29 g.s

จากค่าเนื้อสัมผัส พบว่าการกัมมี่ข้าวก่ำให้ค่าเนื้อสัมผัสเกือบทุกค่า คือแรงที่ใช้ในการแตกตัวและการเคี้ยว ความสามารถในการคืนตัว การยึดเกาะกัน และความเหนียวต่ำกว่าตัวควบคุม ดังนั้นจึงเลือกตัวอย่างที่ใกล้เคียงกับตัวควบคุมและเหมาะสมที่สุดที่จะนำไปทดลองต่อคือตัวอย่างที่มีข้าวก่ำ 7 กรัม



* หมายถึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ภาพที่ 2 ค่า Springiness, Cohesiveness และ Stickiness ของกัมมี่ข้าวก่ำที่มีปริมาณข้าวต่างกันเปรียบเทียบกับตัวควบคุม Haribo และ Jolly Bear

จากตารางที่ 3 พบว่า ค่าสีของกัมมี่ข้าวก่ำทุกตัวอย่างมี ค่าความสว่าง (L^*) และค่าสีแดง (a^*) แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ส่วนค่าสีเหลือง-น้ำเงิน (b^*) พบว่า มีค่าสีอยู่ในช่วงระหว่างสีเหลืองและสีน้ำเงิน โดยตัวอย่างที่มีข้าวก่ำ 7 กรัม มีค่าสีน้ำเงินมากกว่าตัวอย่างอื่น ทั้งนี้ตัวอย่างจะปรากฏเป็นสีน้ำตาลแดงของสีข้าวก่ำผสมกับน้ำผึ้ง

ตารางที่ 3 ค่าสีในตัวอย่างกัมมี่ที่ประกอบด้วยปริมาณข้าวก่ำปริมาณต่างๆ

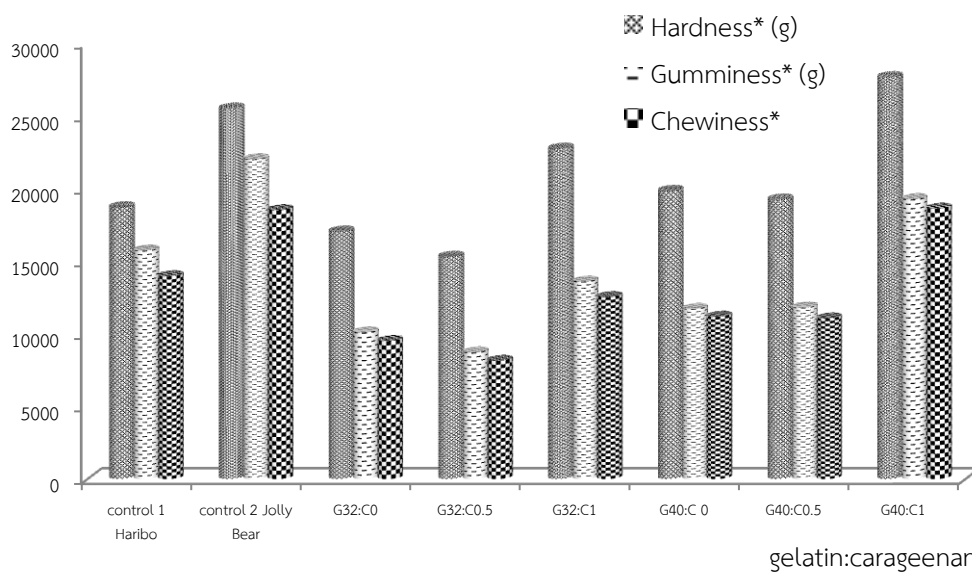
ปริมาณข้าวก่ำ (กรัม)	(L*) ^{ns}	(a*) ^{ns}	(b*) [*]
5	20.53±0.81	0.42±0.11	0.14±0.16 ^a
7	21.57±1.13	0.32±0.07	-0.19±0.07 ^b
9	20.75±1.35	0.66±0.36	-0.03±0.16 ^{ab}
11	20.30±1.75	0.72±0.60	0.08±0.13 ^a

^{ns} หมายถึงมีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

^{*} ที่อยู่นอกวงเล็บหมายถึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

3.2 เปรียบเทียบปริมาณและอัตราส่วนของเจลาตินกับคาราจีแนน

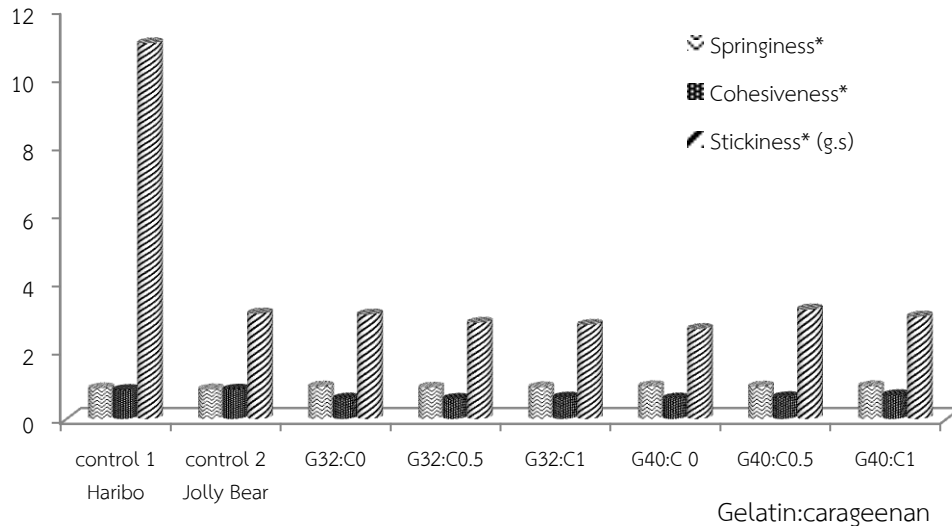
เจลาตินเป็นสารที่ช่วยทำให้เกิดความเหนียวและการเกาะรวมตัว ในขณะที่คาราจีแนนทำให้เกิดความแข็ง ความเหนียว ความยืดหยุ่น แต่ทำให้การเกาะตัวลดลง เมื่อนำมาใช้ร่วมกันอย่างพอเหมาะจะทำให้เกิดการเกาะตัว ความเหนียว และความยืดหยุ่นพอดี การเปรียบเทียบค่าเนื้อสัมผัสโดยใช้อัตราส่วนเจลาติน:คาราจีแนน 6 ระดับ พบว่า การใช้เจลาตินเพิ่มขึ้นมีผลให้ค่า Hardness เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ในขณะที่การเพิ่มปริมาณคาราจีแนนไม่เป็นเช่นนั้น ค่า Hardness ในตัวอย่างที่มีเจลาติน:คาราจีแนนสูงสุด (40:1) มีค่า Hardness มากที่สุด (27,648g) แต่ไม่แตกต่างจาก Jolly Bear (25,486 g) มากนัก ส่วนตัวอย่างที่มี เจลาติน:คาราจีแนน 32:0.5 มีค่า Hardness น้อยที่สุด (15,284g) ค่า Gumminess ของ Jolly Bear (21,991 g) มีค่าสูงสุด รองลงมาคือตัวอย่างที่ใช้ เจลาติน:คาราจีแนน 40:1 (19,244 g) และ Haribo (15,713 g) ตามลำดับ ส่วนค่า Chewiness พบว่าตัวอย่างที่ใช้เจลาติน:คาราจีแนน 40:1 (18597) มีค่าสูงสุดและมีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) กับ Jolly Bear (18,488) (ภาพที่ 3)



^{*} หมายถึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ภาพที่ 3 ค่า Hardness, Gumminess และ Chewiness ของกัมมี่ข้าวก่ำที่มีเจลาตินกับคาราจีแนนปริมาณต่างกัน เมื่อ G=เจลาติน และ C= คาราจีแนน

ภาพที่ 4 พบว่า ค่า Springiness ของตัวอย่างที่มีข้าวก่ำ (0.91-0.95) มีค่าสูงกว่าตัวควบคุมทั้ง 2 (0.86-0.89) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ในขณะที่ค่า Cohesiveness ของตัวอย่างกัมมี่ข้าวก่ำทั้ง 6 ตัวอย่าง (0.58-0.69) มีค่าต่ำกว่าตัวควบคุม (0.84-0.85) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ส่วนค่า Stickiness ในตัวควบคุม Haribo มีค่าสูงสุดคือ -10.99 g.s มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับตัวควบคุม Jolly Bear ซึ่งมีค่า -3.08 g.s ส่วนค่า Stickiness ในตัวอย่างที่มีข้าวก่ำ มีค่า -2.75 ถึง -3.20 g.s โดยมีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) กับตัวควบคุมที่ 2



* หมายถึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ภาพที่ 4 ค่า Springiness, Cohesiveness และ Stickiness ของกัมมีข้าวก่ำที่มีปริมาณเจลาตินและคาราจีแนนต่างกัน เมื่อ G=เจลาติน และ C= คาราจีแนน

ดังนั้นจึงได้เลือกใช้อัตราส่วน เจลาติน:คาราจีแนน 32:1 ให้มีค่า Hardness 22,719 g ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่างตัวอย่างควบคุมทั้ง 2 ชนิด โดยพบว่าค่า Hardness นี้ให้ผลเด่นชัดมากกับเนื้อสัมผัสของกัมมีข้าวก่ำ

ค่าสีของกัมมีข้าวก่ำที่ใช้เจลาตินกับคาราจีแนนปริมาณต่างกัน พบว่ามีผลไปในทำนองเดียวกับการเปรียบเทียบปริมาณข้าวคือ กัมมีข้าวก่ำทุกตัวอย่างมี ค่าความสว่าง (L^*) และค่าสีแดง (a^*) ต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) และเมื่อใช้เจลาตินปริมาณสูงขึ้นทำให้ค่าสีเหลืองสูงขึ้นด้วย (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 ค่าสีในตัวอย่างที่มีเจลาตินกับคาราจีแนนปริมาณต่างๆ

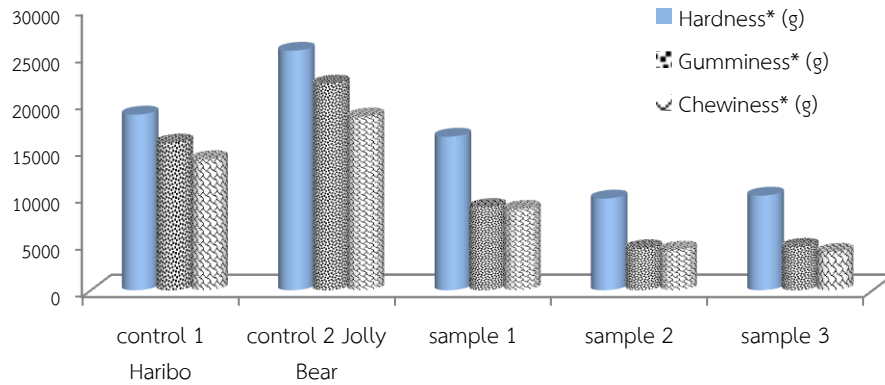
เจลาติน:คาราจีแนน	(L^*) ^{ns}	(a^*) ^{ns}	(b^*) [*]
32:0	33.08±10.40	0.37±0.11	0.53±0.13 ^c
32:0.5	29.96±7.49	0.46±0.25	0.48±0.18 ^c
32:1	33.06±6.12	0.23±0.16	0.62±0.13 ^{bc}
40:0	33.31±7.49	0.25±0.11	0.82±0.22 ^{ab}
40:0.5	27.08±3.48	0.26±0.12	0.71±0.0 ^{bc}
40:1	25.45±2.32	0.31±0.12	1.03±0.20 ^a

^{ns} หมายถึงมีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

* ที่อยู่นอกวงเล็บหมายถึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

3.3 เปรียบเทียบสูตรกัมมีข้าวก่ำ 3 สูตร

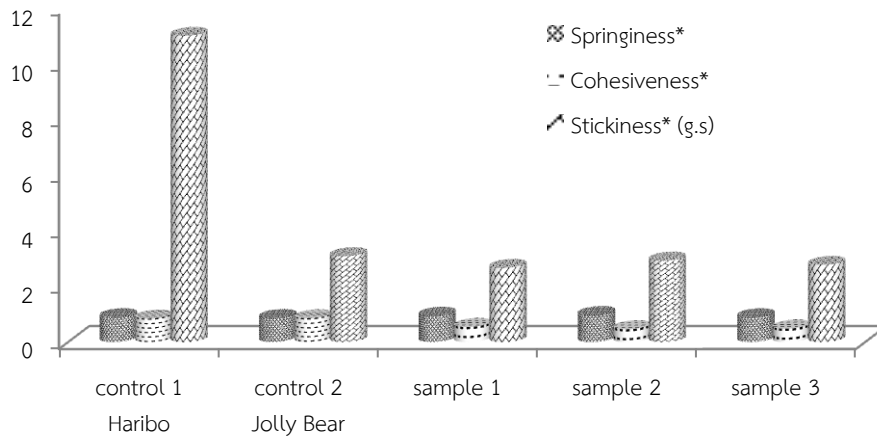
ค่า Hardness (9,756-16,343 g) ค่า Gumminess (4,471-8,853 g) และ ค่า Chewiness (4,081-8,658) ของทั้ง 3 สูตร (ภาพที่ 5) พบว่ามีค่าน้อยกว่าตัวควบคุมทั้ง 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยสูตร 1 มีค่าทั้ง 3 ใกล้เคียงกับตัวควบคุม Haribo มากที่สุด เนื่องจากตัวอย่างทั้ง 3 สูตร มีความแตกต่างกันที่ปริมาณ น้ำตาล น้ำผึ้ง กรดซิตริก และน้ำ สูตร 1 มีปริมาณน้ำตาลมากที่สุด (23.8%, ตารางที่ 2) ดังนั้นจึงเป็นตัวช่วยให้เกิดเนื้อสัมผัส และทำให้เกิดความแข็งแรงได้มากกว่าสูตรอื่น



* หมายถึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ภาพที่ 5 ค่า Hardness, Gumminess และ Chewiness ของกัมมีข้าวกล้า 3 สูตร

ค่า Springiness พบว่าสูตร 3 (0.89) มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) กับตัวควบคุมที่ Haribo (0.89) แต่อย่างไรก็ตาม ตัวควบคุมทั้ง 2 และตัวอย่างทั้ง 3 สูตรมีค่า Springiness ใกล้เคียงกัน ค่า Cohesiveness ของทุกสูตร (0.46-0.54) มีค่าต่ำกว่าตัวควบคุม (0.84-0.85) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยสูตรที่ 1 มีค่าใกล้เคียงกับตัวควบคุมทั้ง 2 มากที่สุด และ ค่า Stickiness พบว่าตัวอย่างทั้ง 3 สูตร (-2.66 ถึง -2.92 g.s) มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) กับตัวควบคุมที่ 2 (-3.08 g.s) (ภาพที่ 6)



* หมายถึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ภาพที่ 6 ค่า Springiness, Cohesiveness และ Stickiness ของกัมมีข้าวกล้า 3 สูตร

ค่าสีของตัวอย่างทั้ง 3 สูตร (ตารางที่ 5) มีค่าความสว่าง (19.68-22.04) และค่าสีแดง (0.48-0.60) แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ส่วนค่า b^* ของ สูตร 1 พบว่ามีความเป็นสีเหลืองมากกว่าสูตร 2 และสูตร 3 ดังนั้นสีที่เกิดขึ้นเป็นผลมาจากน้ำตาลที่เกิดปฏิกิริยาคาราเมลไรซ์เซชัน ร่วมกับสีของน้ำผึ้งและสีม่วงปนดำของข้าวกล้าที่ละลายอยู่ในเนื้อกัมมี รวมถึงขึ้นข้าวกล้าที่กระจายตัวอยู่ สีม่วงแดงดังกล่าวเกิดจากสีของ anthocyanins ที่อยู่ในผิวของเมล็ดข้าวกล้า (El-Sayed *et al.*, 2006)

ตารางที่ 5 ค่าสีในตัวอย่างกัมมี 3 สูตร

สูตร	(L*) ^{ns}	(a*) ^{ns}	(b*) [*]
1	22.04±1.81	0.48±0.12	0.18±0.07 ^a
2	19.68±1.23	0.57±0.15	-0.04±0.10 ^b
3	19.80±3.79	0.60±0.20	0.14±0.18 ^{ab}

^{ns} หมายถึงมีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

* ที่อยู่นอกวงเล็บหมายถึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ค่า Aw เป็นตัวบ่งชี้ว่าอาหารนั้นจะเก็บรักษาได้นานหรือไม่ น้ำตาลจะจับตัวกับน้ำทำให้ปริมาณน้ำอิสระลดลง ทำให้จุลินทรีย์ไม่สามารถเจริญได้ (Fennema, 1996) จากการเปรียบเทียบกับตัวควบคุมทั้ง 2 (ตารางที่ 6) พบว่า ตัวอย่างทั้ง 3 สูตรมีค่า Aw ค่อนข้างสูง (0.93) และสูงกว่าตัวควบคุมทั้ง 2 (0.67-0.70) ทั้งนี้เนื่องจากในตัวอย่งควบคุมมีปริมาณน้ำตาล 74-75% ในขณะที่กัมมีข้าวก่ำมีปริมาณน้อยกว่าเพียง 38% (ตารางที่ 2) ดังนั้นอายุการเก็บรักษากัมมีข้าวก่ำจะสั้นกว่า จึงจำเป็นต้องใช้บรรจุภัณฑ์ช่วย เช่นบรรจุภายใต้สุญญากาศ หรือการใช้สารดูดความชื้นช่วย

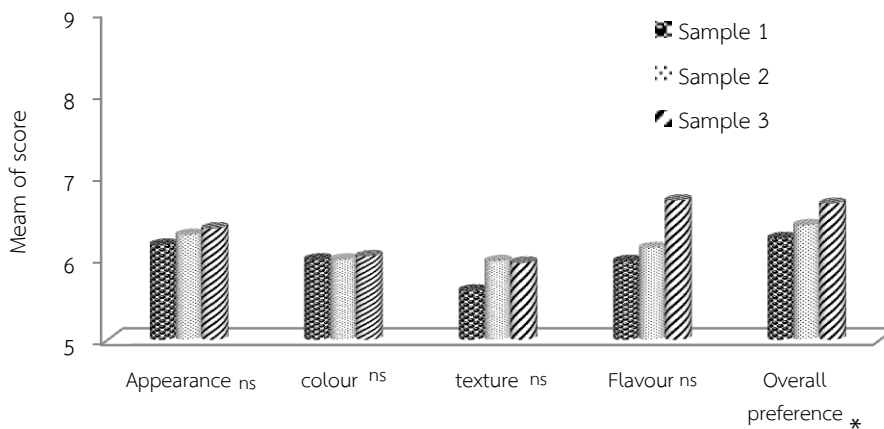
ตารางที่ 6 ค่า Aw ในตัวควบคุมและกัมมีข้าวก่ำ 3 สูตร

ตัวอย่าง	Aw*
ตัวควบคุม 1 Haribo	0.67±0.00 ^c
ตัวควบคุม 2 Jolly Bear	0.70±0.00 ^b
สูตร 1	0.93±0.00 ^a
สูตร 2	0.93±0.00 ^a
สูตร 3	0.93±0.00 ^a

* หมายถึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

3.4 เปรียบเทียบการยอมรับทางประสาทสัมผัส

ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสกัมมีข้าวก่ำ 3 สูตร (ภาพที่ 7) พบว่าค่าความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี และเนื้อสัมผัส มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) มีคะแนนอยู่ในช่วง 6.16-6.36 5.98-6.02 และ 5.60-5.96 ตามลำดับ ในขณะที่ค่ากลิ่นรสของสูตร 3 มีค่าสูงที่สุดคือ 6.70 คะแนน (สูตร 1 และ 2 ได้ 5.96 และ 6.12 คะแนน ตามลำดับ) ซึ่งสอดคล้องกับค่าความชอบรวม พบว่าผู้ทดสอบให้คะแนนสูตร 3 สูงที่สุดคือ 6.66 คะแนน ในขณะที่สูตร 2 และ 1 ได้ 6.40 และ 6.24 คะแนน ตามลำดับ คะแนนความชอบที่ได้ทั้ง 5 ด้านหมายถึงชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง โดยสูตรที่ 3 มีคะแนนความชอบรวมสูงสุด ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากมีปริมาณน้ำผึ้ง และกรดซิตริกสูงกว่าสูตรอื่น ทำให้มีกลิ่นหอมของน้ำผึ้ง และรสเปรี้ยวที่เข้มข้นกว่าสูตรอื่น ดังนั้น แสดงให้เห็นว่าผู้ทดสอบยอมรับได้แม้ค่าเนื้อสัมผัสจาก TPA (ภาพที่ 5 และ 6) จะมีความแตกต่างกันก็ตาม



^{ns} หมายถึงมีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

* หมายถึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ภาพที่ 7 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสกัมมีข้าวก่ำ 3 สูตร

4. สรุปผล

1. การใช้ข้าวที่บดหยาบดีกว่าใช้ข้าวทั้งเมล็ด และการใช้เจลาตินผสมกับคาราจีแนนช่วยให้เมล็ดข้าวกระจายตัวอยู่ในชั้นกัมมีได้ดี มีความเหนียวยืดหยุ่นไม่แยกออกจากกัน

2. สูตรที่เหมาะสมในการทำกัมมีข้าวก่ำคือสูตรที่ประกอบด้วยข้าวก่ำบางพระ 3.3% เจลาติน 15% คาราจีแนน 0.5% กรดซิตริก 0.7% น้ำตาล 17.8% และน้ำผึ้ง 20.5% น้ำ 42.2% กัมมีข้าวก่ำมีค่า Springiness, Cohesiveness และ Stickiness เท่ากับ 0.89 0.48 และ 2.77 g.s ตามลำดับ ค่า Hardness, Gumminess และ Chewiness มีค่าเท่ากับ 10068, 4616 และ 4081 g ตามลำดับ มีค่า Aw เท่ากับ 0.93

3. สูตรกัมมี่ข้าวดำที่ได้รับการยอมรับทางประสาทสัมผัสมากที่สุด มีความชอบลักษณะปรากฏ สี และเนื้อสัมผัส อยู่ในช่วงชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง และมีคะแนนความชอบกลิ่นรส และลักษณะโดยรวมสูงที่สุด คือมีความชอบในระดับปานกลาง

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรมที่ให้งบอุดหนุนการวิจัยในครั้งนี้

6. เอกสารอ้างอิง

- Abdoulaye B., 2008. **Metabolic and structural role of thiamine in nervous tissues.** *Cell Mol Neurobiol.* 2008 Nov; 28 (7):923-31. doi: 10.1007/s 10571-008-9297-7. Epub 2008 Jul 19. PMID: 18642074. Accessed 15 Jan. 2021.
- Boonsit, P., Pongpiachan, P., Julsrigival, S. and Karladee, D., 2010. **Gamma oryzanol content in glutinous purple rice landrace varieties.** *Chiangmai University Journal of Natural Sciences* 9: 151-158.
- El-Sayed M. A., YOUNG J. C. and RABALSKI I., 2006. **Anthocyanin composition in black, blue, pink, purple, and red cereal grains.** *J. Agric. Food Chem.* 54: 4696–4704.
- Fennema, O. R. 1996. **Water and Ice.** In: Fennema, O. R. (ed.) *Food Chemistry.* Marcel Dekker, Inc., New York.
- Marfil, P. H. M., Anhê, A. C. B. M. and Telis, V. R. N. 2012. **Texture and microstructure of gelatin/corn starch-based gummy confections.** *Food Biophysics* 7: 236–243.
- Meesang, S., Wuttijumnong, P., Pongsawatmanit, R., and Chenputhi, S. 2003. **Effect of gelatin sucrose/ glucose syrup ratio and citric acid on physical properties and sensory quality of gummy jelly product.** In: *Proceedings of 41th Kasetsart University Annual conference: Agro-Industry.* 3-7 February 2003. Bangkok, Thailand. (in Thai)
- Promsomboon, P. and Promsomboon S. 2019. **Environmental responsibility of rice var. Kum Bangpha and Riceberry in lowland and upland conditions.** *International Journal of Agricultural Technology* 15 (5): 747-752.
- Sirilert, T. 2015. **Evaluation of texture characteristics in food.** *Journal of Food Technology, Siam University,* 3(1), 6–13. <https://li01.tci-thaijo.org/index.php/JFTSU/article/view/38437>. Accessed 15 Jan. 2021. (in Thai)
- Suwan, T., Narathapanon, P., Iamsuwan, A., Pongpattanapanich, W. and Kullamethee, P. 2018. **Development of babbler's bill leaf caragenan jellies.** *The Journal of KMUTNB.* 28 (2): 403-411. (in Thai)
- Ugne C., Jakubaityte, G., Žitkevičius, V. and Kasparavičius, G., 2019. **Natural Ingredients-based gummy bear composition designed according to texture analysis and sensoru evaluation in vivo.** *Molecules* 24: 1442. doi: 10.3390/molecules24071442

คุณลักษณะของธัญพืชชนิดแห้งเสริมโปรตีนจากจิ้งหรีดผง

Characteristics of cereal bar supplemented with protein from cricket powder

สุรีย์พร บุญนา นฤศันส์ วาสิกดิлок สรัลรัตน์ พ่วงบริสุทธิ์ และ นิภาพร คังคะวิสุทธิ์

Sureeporn Boonna Narusan Wasikadilok Saranrat Phuangborisut and Nipaporn Kangkawisut

สาขาวิชานวัตกรรมอาหารและธุรกิจ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตจันทบุรี
อ.เขาคิชฌกูฏ จ.จันทบุรี 22210

Department of Food Innovation and Business, Faculty of Agro-Industrial Technology,
Rajamangala University of Technology Tawan-ok Chanthaburi Campus, Chanthaburi 22210, Thailand

E-mail address: sureeporn_bo@rmutto.ac.th Tel. 08-9847-9668

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ธัญพืชชนิดแห้งเสริมโปรตีนจากจิ้งหรีดผง โดยศึกษาอัตราส่วนของจิ้งหรีดผง 3 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 5 ร้อยละ 7.5 และร้อยละ 10 ซึ่งสูตรพื้นฐาน (ควบคุม) ของผลิตภัณฑ์ธัญพืชชนิดแห้งประกอบด้วยกล้วยตากร้อยละ 34 ข้าวกล้องคั่วร้อยละ 30 ไข่ขาวร้อยละ 14 แคนส์บะรตอบแห้งร้อยละ 14 น้ำมันมะพร้าวร้อยละ 5 และสารสกัดหญ้าหวานร้อยละ 3 ผลการตรวจสอบคุณลักษณะด้านต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์ธัญพืชชนิดแห้งพบว่า การเติมจิ้งหรีดผงทั้ง 3 ระดับไม่มีผลต่อค่าปริมาณน้ำอิสระ (water activity, a_w) โดยธัญพืชชนิดแห้งทั้งหมดมีค่า a_w อยู่ในช่วง 0.519-0.545 สำหรับคุณลักษณะด้านสีพบว่า การเติมจิ้งหรีดผงมีผลในการลดค่าสี L^* a^* และ b^* อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) นอกจากนี้ยังมีผลให้ลักษณะเนื้อสัมผัสด้านความแข็งของผลิตภัณฑ์ธัญพืชชนิดแห้งลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) จาก 28.13 นิวตัน (สูตรควบคุมซึ่งไม่เติมจิ้งหรีดผง) เป็น 10.27 นิวตัน (สูตรที่เติมจิ้งหรีดผงร้อยละ 10) ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสวิธีการทดสอบความชอบระดับ 9 คะแนน (9-Point Hedonic Scale) พบว่าธัญพืชชนิดแห้งที่เติมจิ้งหรีดผง 5% มีคะแนนความชอบสูงสุดทั้งในด้านสี กลิ่น รสชาติ ความกรอบ (เนื้อสัมผัส) และความชอบโดยรวม (6.5, 6.3, 6.2, 6.0 และ 6.4 คะแนนตามลำดับ) และเมื่อนำมาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ความชื้น โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต เถ้า และเส้นใย พบว่ามีค่าเท่ากับร้อยละ 11.65, 4.33, 2.85, 53.36, 22.43 และ 5.39 ตามลำดับ

คำสำคัญ: ธัญพืชชนิดแห้ง จิ้งหรีดผง โปรตีน

Abstract

The objective of this research was to develop a cereal bar supplemented with protein from cricket powder. The ratio of cricket powder at three levels: 5%, 7.5% and 10% were studied. The basic (controlled) formula of cereal bar product consists of dried banana (34%), roasted brown rice (30%), egg whites (14%), dried pineapple core (14%), coconut oil (5%) and stevia extract (3%). The results of the examination of various characteristics of cereal bar products showed that the addition of all 3 levels of cricket powder had no effect on the water activity (a_w) value, with all cereal bars having an a_w value in the range of 0.519-0.545. For color characteristics, the addition of cricket powder resulted in a statistically significant reduction in L^*a^* and b^* color values ($p \leq 0.05$). Moreover, it also resulted in a statistically significant decrease in the texture in term of the hardness of cereal bar products ($p \leq 0.05$) from 28.13 N (controlled formula with no added cricket powder) to 10.27 N (formula with 10% cricket powder added). The 9-Point Hedonic Scale sensory test showed that cereal bar containing 5% cricket powder having the highest preference score for color, aroma, taste, crispiness (texture) and overall liking (6.5, 6.3, 6.2, 6.0 and 6.4 points, respectively). When analyzing chemical compositions such as moisture, protein, fat, carbohydrates, ash and fiber, it was found to be 11.64%, 4.33%, 2.85%, 53.36%, 22.43% and 5.39%, respectively.

Keywords: Cereal bar, Cricket powder, Protein

คุณสมบัติการยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสของสารสกัดเปลือกเงาะทั้ง 3 สายพันธุ์ในจังหวัดจันทบุรี เพื่อใช้ในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง

Tyrosinase Inhibition Properties of Extract from Rambutan Peels (*Nephelium lappaceum* L.) for Cosmetic Products

สรลรัตน์ พ่วงบริสุทธิ์ นฤมล มงคลธวัชณ์ นฤคันธ์ วาลิกติลก ธนะวัชณ์ ชนะวรโรณ
และนิภาพร คังคะวิสุทธิ์

Saranrat Phuangborisut, Narumon Mongkontanawat, Narusan Wasikadilok,
Tanawat Chanawanno and Nipaporn Kangkawisut

สาขาวิชานวัตกรรมอาหารและธุรกิจ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตจันทบุรี
อ.เขาคิชฌกูฏ จ.จันทบุรี 22210

Department of Food Innovation and Business, Faculty of Agro-Industrial Technology,
Rajamangala University of Technology Tawan-ok Chanthaburi Campus, Chanthaburi 22210, Thailand
e-mail address: Saranrat_ph@rmutto.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการสกัดสารสกัดจากเปลือกเงาะทั้ง 3 สายพันธุ์ในจังหวัดจันทบุรี คือ พันธุ์โรงเรียน พันธุ์สีชมพู และพันธุ์สีทอง ที่สุ่มจากตลาดผลไม้ในจังหวัดจันทบุรี โดยนำเปลือกเงาะแห้งทำการสกัดเอทานอลร้อยละ 95 ในอัตราส่วน 1:10 นาน 3 วัน ก่อนทำแห้งด้วยเครื่องระเหยแบบสูญญากาศแบบหมุน ผลการทดสอบคุณสมบัติในการยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสที่ทดสอบในหลอดทดลองด้วยวิธี Dopachrome method พบว่า สารสกัดเปลือกเงาะจากเงาะพันธุ์สีทอง มีคุณสมบัติการยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสมากที่สุดและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p < 0.05$) โดยมีค่า IC_{50} เท่ากับ 51.083 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร รองลงมา พันธุ์โรงเรียนและพันธุ์สีชมพู ค่า IC_{50} เท่ากับ 56.362 และ 77.996 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ด้วยการแยกด้วยคอลัมน์โครมาโทกราฟี พบปริมาณสารกลุ่มแอลลาจิทแทนนิน ปริมาณสูง ซึ่งประกอบด้วยสารคอร์ริลาจิน สารเจอร์ยานิน และกรดเอลลาจิก จากผลการทดลองพบว่าสารสกัดจากเปลือกเงาะ มีศักยภาพในการนำมาพัฒนาเป็นสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในเครื่องสำอาง

คำสำคัญ: สารสกัดเปลือกเงาะ, พันธุ์โรงเรียน, พันธุ์สีชมพู, พันธุ์สีทอง, คุณสมบัติการยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส

Abstract

The aim of this study was to determine anti-tyrosinase activities of 3 cultivars rambutan peel extract such as Rongrien, Seechompoo and Seetong from Chanthaburi fruit market. Each dried rambutan peels were extracted 3 days with 1:10 ratio of 95% ethanol before dried by rotary evaporator. The crude extract were evaluated on its anti-tyrosinase activities, the crude extract from Seetong cultivar showed significantly ($p < 0.05$) highest tyrosinase inhibitory activities ($IC_{50} = 51.083$ mg/ml) followed by Rongrien and Seechompoo ($IC_{50} = 56.362$ and 77.996 mg/ml, respectively). Isolation by column chromatography showed rambutan peel extract had high content of ellagitannins, which consists of corilagin, geraniin and ellagic acid. The results from the experiment confirmed that rambutan peel extracts could be applied as bioactive ingredient in cosmetic products.

Keywords: Rambutan peel extract, Rongrien, Seechompoo, Seetong, Tyrosinase Inhibition Properties

ผลของไนตริกออกไซด์ต่อการยืดอายุการเก็บรักษาของมะม่วงน้ำดอกไม้ตัดแต่งพร้อมบริโภค

Effect of Methyl Nitric Oxide on Storage Life Extension of Fresh-Cut Mango Fruit cv 'Nam Dok Mai'

กฤษณ์ สงวนพวก
Krish Sa-nguanpuag

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
Food Science and Technology Program, Faculty of Home Economics Technology
Rajamangala University of Technology Krungthep
อีเมล: krish.so@mail.rmutk.ac.th, เบอร์โทรศัพท์: 061-6355955

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันผลิตภัณฑ์ตัดแต่งพร้อมบริโภคเป็นที่นิยมกันอย่างแพร่หลายเนื่องจากมีความสะดวกในการบริโภคแต่เมื่อผ่านกระบวนการตัดแต่งแล้วจะทำให้อายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์สั้นลง มะม่วงน้ำดอกไม้เป็นผลไม้เศรษฐกิจของประเทศไทย เป็นที่ชื่นชอบของผู้บริโภค เนื่องจากปัญหาหลักของมะม่วงตัดแต่งคือการสูญเสียคุณภาพอย่างรวดเร็ว ดังนั้นจึงได้มีแนวความคิดในการศึกษาการยืดอายุการเก็บรักษามะม่วงน้ำดอกไม้ตัดแต่งโดยทำการรมด้วยสารยับยั้งการทำงานของเอทิลีน คือ ไนตริกออกไซด์ ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ และทำการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และจุลชีววิทยาของมะม่วงน้ำดอกไม้ตัดแต่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13+1 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 3 วัน โดยทำการวิเคราะห์การสูญเสียน้ำหนักสด การเปลี่ยนแปลงสี อัตราการหายใจ อัตราการผลิตเอทิลีน ปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ อัตราส่วนน้ำตาลต่อกรด การเปลี่ยนแปลงเนื้อสัมผัส กิจกรรมของเอนไซม์ Polyphenol oxidase กิจกรรมของเอนไซม์ Peroxidase และกิจกรรมของเอนไซม์ Phenylalanine Ammonia จากการศึกษพบว่าการใช้ไนตริกออกไซด์ที่ระดับความเข้มข้น 250 ไมโครลิตรต่อลิตร สามารถรักษาคุณสมบัติทางเคมี และกายภาพได้ดีที่สุดและแตกต่างจากทุกการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยมีอัตราการหายใจเพิ่มขึ้น อัตราการผลิตเอทิลีนลดลง การเปลี่ยนแปลงสีผิวด้านใน (L^* b^*) มีค่าลดลง (a^*) เพิ่มขึ้น และกิจกรรมของเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการเกิดสีน้ำตาลลดลงน้อยกว่ามะม่วงน้ำดอกไม้ในทุกชุดการทดลอง และแตกต่างจากทุกชุดการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ดังนั้นการใช้ไนตริกออกไซด์ที่ระดับความเข้มข้น 250 ไมโครลิตรต่อลิตร สามารถปรับปรุงคุณภาพของมะม่วงน้ำดอกไม้ตัดแต่งได้และให้คุณภาพที่ดีกว่าชุดการทดลองอื่น โดยสามารถเก็บรักษามะม่วงน้ำดอกไม้ตัดแต่งได้นานถึง 3 วัน

คำสำคัญ: มะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภค คุณภาพ สารยับยั้งการทำงานของเอทิลีน

Abstract

In the present, fresh-cut produce was very popular because the produce is easy to consume. The shelf life of product was very short after processing. The 'Nam Dok Mai' mango fruit was an economic produce and very popular. The main problem of mango fruit was quality decreasing rapidly after storage. The object of this research was to prolonging shelf life of fresh-cut mango fruit by using ethylene inhibitor (Nitric Oxide) at various concentrations. The physical chemical and microbiological change of fresh cut mango fruit store at 13+1 oC for 3 days were observed. The weight loss, color change, respiration rate, ethylene production rate, titratable acidity, reducing sugar content, sugar/acid ratio, texture change, Polyphenol oxidase activity, Peroxidase activity and Phenylalanine Ammonia Lyase activity were determined. The result shown that fresh-cut mango fruit treatment with nitric oxide at 250 $\mu\text{L/L}$ can be maintain the chemical and physical properties and significantly difference from other treatment at 95%. The respiration rate was increased, decrease in ethylene production rate. The color change was found that L^* and b^* decreased and a^* increased. The browning activity enzymes were decreased in all treatment. In conclusion, Nitric Oxide can be maintaining quality of fresh-cut mango and can be prolong storage life at 3 days.

Keywords: Fresh-Cut Mango, Quality, Ethylene Inhibitor

ผลของบรรจุภัณฑ์ต่อคุณภาพและการยืดอายุการเก็บรักษาผักกูดบริโภคสด

Effect of Packaging on Quality and Storage Life Extended of Vegetable Fern (*Diplazium esculentum* (Retz.) Sw.)

กฤษณ์ สงวนพวก

Krish Sa-nguanpuag

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

Food Science and Technology Program, Faculty of Home Economics Technology

Rajamangala University of Technology Krungthep

อีเมล: krish.sa@mail.rmutk.ac.th, เบอร์โทรศัพท์: 061-6355955

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการยืดอายุการเก็บรักษาผักกูดภายใต้บรรจุภัณฑ์ประเภทต่างๆ ทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ โดยทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมี และกายภาพของผักกูดตลอดการเก็บรักษา วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสด การเปลี่ยน แปลงสี การเปลี่ยนแปลงเนื้อสัมผัส อัตราการหายใจ อัตราการผลิตเอทิลีน กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH และ FRAP ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด ปริมาณวิตามินซี และการประเมินทางประสาทสัมผัส จากการศึกษาพบว่าการใช้บรรจุภัณฑ์ HDPE ให้ผลที่ดีที่สุด โดยมีค่าการสูญเสียน้ำหนักสด การเปลี่ยนแปลงสี การเปลี่ยนแปลงเนื้อสัมผัส อัตราการหายใจ อัตราการผลิตเอทิลีน กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH และ FRAP ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด ปริมาณวิตามินซี ระหว่าง 99.96 - 99.51 %, 38.79 - 25.04, -7.95 - -9.42, 24.63 - 19.15, 75.83 - 28.27 N, 35.53 - 13.64 mg CO₂/kg.hr, 135.26 - 110.38 μl/kg.hr, 187.27 - 100.61 μM, 57.67 - 35.74 mM/L, 6.43-0.97 mg/L, 3.52 - 3.02 μg/100g ตามลำดับ ตลอดการเก็บรักษา สำหรับการทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่าผู้ทดสอบให้การยอมรับและให้คะแนนความชอบโดยรวมการใช้บรรจุภัณฑ์พลาสติก HDPE มากที่สุด และมีความแตกต่างกับชุดการทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % จากการทดลองพบว่าอายุการเก็บรักษาผักกูดโดยวิธีการลดอุณหภูมิด้วยลมเย็น บรรจุด้วยพลาสติกชนิด HDPE และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส สามารถยืดอายุและรักษาคุณภาพของผักกูดได้นาน 5 วัน

คำสำคัญ: ผักกูด, คุณภาพ, บรรจุภัณฑ์

Abstract

The objects of this research was to study the shelf life extension of vegetable fern by using various packaging materials and storage under cold condition. The chemical and physical properties were to investigated. The weight loss, color change, texture change, respiration rate, ethylene production rate, antioxidant activity by DPPH and FRAP method, total phenolic content, vitamin c content and organoleptic test were determined. The results shown that the HDPE packaging gave the best score in weight loss, color change, texture change, respiration rate, ethylene production rate, antioxidant activity by DPPH and FRAP method, total phenolic content, vitamin c content about 99.96 - 99.51 %, 38.79 - 25.04, -7.95 - -9.42, 24.63 - 19.15, 75.83 - 28.27 N, 35.53 - 13.64 mg CO₂/kg.hr, 135.26 - 110.38 μl/kg.hr, 187.27 - 100.61 μM, 57.67 - 35.74 mM/L, 6.43-0.97 mg/L, 3.52 - 3.02 μg/100g, respectively in day 4 after storage. The organoleptic test gave a highest score in storage at 13 °C in combination with HDPE packaging and difference from other treatment. In conclusion, the pre-cooling vegetable fern with cool air at 7°C packed with HDPE packaging and storage at 13°C can be maintaining quality and extended storage life for 5 days after storage.

Keywords: Vegetable Fern, Quality, Packaging

การตรวจสอบคุณภาพอากาศภายในอาคารและคุณภาพอากาศทางจุลินทรีย์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก จ.ชลบุรี ด้วยวิธีการวางจานอาหารเลี้ยงเชื้อ
Investigation of Indoor Air Quality and Microbial Air Quality in Rajamangala
University of Technology Tawan-ok, Chonburi, using an Open Plate Method

จินตนา เพชรมณีโชติ และ สุธีรา อานามวงษ์

Jintana Petchmaneechote and Suteera Arnamwong

สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก ชลบุรี

Department of Biotechnology, Faculty of Science and Technology, Rajamangala University of Technology Tawan-Ok, Chonburi

e-mail jintana_pe@rmutto.ac.th, suteera_r@rmutto.ac.th โทรศัพท์ 033-136099 ต่อ 1331-1336

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้เป็นการวิเคราะห์คุณภาพอากาศโดยการตรวจนับปริมาณแบคทีเรีย และเชื้อรา ในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก จังหวัดชลบุรี โดยตรวจวัดพารามิเตอร์คุณภาพอากาศจำนวน 7 พารามิเตอร์ ได้แก่ ปริมาณฝุ่นที่มีขนาด 2.5 ไมครอน (PM_{2.5}) ฝุ่นที่มีขนาด 10 ไมครอน (PM₁₀) ดัชนีคุณภาพอากาศ (AQI) อุณหภูมิ ความชื้น สารฟอร์มัลดีไฮด์ และสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย (ระหว่างเดือนธันวาคม 2563 - เมษายน 2565 จำนวน 42 ห้อง แบ่งเป็นวันละ 2 ช่วง คือช่วงเวลาเช้าและช่วงเวลากลางวัน)

ผลการศึกษาแต่ละพื้นที่ใช้สอยของทั้ง 3 อาคาร คืออาคารสรรพวิชัยบริการ อาคารเฉลิมพระเกียรติ 7 รอบพระชนมพรรษา และอาคารปฏิบัติการเทคโนโลยีชีวภาพ พบว่าห้องน้ำมีฝุ่นละอองมากกว่าพื้นที่อื่น ปริมาณฝุ่น PM_{2.5} และ PM₁₀ ส่วนใหญ่ไม่เกินค่ามาตรฐาน โดยมีค่าปริมาณฝุ่นสูงสุดที่อาคารสรรพวิชัยบริการ ณ จุดประชาสัมพันธ์ ชั้น 1 รองลงมาคือที่ห้องน้ำหญิงชั้น 1 ปริมาณสารฟอร์มัลดีไฮด์ สารประกอบอินทรีย์ระเหยง่ายสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานในทุกอาคาร โดยมีความเข้มข้นสารฟอร์มัลดีไฮด์สูงสุดที่อาคารเทคโนโลยีชีวภาพ คือที่ห้องประกอบอาหาร ปริมาณ 1.88 mg/m³ รองลงมาคือห้องน้ำชั้น 2 ปริมาณ 1.33 mg/m³ และห้องเครื่องมือ ปริมาณ 1.23 mg/m³ สารประกอบอินทรีย์ระเหยง่ายสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานร้อยละ 95.83-100 ในทุกอาคาร โดยมีค่าสูงสุดที่จุดให้บริการคณะวิทยาศาสตร์ 3.65 mg/m³ ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิมีค่าเกินกว่ามาตรฐาน ขณะที่ค่าความชื้นอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ค่าดัชนีคุณภาพอากาศเฉลี่ยอยู่ในระดับปานกลาง จากการสุ่มเก็บตัวอย่างอากาศเพื่อวิเคราะห์ปริมาณแบคทีเรีย และเชื้อราจากจุดเก็บตัวอย่างจำนวน 34 ห้อง รวม 164 จุดตัวอย่าง เปรียบเทียบปริมาณจุลินทรีย์ในอาคารที่ได้กับเกณฑ์ดัชนีปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศ (IMA) พบว่าอาคารสรรพวิชัยบริการ เฉลี่ยอยู่ในระดับดีมากถึงดี อาคารเฉลิมพระเกียรติ 7 รอบพระชนมพรรษาและอาคารปฏิบัติการเทคโนโลยีชีวภาพ เฉลี่ยอยู่ในระดับดีถึงพอใช้ เชื้อราที่พบทั้งหมด 7 ชนิด ได้แก่ *Aspergillus* sp. (38.71%) *Curvularia* sp.(22.58%) *Penicillium* sp.(16.13%) *Fusarium* sp. (6.45%) *Cladosporium* sp.(6.45%) *Geotrichum* sp.(6.45%) และ *Botrytis* sp.(3.23%) พบแบคทีเรียในอากาศ 2 กลุ่ม คือ แบคทีเรียแกรมบวก รูปท่อนยาว (82.14%) และแบคทีเรียแกรมบวก รูปกลม เรียงตัวเป็นกลุ่ม (17.86%) จากข้อมูลวิจัยใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการจัดการคุณภาพอากาศภายในอาคารของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออกให้อยู่ในระดับที่ดี เพื่อลดปัจจัยที่อาจก่อให้เกิดการเจ็บป่วยของบุคลากรและนักศึกษาในการเกิดโรคการเจ็บป่วยจากอาคาร (Sick Building Syndrome)

คำสำคัญ: คุณภาพอากาศ แบคทีเรีย เชื้อรา

Abstract

The aim of this study was to analyse the indoor air quality to determine the types and amounts of bacteria and fungi in the air of Rajamangala University of Technology Tawan-Ok in Chonburi province. We measured 7 air quality parameters: Particulate Matter 2.5 (PM_{2.5}), Particulate Matter 10 (PM₁₀), Air Quality Index (AQI), temperature, humidity, formaldehyde (HCHO), and total volatile organic compounds (TVOC). Data were collected between December 2020 and April 2022 from 42 rooms in the three buildings, i.e. Sappawit Service Building, King's 7th Cycle Birthday Commemorative Building, and Biotechnology Laboratory Building at two times per day, in the morning and afternoon.

The results of the survey of each used room showed that restrooms are greater source of air pollutants than other areas. The amount of PM_{2.5} and PM₁₀ mostly do not exceed the standard value. The

highest volume of dust value was in the Sappawit Service Building, at the Public Relation area on the 1st floor, followed by the women's restroom on the 1st floor. HCHO and TVOC were above standard in all buildings. The highest formaldehyde concentration was found three room in the Biotechnology Laboratory Building: food processing room with 1.88 mg/m³, the restrooms on the 2nd floor with 1.33 mg/m³, and the equipment storage room with 1.23 mg/m³. TVOC level was 95.83-100 percent in all buildings which was above standard. The highest value of 3.65 mg/m³ was measured at the service area of Faculty of Science and Technology. The average of temperature and humidity were above the standard level. The air quality index (AQI) was moderate to the level that affects health. Air samples were taken randomly from 34 rooms to determine the amount of bacteria and mold; there were 164 sampling sites in total. The amount of microorganisms in each building was compared with the index of microbial air contamination (IMA) and found that the Sappawit Service Building has ranging from very good to good. Whilst the His Majesty the King's 7th Cycle Birthday Commemorative Building and Biotechnology Laboratory Building has IMA ranging from good to fair. Seven species of fungi were found *Aspergillus* sp. (38.71%) *Curvularia* sp.(22.58%) *Penicillium* sp.(16.13%) *Fusarium* sp. (6.45%) *Cladosporium* sp.(6.45%) *Geotrichum* sp.(6.45%) and *Botrytis* sp.(3.23%). Bacteria were found Gram-positive bacteria, long rods (82.14%) and Gram-positive bacteria, cocci and arranged in cluster (17.86%). The research data is used as a basis for managing the indoor air quality of Rajamangala University of Technology Tawan-Ok to be at a good level. To reduce factors that may cause sickness of staff and students in the occurrence of sick building syndrome (Sick Building Syndrome).

Keywords: indoor air quality, bacteria, fungi

1. บทนำ

ในปัจจุบันปัญหาสิ่งแวดล้อมได้ทวีความรุนแรงขึ้นอย่างรวดเร็วจนมีแนวโน้มที่จะส่งผลกระทบต่อวิถีชีวิตและสุขภาพอนามัยของประชาชน สาเหตุสำคัญเกิดจากการขาดการเฝ้าระวังปัญหาด้วยการติดตามตรวจสอบคุณภาพสิ่งแวดล้อมของพื้นที่อย่างทั่วถึงใกล้ชิดและต่อเนื่อง พื้นที่จังหวัดชลบุรีเป็นจังหวัดหนึ่งที่มีปัญหาเรื่องมลพิษทางอากาศเนื่องจากเป็นเขตพื้นที่อุตสาหกรรม และชุมชนเมืองขนาดใหญ่ถือเป็นแหล่งหนึ่งที่สำคัญต่อการแพร่กระจายฝุ่น และก๊าซพิษสู่บรรยากาศ ซึ่งนอกจากคุณภาพอากาศภายนอกอาคารที่มีผลกระทบต่อมนุษย์และสัตว์แล้ว คุณภาพอากาศภายในอาคารก็มีความสำคัญเช่นเดียวกัน มลพิษภายในอาคารประกอบด้วยฝุ่น เส้นใย ก๊าซและไอของสารเคมี และสารทางชีวภาพ เช่น แบคทีเรีย ไวรัส และเชื้อรา ทั้งนี้สาเหตุการเกิดปัญหาหมอกพิษภายในอาคารส่วนใหญ่ ประกอบด้วยการระบายอากาศในอาคารที่ไม่เพียงพอ ร้อยละ 52 มีสารปนเปื้อนอยู่ในอาคาร ร้อยละ 16 มลพิษภายนอกอาคาร ร้อยละ 10 การปนเปื้อนด้านชีวภาพ ร้อยละ 5 การปนเปื้อนของวัสดุตกแต่งอาคาร ร้อยละ 4 และไม่ทราบสาเหตุ ร้อยละ 13 (สำนักงานสิ่งแวดล้อม, 2559) เมื่อผู้เข้ามาใช้งานหรือปฏิบัติงานอยู่ในอาคารสูดเอาอากาศจากสภาพแวดล้อมที่มีการปนเปื้อนเข้าไปจะทำให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพ จึงอาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพ และการบั่นทอนจิตใจทั้งทางตรง และทางอ้อม ทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานลดลง ทั้งนี้มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออกเป็นหน่วยงานด้านการศึกษาที่ให้บริการทั้งการจัดการเรียนการสอน และการดำเนินวิจัยต่าง ๆ ซึ่งจำเป็นต้องมีห้องปฏิบัติการวิจัยหลากหลายประเภท ซึ่งสามารถเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษอากาศภายในห้องหรือในอาคารได้อีกทางหนึ่ง

ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยเล็งเห็นความสำคัญของปัญหาดังกล่าว จึงทำการศึกษาคุณภาพอากาศภายในอาคาร โดยเฉพาะห้องทำงานของบุคลากร ห้องเรียน และห้องปฏิบัติการ ภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก พื้นที่การศึกษาบางพระ ต.บางพระ อ.ศรีราชา จ.ชลบุรี โดยมุ่งเน้นในการวิเคราะห์คุณภาพอากาศภายในอาคาร และการตรวจนับปริมาณแบคทีเรีย และเชื้อราเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพอากาศภายในอาคาร เพื่อวิเคราะห์สิ่งปนเปื้อนในอากาศ โดยข้อมูลที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้สามารถนำไปใช้ในการประเมินความปลอดภัยจากอันตรายที่มีสาเหตุมาจากเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศ และนำไปสู่การป้องกัน แก้ไข และเฝ้าระวัง หากผลการประเมินคุณภาพอากาศไม่เหมาะสมได้

2. วิธีการทดลอง

2.1 สถานที่เก็บตัวอย่าง

สถานที่สำหรับเก็บตัวอย่างอากาศเพื่อตรวจวัดคุณภาพอากาศได้แก่ อาคารสรรพวิชัยบริการ(A) อาคารเฉลิมพระเกียรติ 7 รอบพระชนมพรรษา(B) และ อาคารปฏิบัติการเทคโนโลยีชีวภาพ(C) ในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก ต.บางพระ อ.ศรีราชา จ.ชลบุรี จำนวน 42 ห้อง แสดงดังตารางที่ 1 โดยทำการเก็บคุณภาพอากาศ ตั้งแต่เดือนธันวาคม 2563 ถึง เดือนเมษายน 2565 โดยเน้นบริเวณที่มีเจ้าหน้าที่ปฏิบัติงาน ห้องที่มีการใช้ในการเรียนการสอน การวิจัย และการใช้งานประจำวัน

ตารางที่ 1 สถานที่สำหรับเก็บตัวอย่างจุลินทรีย์ ในอากาศ และวิเคราะห์คุณภาพอากาศ

รหัส	สถานที่	รหัส	สถานที่	รหัส	สถานที่
A1	จุดประชาสัมพันธ์ชั้น 1	A15	ศูนย์จำหน่ายผลิตภัณฑ์	B5	ห้องน้ำคณบดี
A2	สำนักงานวิชาการและส่งเสริมงานทะเบียน	A16	สำนักศิลปวัฒนธรรม	B6	ห้องน้ำชายสำนักงาน
A3	ห้องน้ำหญิง ชั้น 1	A17	ห้องประชุมการบิน	B7	ห้องน้ำหญิงสำนักงาน
A4	งานการเงิน	A18	สำนักงานประกันคุณภาพการศึกษา	B8	ห้อง SC 102
A5	บัญชี	A19	สำนักงานโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ฯ	B9	ห้องน้ำชาย
A6	กองคลัง	A20	บริเวณโถงชั้น 2	B10	ห้องน้ำหญิง
A7	งานพัสดุ	A21	กองกลาง	C1	ห้องน้ำชายชั้น 1
A8	สำนักงานวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ	A22	ห้องปฐมเทวี	C2	ห้องประกอบอาหาร
A9	งานอาคารสถานที่และออกแบบก่อสร้าง	A23	ห้องน้ำหญิงชั้น 4	C3	ห้องสำนักงานสาขา
A10	กองนโยบายและแผน	A24	ห้อง one stop	C4	ห้องอุปกรณ์
A11	สำนักงานสภาคณาจารย์	B1	จุดให้บริการคณะวิทยาฯ	C5	ห้องเครื่องมือ
A12	ห้องประชุมวันวิสาข	B2	สำนักงานคณะวิทยาฯ	C6	ห้องน้ำหญิงชั้น 2
A13	สำนักงานวิจัยและพัฒนา	B3	ห้องทำงานคณบดี	C7	ห้องพักอาจารย์ 1
A14	กองบริหารงานบุคคล	B4	ห้องครัว	C8	ห้องพักอาจารย์ 2

2.2 การเก็บตัวอย่างอากาศ และการตรวจนับปริมาณแบคทีเรีย และเชื้อรา

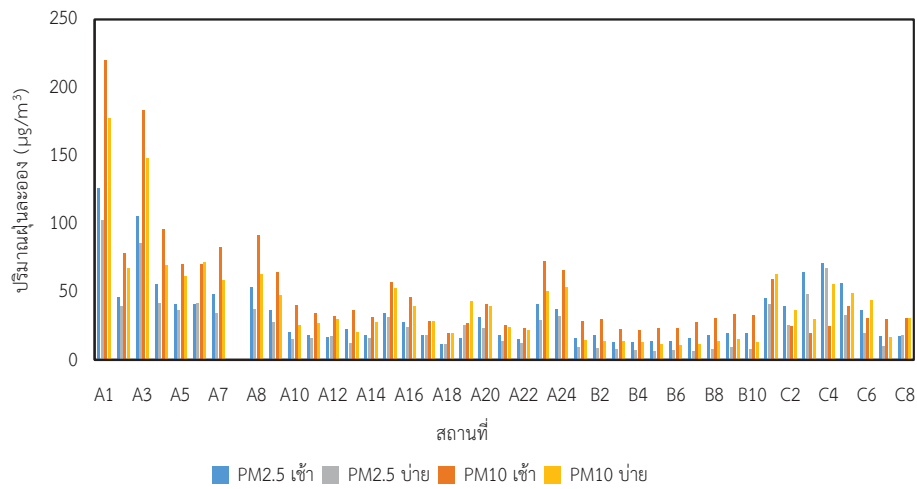
การเก็บจุลินทรีย์ทั้งหมดในอากาศใช้วิธี passive air sampling ตามวิธีมาตรฐาน 1/1/1 scheme ของ Index of Microbial Air Contamination (IMA) โดยใช้จานอาหารเพาะเชื้อที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 9 เซนติเมตร ที่บรรจุอาหารเลี้ยงเชื้อชนิด Trypticase Soy Agar (TSA) และ Sabouraud Dextrose Agar (SDA) คำนวณการวางจานอาหารเลี้ยงเชื้อจากพื้นที่ห้อง 100 ตารางฟุต/จานอาหารเพาะเชื้อ (Pasquarella, C., Pitzurra, O., & Savino, A, 2000) ทั้งนี้จะเก็บตัวอย่างช่วงเวลา 9.00-10.00 น. และช่วงเวลา 13.00-14.00 น. นำมาบ่มเพาะเชื้อแบคทีเรียที่อุณหภูมิ 36±1 °C เป็นเวลา 48 ชั่วโมง และเชื้อราบ่มที่ 28±1 °C เป็นเวลา 3-5 วัน จากนั้นจึงทำการตรวจนับจำนวนโคโลนี และตรวจวัดค่าพารามิเตอร์คุณภาพอากาศภายในห้องต่าง ๆ โดยการใช้เครื่องวัดคุณภาพอากาศรุ่น Temtop LKC1000S+ Air Quality Detector เปรียบเทียบจำนวนโคโลนีที่นับได้กับค่ามาตรฐานเกณฑ์ดัชนีการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศ (The Index of Microbial Air Contamination, IMA) (ASTM, 2017) ดังตารางที่ 2 สุ่มเลือกโคโลนีที่สงสัยมาทำให้บริสุทธิ์อีกครั้ง แล้วตรวจจำแนกหาชนิดของเชื้อแบคทีเรียและเชื้อรา

3. ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

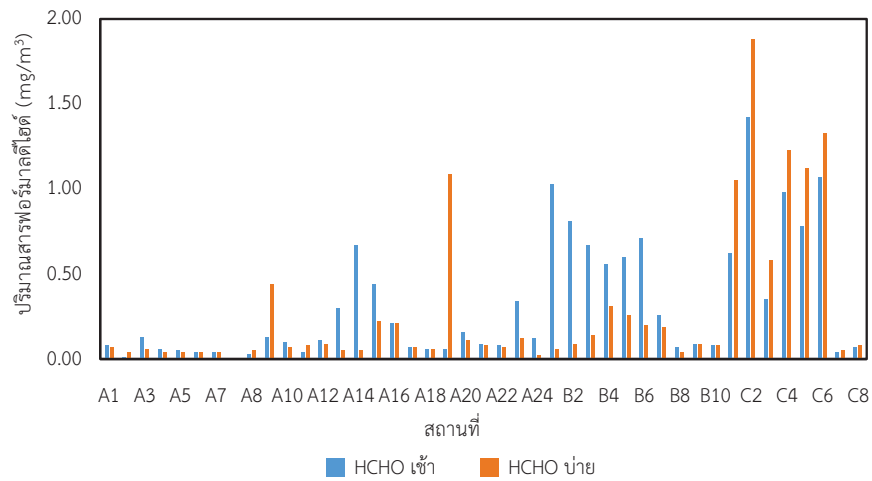
3.1 การตรวจวัดคุณภาพอากาศ

ผลจากการวิเคราะห์ตัวอย่างอากาศอาคารสรรพวิชัยบริการ จำนวน 24 จุด แสดงค่าฝุ่นขนาด PM2.5 และ 10 ไม่เกินค่าเฝ้าระวัง ร้อยละ 58.33-75 (PM 2.5 และ PM10 ไม่เกิน 35 µg/m³ และ 50 µg/m³ ตามลำดับ) โดยมีค่าฝุ่นขนาด PM2.5 และ 10 สูงสุดที่จุดประชาสัมพันธ์ ชั้น 1 รองลงมาที่ห้องน้ำหญิงชั้น 1 (ภาพที่ 1ก) ขณะที่สารฟอร์มัลดีไฮด์ (HCHO) ร้อยละ 50-58.33 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่แนะนำไว้ไม่ควรเกิน 0.1 mg/m³ อากาศภายในห้องภายในอาคารเฉลิมพระเกียรติ 7 รอบพระชนมพรรษา บริเวณชั้น 1 จำนวน 10 จุด มีความเข้มข้นของสารฟอร์มัลดีไฮด์เกินค่าเฝ้าระวังร้อยละ 50-70 เฉลี่ยที่ 0.49±0.34 mg/m³ โดยสารฟอร์มัลดีไฮด์สูงสุดที่จุดให้บริการคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ในช่วงเช้า ที่ระดับความเข้มข้น 1.03 mg/m³

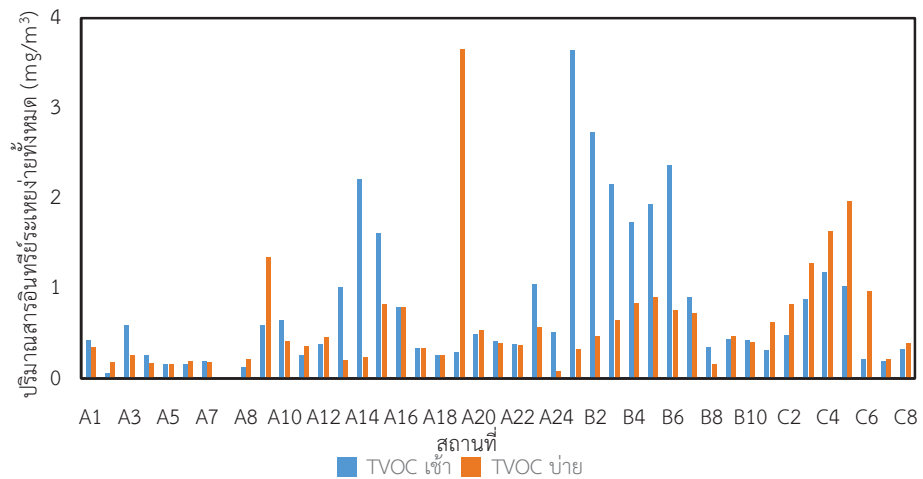
(ก)



(ข)



(ค)



ภาพที่ 1 แสดงผลการตรวจวัด (ก) ปริมาณฝุ่นละออง PM2.5 และ PM 10 (ข) สารฟอร์มัลดีไฮด์ (ค) ปริมาณสารอินทรีย์ระเหยง่ายทั้งหมด ในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก ชลบุรี

เนื่องจากมีเครื่องถ่ายเอกสารจำนวน 2 เครื่อง และเป็นห้องที่ใช้เก็บอุปกรณ์ในสำนักงาน และอาคารปฏิบัติการเทคโนโลยีชีวภาพ จำนวน 8 จุด มีความเข้มข้นของสารฟอร์มาลดีไฮด์ เกินค่าเฝ้าระวังร้อยละ 75 ความเข้มข้นสารฟอร์มาลดีไฮด์สูงที่สุดที่อาคารเทคโนโลยีชีวภาพ คือที่ห้องประกอบอาหาร ปริมาณ 1.88 mg/m³ รองลงมาคือห้องน้ำชั้น 2 ปริมาณ 1.33 mg/m³ และห้องเครื่องมือ ปริมาณ 1.23 mg/m³ (ภาพที่ 1ข) เปรียบเทียบกับค่าความเข้มข้นฟอร์มาลดีไฮด์ที่ตรวจวัดในสำนักงาน 12 แห่งในกรุงเทพมหานคร (Ongwadee, M., Moonrinta, R., Panyametheekul, S., Tangbanluekal, C., & Morrison, G. C., 2009) พบว่ามีค่าเฉลี่ยเพียง 35.5 µg/m³ ซึ่งสาเหตุที่มีค่าเกินจากมาตรฐานนี้ อาจเนื่องมาจากสภาพของตัวอาคาร วัสดุสำนักงาน เฟอร์นิเจอร์ โต๊ะปฏิบัติการ รวมทั้งสารเคมีที่อยู่ในห้องปฏิบัติการซึ่งจะมีสารฟอร์มาลดีไฮด์ เป็นส่วนประกอบหรือเป็นสารตกค้างในวัสดุตกแต่ง หรือเฟอร์นิเจอร์ต่าง ๆ ขณะที่ความเข้มข้นสารอินทรีย์ระเหยทั้งหมดใน 3 อาคารเกินค่าเฝ้าระวังเกือบทุกห้อง คิดเป็นร้อยละ 95.83-100 (ภาพที่ 1ค) โดยมีค่าสูงที่สุดที่บริเวณจุดให้บริการคณะวิทยา 3.65 mg/m³ ทั้งนี้เนื่องจากบริเวณชั้น 1 ณ ห้องสำนักงานคณบดี มีกลิ่นของสารเคมี มีบ่อน้ำทิ้งที่อยู่ใกล้บริเวณห้องน้ำ ที่อาจมีการปนเปื้อนสารเคมีจากการทำปฏิบัติการ ทำให้ตรวจพบปริมาณก๊าซฟอร์มาลดีไฮด์ และสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่ายปริมาณเกินค่ามาตรฐานในบริเวณนี้ อุณหภูมิเฉลี่ยทุกอาคารอยู่ที่ 27-30°C เกินอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการทำงานที่แนะนำระดับ 24-26°C เนื่องจากในช่วงการเก็บข้อมูลงานวิจัย ประเทศไทยมีการแพร่ระบาดของโรคไวรัสโคโรนาสายพันธุ์ใหม่ 2019 (COVID-19) มหาวิทยาลัยมีประกาศให้บุคลากรปฏิบัติงานอยู่บ้านเป็นระยะ มีกิจกรรมประชุมและการสอนออนไลน์เป็นส่วนใหญ่ อีกทั้งหลายห้องที่ทำการตรวจวัดไม่มีเครื่องปรับอากาศ หรือเปิดใช้งาน จึงทำให้อุณหภูมิภายในอาคารสำนักงานมีค่าสูงเกินระดับที่เหมาะสมต่อการทำงาน ผลการวิเคราะห์พบว่าทุกอาคารมีค่าความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ที่ 60% ความชื้นสัมพัทธ์ควรอยู่ระหว่าง 30-60% จึงจะเกิดความสบาย แต่ทั้งนี้สำหรับประเทศไทยอยู่ในเขตร้อนชื้น จึงควรมีค่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในอาคารอยู่ที่ 70% (จักรกฤษณ์ ศิวเดชาเทพ, 2551) ค่าดัชนีคุณภาพอากาศ (Air Quality Index) เฉลี่ยอยู่ในระดับปานกลาง บุคลากรและนักศึกษาควรเฝ้าระวังสุขภาพหากมีอาการไอ หายใจลำบาก หรือระคายเคือง ซึ่งเป็นอาการของโรคเจ็บป่วยภายในอาคาร (Sick Building Syndrome:SBS)

3.2 ปริมาณแบคทีเรีย และเชื้อราในอากาศ

จากการเก็บตัวอย่างเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศด้วยวิธี passive air sampling ซึ่งทำการเก็บตัวอย่างเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด 3 อาคาร จำนวน 34 ห้อง รวม 164 จุด จุดละ 3 ซ้ำ โดยเก็บเชื้อจุลินทรีย์ 2 ช่วงเวลาคือ ช่วงเวลาเช้า และช่วงเวลาบ่าย ผลเฉลี่ยการตรวจนับปริมาณของเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราในอากาศ แสดงดังตารางที่ 3 พบว่าปริมาณค่าเฉลี่ยของแบคทีเรียอยู่ระหว่าง 0.00 CFU/dm²/h ถึง 125.65 ±16.69 CFU/dm²/h และเชื้อราจะพบในช่วง 0.00 CFU/dm²/h ถึง 214.59±11.13 CFU/dm²/h เมื่อนำผลการทดลองที่ได้มาแปลผลตามระดับดัชนีการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศ (The Index of Microbial Air Contamination, IMA) พบว่าคุณภาพอากาศอาคารสรรพวิชาบริการอยู่ในเกณฑ์ระดับดีมากถึงดี อาคารเฉลิมพระเกียรติ 7 รอบพระชนมพรรษาและอาคารปฏิบัติการเทคโนโลยีชีวภาพ เฉลี่ยอยู่ในระดับดีถึงพอใช้ โดยในห้องน้ำทุกอาคารดัชนีการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศ อยู่ในระดับพอใช้ถึงแย่มาก

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศของแต่ละห้อง และระดับดัชนีการปนเปื้อนจุลินทรีย์ในอากาศ (IMA)

สถานที่	เช้า			บ่าย		
	ปริมาณเชื้อแบคทีเรีย (CFU/dm ² /h)	ปริมาณเชื้อรา (CFU/dm ² /h)	คุณภาพอากาศ	ปริมาณเชื้อแบคทีเรีย (CFU/dm ² /h)	ปริมาณเชื้อรา (CFU/dm ² /h)	คุณภาพอากาศ
A2	25.77±10.95	8.79±2.91	ดี	15.54±3.81	10.36±2.31	ดี
A3	102.05±4.08	75.55±9.65	แย่มาก	125.65±16.69	214.59±11.13	แย่มาก
A4	33.26±8.70	11.75±3.12	ดี	19.73±6.29	18.26±5.61	ดี
A5	23.61±5.94	3.67±0.74	ดี	11.02±1.48	7.08±1.11	ดี
A6	27.81±6.88	12.77±0.80	ดี	23.78±7.50	13.64±7.40	ดี
A7	35.57±7.74	14.59±2.76	ดี	25.29±5.33	11.33±2.36	ดี
A8	23.61±8.10	11.54±3.62	ดี	17.63±4.54	13.43±2.45	ดี
A9	8.35±3.20	6.12±2.92	ดีมาก	13.47±8.62	19.94±5.78	ดี
A12	3.27±1.88	3.67±1.37	ดีมาก	0.94±0.57	2.48±0.85	ดีมาก
A13	13.64±5.85	1.97±0.54	ดี	19.02±10.3	2.82±1.01	ดี

สถานที่	เช้า			บ่าย		
	ปริมาณเชื้อแบคทีเรีย (CFU/dm ² /h)	ปริมาณเชื้อรา (CFU/dm ² /h)	คุณภาพอากาศ	ปริมาณเชื้อแบคทีเรีย (CFU/dm ² /h)	ปริมาณเชื้อรา (CFU/dm ² /h)	คุณภาพอากาศ
A14	47.42±42.36	9.05±7.10	พอใช้	25.45±8.67	8.46±4.08	ดี
A15	27.06±6.29	14.17±3.21	ดี	21.36±4.54	10.79±2.28	ดี
A16	44.73±15.25	6.23±2.35	พอใช้	18.43±9.09	11.41±3.83	ดี
A19	5.36±1.72	1.81±1.49	ดีมาก	14.92±8.68	2.33±1.26	ดี
A23	29.12±7.05	7.87±0.74	ดี	46.96±3.34	50.37±10.39	พอใช้
A24	0.00±0.00	0.00±0.00	ดีมาก	20.99±7.42	10.75±4.82	ดี
B1	13.64±2.23	15.74±1.48	ดี	14.43±1.85	14.69±0.00	ดี
B2	14.09±9.03	8.31±2.82	ดี	16.02±7.62	9.77±3.66	ดี
B3	49.84±0.00	11.02±0.00	พอใช้	45.65±0.00	5.25±0.00	พอใช้
B4	41.97±0.00	7.87±0.00	พอใช้	7.35±0.00	6.30±0.00	ดีมาก
B5	8.399±0.00	39.87±0.00	พอใช้	27.81±0.00	7.35±0.00	ดี
B6	5.25±0.00	15.74±0.00	ดี	6.82±0.00	12.07±0.00	ดี
B7	22.56±0.00	12.07±0.00	ดี	5.25±0.00	6.30±0.00	ดีมาก
B8	20.72±9.94	7.87±1.71	ดี	7.87±4.09	10.23±3.39	ดี
B9	72.75±18.6	51.42±5.48	แยء	99.51±5.76	54.22±7.89	แยء
B10	44.16±10.8	44.42±11.3	พอใช้	87.97±10.8	57.54±6.30	แยء
C1	8.92±0.00	10.49±0.00	ดี	4.20±0.00	25.18±0.00	ดี
C2	9.15±3.14	44.36±10.60	พอใช้	12.77±3.42	16.91±5.09	ดี
C3	14.52±4.59	13.82±3.41	ดี	11.89±7.73	7.69±2.12	ดี
C4	7.58±1.76	45.41±6.16	พอใช้	20.93±7.98	32.82±11.18	ดี
C5	8.66±3.13	18.10±9.19	ดี	5.51±2.71	2.88±1.96	ดีมาก
C6	15.74±0.00	53.52±0	พอใช้	19.94±0.00	43.55±0.00	พอใช้
C7	11.37±3.80	17.66±5.61	ดี	9.27±2.89	4.02±1.21	ดีมาก
C8	11.01±2.30	14.17±4.78	ดี	8.66±3.40	9.18±1.75	ดีมาก

พิจารณาโดยรวมพบว่าช่วงเช้ามี 7 ห้องที่มีปริมาณแบคทีเรียสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน (39 CFU/dm²/h) และ 6 ห้องที่มีปริมาณเชื้อราสูงกว่าเกณฑ์ (39 CFU/dm²/h) ค่าเฉลี่ยเป็นร้อยละ 20.6 และร้อยละ 17.6 ของจำนวนห้องทั้งหมด ตามลำดับ สำหรับช่วงบ่ายห้องที่มีปริมาณแบคทีเรียและปริมาณเชื้อราสูงกว่าเกณฑ์จำนวนห้อง 5 ห้องเท่านั้น ค่าเฉลี่ยได้เป็นร้อยละ 14.7 ของจำนวนห้องทั้งหมด จะเห็นได้ว่าปริมาณเฉลี่ยของจุลินทรีย์จากผลการศึกษาในช่วงบ่ายต่ำกว่าในช่วงเช้า เพราะช่วงบ่ายอุณหภูมิโดยเฉลี่ยสูงกว่าช่วงเช้า ทำให้ปริมาณของแบคทีเรียและเชื้อราที่อาศัยความชื้นในการเจริญลดลง สอดคล้องกับผลการวิจัยของจักรพงษ์ นิมานะ, ศิริลักษณ์ เจริญรัตน์ และวราลี บุญญพิทักษ์สกุล (2557) ทั้งนี้พบเชื้อจุลินทรีย์ปริมาณสูงทั้งช่วงเช้าและช่วงบ่ายในห้องน้ำหญิงชั้น 1 ณ อาคารสรรพวิชัยบริการ ที่มีการระบายอากาศตามธรรมชาติ ทำให้ฝุ่นละอองภายนอกอาคารที่มีปริมาณสูงเข้ามาในห้องน้ำได้ จึงตรวจพบเชื้อจุลินทรีย์ปริมาณมากในทั้งวัน ส่งผลให้คุณภาพอากาศอยู่ในเกณฑ์แย่มากถึงแยء ขณะที่ห้องน้ำในสำนักงานคอมพิวเตอร์ วิทยาลัยฯ ที่ใช้ระบบปรับอากาศ คุณภาพอากาศอยู่ในเกณฑ์ดีมากถึงดี ต่างจากงานวิจัยของศรัญญา คำภาบุตร (2552) ที่พบว่าห้องที่ใช้ระบบปรับอากาศมีปริมาณเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราในอากาศสูงกว่าห้องที่ระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติ

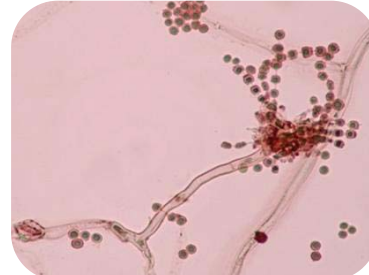
ลักษณะโคโลนีของแบคทีเรียและเชื้อราบนจานอาหารเลี้ยงเชื้อ และการตรวจสอบสัณฐานวิทยาของเซลล์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ โดยใช้เชื้อราใช้กำลังขยาย 40X และแบคทีเรียใช้กำลังขยาย 100X แสดงดังภาพที่ 4 จากการวิเคราะห์ชนิดของจุลินทรีย์ในอากาศโดยรวมทั้ง 34 ห้อง แยกเชื้อราและแบคทีเรียได้ทั้งหมด 31 ไอโซเลท และ 28 ไอโซเลท ตามลำดับ เป็นเชื้อราจำแนก *Aspergillus* sp. (38.71%) *Curvularia* sp.(22.58%) *Penicillium* sp.(16.13%) *Fusarium* sp. (6.45%) *Cladosporium* sp.(6.45%) *Geotrichum* sp.(6.45%) และ *Botrytis* sp.(3.23%) ชนิดของราที่พบสอดคล้องกับงานวิจัยของ ก้องนภา อุทังสังข์ และ กาญจนา นานะพินธุ, 2561 ; Samuel Fekadu Hayleeyesus and Abayneh Melaku Manaye, 2014 ที่พบเชื้อราจำแนก *Cladosporium* *Penicillium* sp. และ *Aspergillus* sp. แยกแบคทีเรียได้ทั้งหมด 28 ไอโซเลท พบว่าเป็นแบคทีเรียแกรมบวก รูปท่อนยาว (82.14%) สันนิษฐานน่าจะเป็นจำแนก *Bacillus* ซึ่งสามารถพบได้ทั่วไปในอากาศ และแบคทีเรียแกรมบวก รูปกลมเรียงตัวเป็นกลุ่ม (17.86%) สันนิษฐานน่าจะเป็นจำแนก *Staphylococcus* sp. หรือ *Micrococcus* sp. สอดคล้องกับงานวิจัยของจักรพงษ์ นิมานะ, ศิริลักษณ์ เจริญรัตน์, และ วราลี บุญญพิทักษ์สกุล, 2557; ศิริลักษณ์ กระสวยกลาง และ กาญจนา นา

อะพินตุ. 2563; พัลลพ ต้นแก้ว, ผาณิตา โกมลมาลย์, จงกล ใจมูลวงศ์, เพราพิลาศ อินตะยศ, และ บงกชวรรณ สุตะพาหะ, 2552 ; สุนทรี สวนทับทิม และ พรเพ็ญ กำนารายณ์, 2563 จุลินทรีย์กลุ่มนี้พบได้ทั่วไปในอากาศในอาคาร เช่น บ้าน ห้องทำงาน โรงพยาบาล และห้องปฏิบัติการ เนื่องจากลักษณะภายในอาคารมีการหมุนเวียนจำกัด มีปริมาณรังสีอัลตราไวโอเลตน้อย ที่สำคัญมี อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่เหมาะสมต่อการรอดชีวิตของเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศได้ดี ทั้งนี้หากแบคทีเรียและเชื้อรา ที่มีการ สะสมอยู่ในอาคารหรือภายนอกอาคารปริมาณมากจนเกินไปอาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพของผู้ที่ทำงานภายในอาคารสำนักงานและ ห้องปฏิบัติการได้ จึงควรมีการตรวจรักษาความสะอาดภายในอาคาร มีระบบการระบายอากาศที่ดี เพื่อให้มีความพึงพอใจของผู้ที่ ทำงานดังกล่าว

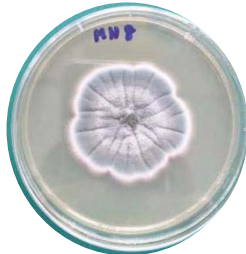
(ก)



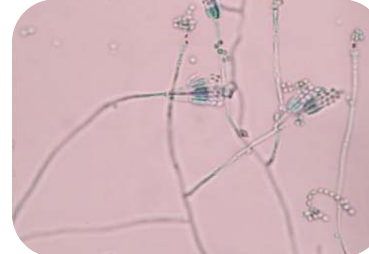
(ข)



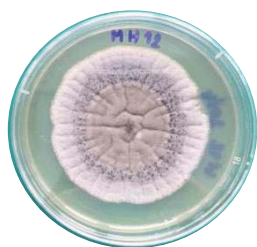
(ค)



(ง)



(จ)



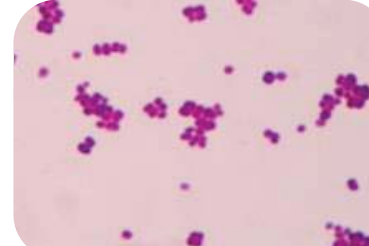
(ฉ)



(ช)



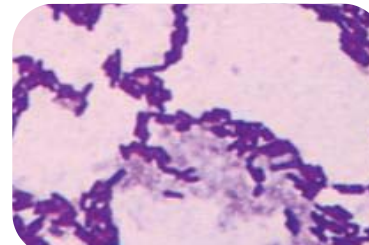
(ซ)



(ฅ)



(ฎ)



- ก. ลักษณะโคโลนีไอโซเลท MH3 บนอาหาร SDA ข. ลักษณะสัณฐานวิทยาของไอโซเลท MH3
 ค. ลักษณะโคโลนีไอโซเลท MH8 บนอาหาร SDA ง. ลักษณะสัณฐานวิทยาของไอโซเลท MH8
 จ. ลักษณะโคโลนีไอโซเลท MH12 บนอาหาร SDA ฉ. ลักษณะสัณฐานวิทยาของไอโซเลท MH12
 ช. ลักษณะโคโลนีไอโซเลท SC2 บนอาหาร TSA ซ. ลักษณะสัณฐานวิทยาของไอโซเลท SC2
 ฅ. ลักษณะโคโลนีไอโซเลท H6 บนอาหาร TSA ฎ. ลักษณะสัณฐานวิทยาของไอโซเลท H6

ภาพที่ 4 ลักษณะโคโลนีบนอาหารเลี้ยงเชื้อ และลักษณะสัณฐานวิทยาของเชื้อราและแบคทีเรียภายใต้กล้องจุลทรรศน์ กำลังขยาย 40 และ 100X

4. สรุป

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นการศึกษาคุณภาพอากาศปริมาณเชื้อและชนิดของแบคทีเรีย และราที่ปนเปื้อนภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก จ.ชลบุรี โดยเก็บตัวอย่างอากาศเพื่อทำการวิเคราะห์เป็นระยะเวลา 16 เดือน ตั้งแต่เดือนธันวาคม พ.ศ. 2563 ถึง เดือนเมษายน พ.ศ. 2565

ผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศจำนวน 7 พารามิเตอร์ ได้แก่ PM2.5 PM10 ดัชนีคุณภาพอากาศ (AQI) สารฟอร์มาลดีไฮด์ สารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย ความชื้น และอุณหภูมิ โดยการเก็บตัวอย่างคุณภาพอากาศ จำนวน 42 จุด พบว่าตัวอย่างอากาศ อาคารสรรพวิชัยบริการ อาคารเฉลิมพระเกียรติ 7 รอบพระชนมพรรษา และอาคารปฏิบัติการเทคโนโลยีชีวภาพมีค่าฝุ่น PM2.5 และ 10 ไม่เกินค่ามาตรฐาน โดยมีค่าฝุ่นสูงสุดที่อาคารสรรพวิชัยบริการ ณ จุดประชาสัมพันธ์ ชั้น 1 รองลงมาคือที่ห้องน้ำหญิง ชั้น 1 ปริมาณสารฟอร์มาลดีไฮด์ ปริมาณสารอินทรีย์ที่ระเหยง่ายทั้งหมดสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานในทุกอาคาร โดยมีความเข้มข้นสารฟอร์มาลดีไฮด์สูงสุดที่อาคารเทคโนโลยีชีวภาพ คือห้องประกอบอาหาร ปริมาณ 1.88 mg/m³ รองลงมาคือห้องเก็บอุปกรณ์ และห้องเครื่องมือ ปริมาณสารอินทรีย์ที่ระเหยง่ายทั้งหมดสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานในทุกอาคาร คิดเป็นร้อยละ 95.83-100 โดยมีค่าสูงสุดที่จุดบริเวณจุดให้บริการคณะวิทย์ฯ 3.65 mg/m³ ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิมีค่าเกินกว่ามาตรฐาน ขณะที่ค่าความชื้นอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ค่าดัชนีคุณภาพอากาศเฉลี่ยอยู่ในระดับปานกลาง จากการสุ่มเก็บตัวอย่างอากาศเพื่อวิเคราะห์ปริมาณแบคทีเรีย และเชื้อราจากจุดเก็บตัวอย่างจำนวน 34 ห้อง รวม 164 จุดตัวอย่าง เปรียบเทียบปริมาณจุลินทรีย์ในอาคารที่ได้กับเกณฑ์ดัชนีปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศ (IMA) พบว่าอาคารสรรพวิชัยบริการ เฉลี่ยอยู่ในระดับดีมากถึงดี อาคารเฉลิมพระเกียรติ 7 รอบพระชนมพรรษาและอาคารปฏิบัติการเทคโนโลยีชีวภาพ เฉลี่ยอยู่ในระดับดีถึงพอใช้ เชื้อราที่พบทั้งหมด 7 ชนิด ได้แก่ *Aspergillus sp.* (38.71%) *Curvularia sp.*(22.58%) *Penicillium sp.*(16.13%) *Fusarium sp.* (6.45%) *Cladosporium sp.*(6.45%) *Geotrichum sp.*(6.45%) และ *Botrytis sp.*(3.23%) พบแบคทีเรียในอากาศ 2 กลุ่ม คือ แบคทีเรียแกรมบวก รูปท่อนยาว (82.14%) และแบคทีเรียแกรมบวก รูปกลม เรียงตัวเป็นกลุ่ม (17.86%) จากข้อมูลวิจัยใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการจัดการคุณภาพอากาศภายในอาคารของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออกให้อยู่ในระดับที่ดี เพื่อลดปัจจัยที่อาจให้เกิดการเจ็บป่วยของบุคลากรและนักศึกษาในการเกิดโรคการเจ็บป่วยจากอาคาร (Sick Building Syndrome)

ข้อเสนอแนะ

จากข้อมูลวิจัยใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการจัดการคุณภาพอากาศภายในอาคารของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออกให้อยู่ในระดับที่ดี และสามารถหาวิธีป้องกันและจำกัดการแพร่กระจายของจุลินทรีย์ได้ อาทิ การเลือกใช้วัสดุที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม และคำนึงถึงสภาวะอยู่สบายของผู้ใช้อาคาร ได้รับมาตรฐานการผลิต LEED (Leadership In Energy And Environmental Design) ซึ่งเป็นมาตรฐานการประเมินอาคารเขียว มีการเปิดประตู หน้าต่าง มีอากาศถ่ายเทอย่างสม่ำเสมอ มีการจัดเก็บและจัดการสารเคมีในห้องปฏิบัติการอย่างเหมาะสม และเลือกปลูกต้นไม้ในสำนักงานเพื่อช่วยฟอกอากาศและดักจับฝุ่น เพื่อลดปัจจัยที่อาจให้เกิดการเจ็บป่วยของบุคลากรและนักศึกษาในการเกิดโรคการเจ็บป่วยจากอาคาร (Sick Building Syndrome)

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก ที่ให้งบประมาณสนับสนุนโครงการวิจัย จากงบวิจัยรายได้ (เพิ่มเติม) ประจำปี 2563

6. เอกสารอ้างอิง

- ก้องนภา อุทังสังข์ และ กาญจนา นาละพินธุ์. 2561. พฤษภาคม-สิงหาคม. **ชนิดและปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศ แพนกผู้ป่วยนอกของโรงพยาบาลสรรพสิทธิประสงค์ จังหวัดอุบลราชธานี.** สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 7 ขอนแก่น. 25(2), 14-21.
- จักรกฤษณ์ ศิวเดชาเทพ. 2551. **คุณภาพอากาศในอาคาร.** ใน *เอกสารการสอนชุดวิชาสุขศาสตร์อุตสาหกรรมการประเมิน.* (หน่วยที่ 15). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.
- จักรพงษ์ นิมานะ, ศิริลักษณ์ เจริญรัตน์, และ วราลี บุญญพิทักษ์สกุล. 2557. **การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในอากาศของห้องปฏิบัติการ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยพายัพ.** วารสารวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 42(2), 341-349.
- พัลลพ ต้นแก้ว, ผาณิตา โกมลมาลย์, จงกล ใจมูลวงศ์, เพราพิลาศ อินตะยศ, และ บงกชวรรณ สุตะพาหะ. 2552, มกราคม. **การสำรวจหาจุลินทรีย์ในบรรยากาศห้องผ่าตัดของโรงพยาบาล ห้องเรียนและห้องประชุมของสถานศึกษา เปรียบเทียบระหว่างการใช้เครื่องดักจับเชื้อกับวิธีวางจานอาหารเลี้ยงเชื้อ.** วารสารเทคนิคการแพทย์ เชียงใหม่. 42(1), 25-36.

- ศรีบุญ คำภาบุตร. 2552. ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการระบายอากาศและปริมาณจุลินทรีย์ในอากาศภายในโรงพยาบาล. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สิริลักษณ์ กระสวยกลาง และ กาญจนา นาคะพินธุ์. 2563, พฤษภาคม-สิงหาคม. ชนิดและปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศภายในสถานบริการออกกำลังกายในเขตเทศบาลนครอุดรธานี. วารสารวิจัยและพัฒนาระบบสุขภาพ. 13(2) : 196-202.
- สุนทรี่ สอนทับทิม และ พรเพ็ญ กำนารายณ์. 2563. สิงหาคม. การตรวจวัดสภาพแวดล้อมและการสำรวจชนิดและปริมาณของจุลินทรีย์ในอากาศของห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์การแพทย์.วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 28 (8), 1462-1472.
- ASTM E741.2017. Standard Test Method for Detecting Air Change in a Single Zone by Means of a Tracer Gas Dilution. American Society for Testing and Materials. Philadelphia. USA.
- Hayleeyesus, S.F., & Manaye, A. M. 2014. Microbiological Quality of Indoor Air in University Libraries. Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine. 4 (Suppl1) : S312-S317.
- Ongwandee, M., Moonrinta, R., Panyametheekul, S., Tangbanluekal, C., & Morrison, G. C. 2009. Concentrations of formaldehyde and acetaldehyde in office buildings in Bangkok, Thailand. Indoor and Built Environment 18(6), 569-575.
- Pasquarella, C., Pitzurra, O., & Savino, A. 2000. Review: The index of microbial air contamination. Journal of Hospital Infection. 46(4), 241-256.

วิถีชุมชนและภูมิปัญญาท้องถิ่นเพื่อการอนุรักษ์ของตำบลเกาะสุกร อำเภอปะเหลียน จังหวัดตรัง

Community Way of Life and Local Wisdom for Conservation of Koh Sukorn Sub-District, Palian District, Trang Province

สุดคณิง ณ ระนอง ประภาศรี ศรีชัย และ วิกิจ ผินรুব

Sutkanung Na Ranong, Phaprasri Srichai and Wikit Phinrub

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง

Faculty of Science and Fisheries Technology, Rajamangala University of technology Srivijaya, Trang Campus

e-mail: sutkanung.n@rmutsv.ac.th Tel.: 0815352829

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวิถีชุมชนภูมิปัญญาท้องถิ่นและการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นของชุมชนตำบลเกาะสุกร อำเภอปะเหลียน จังหวัดตรัง โดยเป็นการศึกษาวิจัยเชิงสำรวจ จากกลุ่มตัวอย่าง ประกอบด้วย ผู้ให้ข้อมูลหลัก ได้แก่ ผู้นำชุมชน ตัวแทนกลุ่มอาชีพ และตัวแทนประชาชนที่มีความรู้เรื่องภูมิปัญญาท้องถิ่น จำนวน 12 คน โดยการเลือกตัวอย่างแบบเจาะจง และผู้ให้ข้อมูลรอง ได้แก่ ประชาชนทั่วไปในตำบลเกาะสุกร จำนวน 250 คน เก็บรวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลทุติยภูมิและแหล่งข้อมูลปฐมภูมิ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นแบบสัมภาษณ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นเพื่อการอนุรักษ์ของชุมชนตำบลเกาะสุกร และแบบสอบถามความคิดเห็นของประชาชนเกี่ยวกับการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นของตำบลเกาะสุกร วิเคราะห์ข้อมูลด้วยการหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่า ภูมิปัญญาท้องถิ่นของชุมชนตำบลเกาะสุกรส่วนใหญ่เกี่ยวข้องการค้าเดินวิถีชีวิตและการประกอบอาชีพ มีการปรับใช้ให้สอดคล้องกับสภาพแวดล้อมและสภาพสังคมวัฒนธรรมของชุมชน องค์ความรู้ภูมิปัญญาท้องถิ่นของชุมชนตำบลเกาะสุกรที่โดดเด่นแบ่งออกเป็น 6 ด้าน ได้แก่ ภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านเกษตรกรรม ภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านสมุนไพร ภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านอาหารและโภชนาการ ภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านขนมอบพื้นบ้าน ภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านการแปรรูปผลิตภัณฑ์ประมง และภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านศิลปหัตถกรรม การมีส่วนร่วมของประชาชนในการอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นของชุมชน พบว่าคนในชุมชนมีส่วนร่วมในการดูแลและอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นของชุมชนอยู่ในระดับมาก ประชาชนคิดว่าชุมชนควรมีการฟื้นฟูวัฒนธรรมและภูมิปัญญาท้องถิ่นที่กำลังจะสูญหายให้กลับมายู่ในวิถีชุมชน ควรจัดให้มีหน่วยงานภาครัฐหรือภาคเอกชนเข้ามาส่งเสริมสนับสนุนและให้ความสำคัญกับภูมิปัญญาท้องถิ่นของชุมชน และควรจัดให้มีแหล่งเรียนรู้เกี่ยวกับภูมิปัญญาท้องถิ่นของชุมชน

คำสำคัญ: วิถีชุมชน ภูมิปัญญาท้องถิ่น เกาะสุกร

Abstract

The purpose of this research was to study community way of life, local wisdom and participation in the preservation of local wisdom of Koh Sukorn sub-district, Palian District, Trang Province, which was survey research. The sample consisted of key informants: community leaders, representatives of occupational groups and 12 people representatives with knowledge of local wisdom by purposive sampling. Secondary informants were 250 people in Koh Sukorn. Collect data from secondary data and primary data. The research instruments were interview form on local wisdom for conservation of Koh Sukorn and questionnaire on public opinions regarding participation in the conservation of local wisdom of Koh Sukorn. Data were analyzed by mean and standard deviation. The research results were found that the local wisdom of Koh Sukorn was related to lifestyle and occupation. It has been adapted in accordance with the social and cultural environment of the community. The local wisdom of the outstanding Koh Sukorn divided into 6 areas as follows: local wisdom in agriculture, local wisdom in herbs, local wisdom of food and nutrition, local wisdom in local snacks, local wisdom on fishery product processing and local wisdom in arts and crafts. Participation of the people in the conservation of local wisdom of the community. It was found that people in the community participated in caring for and preserving the local wisdom of the community at a high level. People think that the community should restore the lost local culture and wisdom back to the community way. Should provide a

government agency or the private sector to promote, support and give importance to the local wisdom of the community. And should provide a learning center about local wisdom of the community.

Keywords: community way of life, local wisdom, Koh Sukorn,

1. บทนำ

สังคมไทยเป็นสังคมเก่าแก่ที่มีภูมิปัญญาสืบทอดกันมาอย่างยาวนาน ภูมิปัญญาเป็นความคิดทางสังคมที่สำคัญอย่างหนึ่ง ซึ่งแสดงถึงความเป็นเอกลักษณ์ไทย และเป็นเครื่องชี้วัดความเจริญและวิถีชีวิตของคนในแต่ละสังคม การส่งสมภูมิปัญญาเฉพาะตน หรือการสร้างภูมิปัญญาเฉพาะในแต่ละพื้นที่จนเกิดขึ้นเป็นภูมิปัญญาท้องถิ่น (Local Wisdom) หรือภูมิปัญญาชาวบ้าน (Popular Wisdom) เป็นกระบวนการหรือองค์ความรู้ของคนหรือกลุ่มคนในถิ่นหนึ่งที่มีการถ่ายทอดจากบรรพบุรุษหรือจากประสบการณ์ที่ผ่านการกลั่นกรอง ส่งสม คติวิเคราะห์ และนำมาใช้จนบังเกิดผล โดยอาศัยการเรียนรู้ที่มีความเชื่อมโยงกับวิถีชีวิตเป็นรากฐานของความรู้ชาวบ้านที่มีลักษณะเป็นนามธรรมและรูปธรรม ตลอดจนเป็นองค์ความรู้ที่ควรค่าแก่การศึกษาและอนุรักษ์ไว้ให้แก่คนรุ่นหลัง (จันทิมา จันทรเอียด, 2564) ภูมิปัญญาท้องถิ่นเป็นความสัมพันธ์ระหว่างการจัดการ (Manage) การใช้ความรู้ (Knowledge) ทักษะ (Skills) ความเชื่อ (Belief) และพฤติกรรม (Behavior) ของกิจกรรมต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับวิถีชีวิตในชุมชนและสังคมซึ่งเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการพัฒนาชีวิต การอยู่รอดของบุคคลทั้งทางด้านเศรษฐกิจและสังคม เนื่องจากภูมิปัญญาท้องถิ่นหรือภูมิปัญญาชาวบ้านเกิดขึ้นจากความรู้ ประสบการณ์ และแนวคิดที่ชุมชนได้มีการถ่ายทอดสืบสานต่อกันมา อาจเป็นการประดิษฐ์คิดค้น สร้างสรรค์ เพื่อให้ใช้ประโยชน์จากสิ่งแวดล้อม และการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในท้องถิ่นเพื่อคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น (กนกพร ฉิมพลี, 2555) จากการศึกษาของนันทวิษ นูนารถ (2560) พบว่า ภูมิปัญญาท้องถิ่นเป็นความรู้ความสามารถและความชำนาญที่เกิดจากความรอบรู้หรือประสบการณ์การเรียนรู้และนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์เป็นองค์ความรู้ที่เกิดจากการสะสม เรียนรู้ สืบสานและสืบทอดอย่างต่อเนื่องตั้งแต่อดีตถึงปัจจุบันจากบรรพบุรุษสู่ชนรุ่นหลังกันมาอย่างยาวนานและมีความสัมพันธ์กัน ซึ่งสอดคล้องกับวิถีชีวิตดั้งเดิมของชาวบ้านจนไม่สามารถแยกออกจากกันได้ อีกทั้งภูมิปัญญาท้องถิ่นเป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับการจัดการความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์ หรือมนุษย์กับธรรมชาติโดยผ่านกระบวนการทางจารีตประเพณี วิถีชีวิต การประกอบอาชีพ และพิธีกรรมต่างๆ จนเกิดเป็นองค์ความรู้ที่เกิดจากการส่งสมประสบการณ์ที่ผ่านกระบวนการเรียนรู้และการถ่ายทอดสืบต่อกันมา ภูมิปัญญาท้องถิ่นจึงมีความสำคัญและมีคุณค่าเป็นอย่างยิ่งต่อวิถีการดำเนินชีวิต เพื่อความอยู่รอดของสังคมในท้องถิ่นนั้นๆ เป็นองค์ความรู้ที่มีคุณค่าต่อวิถีชุมชนให้สามารถอยู่ร่วมกับธรรมชาติและสภาวะแวดล้อมได้อย่างกลมกลืนและสมดุล ภูมิปัญญาเป็นพื้นฐานการประกอบอาชีพ และเป็นรากฐานการพัฒนาเพื่อการพึ่งพาตนเองและการพัฒนาที่เกิดจากการผสมผสานองค์ความรู้บนฐานภูมิปัญญาเดิมเพื่อเกิดเป็นภูมิปัญญาใหม่ที่เหมาะสมกับยุคสมัย ดังนั้น ภูมิปัญญาจึงมีคุณค่าไม่เพียงแต่ท้องถิ่นและผู้คนเท่านั้น แต่ยังมีประโยชน์อย่างใหญ่หลวงต่อการวางแผนพัฒนาประเทศอย่างยั่งยืนและมั่นคง ภูมิปัญญาท้องถิ่น ขนบธรรมเนียมประเพณีและวัฒนธรรมดั้งเดิมจึงเป็นตัวกำหนดคุณลักษณะของแต่ละสังคม อีกทั้งยังเป็นสิ่งที่เหมาะสม ทรงคุณค่าและมีความสำคัญเพื่อใช้เป็นแนวทางในการดำเนินชีวิตอยู่ร่วมกันอย่างมีความสุขอีกทั้งยังช่วยสร้างความสมดุลระหว่างมนุษย์กับสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติ และอำนวยความสะดวกในการทำงานเพื่อพัฒนาชนบทของกลุ่มบุคคล ทั้งจากหน่วยงานภาครัฐและเอกชน โดยใช้เป็นแนวทางในการทำงานให้สอดคล้องและผสมกลมกลืนกับวิถีชีวิตของชาวบ้านมากยิ่งขึ้น (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2551) การเปลี่ยนแปลงทางสังคมและวัฒนธรรม รวมถึงค่านิยมในยุคปัจจุบันที่เน้นวัตถุนิยมและบริโภคนิยมเพิ่มมากขึ้น ส่งผลกระทบต่อภูมิปัญญาท้องถิ่นซึ่งอาจทำให้ถูกมองข้าม ไม่รู้สึกภาคภูมิใจในภูมิปัญญาท้องถิ่นในชุมชนของตนเอง จนทำให้วัฒนธรรมและภูมิปัญญาท้องถิ่นถูกละเลย แต่หากชุมชนเหล่านั้น มีปราชญ์ชาวบ้านหรือผู้นำชุมชนที่มีองค์ความรู้ในเรื่องภูมิปัญญาท้องถิ่น ที่ยังเล็งเห็นความสำคัญและต้องการที่จะอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นของชุมชน โดยมีแนวทางการอนุรักษ์ พื้นฟู พัฒนาองค์ความรู้ภูมิปัญญาท้องถิ่นที่มีการผสมผสานระหว่างวิถีชีวิตดั้งเดิมให้สอดคล้องกับยุคสมัยที่เปลี่ยนแปลงไป และยังคงรักษาองค์ความรู้ภูมิปัญญาท้องถิ่นบนรากฐานของวิถีชีวิตดั้งเดิมของคนในชุมชน (พศิมภัทร เป็กเตปิน, 2565) ดังนั้น ควรมีการปลูกจิตสำนึกให้คนในชุมชนเห็นคุณค่าและเกิดความภาคภูมิใจในภูมิปัญญาท้องถิ่นของตนเอง รวมถึงมีการอนุรักษ์พื้นฟูภูมิปัญญาท้องถิ่นที่เกิดจากการมีส่วนร่วมของคนในชุมชน จะเป็นพลังสำคัญในการขับเคลื่อนเพื่อการพัฒนาชุมชนที่เข้มแข็ง

ตำบลเกาะสุกรเป็น 1 ใน 10 ตำบลหนึ่งของอำเภอปะเหลียน จังหวัดตรัง เกาะสุกรเป็นเกาะเล็ก ๆ อยู่ทางฝั่งทะเลอันดามันในเขตอำเภอปะเหลียน มีเนื้อที่ประมาณ 8,750 ไร่ หรือประมาณ 14 ตารางกิโลเมตร ประกอบด้วย 4 หมู่บ้าน ได้แก่ บ้านเสียมไหม บ้านแหลม บ้านทุ่ง และบ้านหาดทรายทอง ประชากรของตำบลเกาะสุกร ร้อยละ 96.98 นับถือศาสนาอิสลาม พื้นที่ส่วนใหญ่ของเกาะสุกรเป็นที่ราบสลับเนินเขา มีป่าชายเลนตามแนวชายฝั่งบ้างบางพื้นที่ ต้องใช้เรือยนต์เป็นพาหนะในการเดินทางที่ตั้งและอาณาเขตของตำบลเกาะสุกร ทิศเหนือติดต่อกับตำบลตาเสะ อำเภอหาดสำราญ และตำบลท่าข้าม อำเภอปะเหลียน จังหวัดตรัง ทิศใต้ติดต่อกับทะเลอันดามัน มหาสมุทรอินเดีย ทิศตะวันออกติดต่อกับพื้นที่อำเภอทุ่งหว้า จังหวัดสตูล และ

ทิศตะวันตกติดต่อกับพื้นที่ตำบลเกาะลิบง อำเภอกันตัง จังหวัดตรัง เกาะสุกรมีท่าเทียบเรือ 2 แห่งคือ ท่าเทียบเรือหาดทรายทอง ขึ้นทางฝั่งท่าตะเสะ อำเภอหาดสำราญ และท่าเทียบเรือบ้านแหลมขึ้นทางฝั่งท่าข้าม อำเภอปะเหลียน ประชากรของตำบลเกาะสุกรส่วนใหญ่นับถือศาสนาอิสลาม การประกอบอาชีพของคนในพื้นที่ขึ้นอยู่กับสภาพดินฟ้าอากาศและฤดูกาล อาชีพหลักคือการทำประมง รองลงมาคือ อาชีพเกษตรกรรม ได้แก่ การทำสวนยางพารา การทำนา ปลูกพืชหมุนเวียน เช่น แตงโม ข้าวโพด ผักต่าง ๆ แตงโมถือผลไม้ท้องถิ่นที่มีชื่อเสียงของเกาะสุกร เนื่องจากมีรสชาติอร่อย นอกจากนี้ยังมีการประกอบอาชีพเลี้ยงสัตว์ และอาชีพรับจ้างทั่วไป ลักษณะทางสังคมและขนบธรรมเนียมประเพณีของชุมชนเกาะสุกรส่วนใหญ่จะอิงกับศาสนาอิสลาม โดยมีประเพณีการเล่นในหลากหลายรูปแบบ รวมถึงภูมิปัญญาท้องถิ่นของชุมชนที่โดดเด่น เช่น การเข้าสู่น้ำ การออกบวชหรือฮารีรายอ แกงไก่ตายาย การทำขนมพื้นบ้านต่าง ๆ เป็นต้น (องค์การบริหารส่วนตำบลเกาะสุกร, 2563) ข้อมูลจากแผนพัฒนาท้องถิ่นขององค์การบริหารส่วนตำบลเกาะสุกร อำเภอปะเหลียน จังหวัดตรัง รายงานปัญหาและความต้องการของชุมชนตำบลเกาะสุกรในด้านการศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม พบว่าชุมชนยังขาดการส่งเสริมอนุรักษ์ศิลปวัฒนธรรมและภูมิปัญญาท้องถิ่น อีกทั้งภูมิปัญญาพื้นบ้านของชุมชนเริ่มเกิดการสูญหาย แนวทางสำคัญประการหนึ่งที่จะมีส่วนช่วยให้ชุมชนเกิดความเข้มแข็งท่ามกลางความเปลี่ยนแปลงของสังคมและวัฒนธรรมในด้านภูมิปัญญาท้องถิ่น ควรมีการส่งเสริมให้กลุ่มประชาชนชาวบ้านหรือผู้รู้ในชุมชนได้ถ่ายทอดภูมิปัญญาท้องถิ่นผ่านการเรียนรู้ ซึ่งจะทำให้ภูมิปัญญาท้องถิ่นเกิดคุณค่าได้รับการพัฒนาไม่สูญหาย และสามารถนำไปใช้ในวิถีชีวิตได้อย่างเหมาะสมและสอดคล้องกับยุคสมัย ดังนั้น การวิจัยครั้งนี้มุ่งเน้นการศึกษาวิถีชุมชนและรวบรวมองค์ความรู้ภูมิปัญญาท้องถิ่น และการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นของชุมชนตำบลเกาะสุกร อำเภอปะเหลียน จังหวัดตรัง รวมถึงถ่ายทอดแลกเปลี่ยนและเรียนรู้ภูมิปัญญาท้องถิ่นร่วมกับชุมชนเพื่ออนุรักษ์ พื้นฟู สืบสานภูมิปัญญาท้องถิ่นของพื้นที่เกาะสุกรไม่ให้สูญหาย อีกทั้งยังเป็นการกระตุ้นให้ชุมชนท้องถิ่นตระหนักถึงความสำคัญของการถ่ายทอดและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน โดยอยู่บนพื้นฐานของการผสมผสานร่วมกับภูมิปัญญาท้องถิ่นเพื่อนำไปสู่ชุมชนแห่งการเรียนรู้ (Learning Community) และการพัฒนาท้องถิ่นที่ยั่งยืนต่อไป

2. วิธีการศึกษา

การวิจัยนี้เลือกพื้นที่ศึกษาคือ ตำบลเกาะสุกร อำเภอปะเหลียน จังหวัดตรัง เนื่องจากตำบลเกาะสุกรเป็นพื้นที่ที่มีความเข้มแข็งในเรื่องการมีส่วนร่วมของชุมชน และมีความหลากหลายในเรื่องภูมิปัญญาท้องถิ่น ประกอบกับพื้นที่ดังกล่าวเป็นพื้นที่ที่มีความโดดเด่นด้านภูมิศาสตร์และลักษณะทางกายภาพ รวมถึงมีประชาชนชาวบ้านที่มีความรู้ภูมิปัญญาท้องถิ่นในด้านต่าง ๆ โดยดำเนินการวิจัยดังนี้

1) ศึกษาข้อมูลจากแหล่งข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Data) โดยการศึกษาทบทวนข้อมูล บริบทชุมชน และข้อมูลพื้นฐานของชุมชนด้วยการศึกษาจากเอกสาร (Documentary) ได้แก่ บทความ งานวิจัย เอกสารอิเล็กทรอนิกส์ เอกสารทางวิชาการ รวมถึงเอกสารข้อมูลจากองค์การบริหารส่วนตำบลเกาะสุกร ได้แก่ แผนพัฒนาท้องถิ่น แผนยุทธศาสตร์การพัฒนา แผนบริหารความต่อเนื่อง แผนการดำเนินงานประจำปี และรายงานผลการดำเนินงานขององค์การบริหารส่วนตำบลเกาะสุกร เป็นต้น นำมาวิเคราะห์และรวบรวมข้อมูล จากนั้นนำไปตรวจสอบข้อมูลจากแหล่งข้อมูลปฐมภูมิ

2) เก็บรวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลปฐมภูมิ (Primary Data) จากผู้ใช้ข้อมูลหลัก (Key Informants) โดยการเลือกตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จากประชาชนชาวบ้าน ผู้สูงอายุในชุมชน ผู้นำชุมชน ตัวแทนกลุ่มอาชีพ และตัวแทนประชาชนที่มีความรู้เรื่องภูมิปัญญาท้องถิ่น จำนวน 12 คน เพื่อสัมภาษณ์ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับภูมิปัญญาท้องถิ่นของชุมชนตำบลเกาะสุกร ประกอบด้วย ภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านเกษตรกรรม ภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านสมุนไพร ภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านอาหารและโภชนาการ ภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านขนมพื้นบ้าน ภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านการแปรรูปผลิตภัณฑ์ประมง และภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านศิลปหัตถกรรม

3) การศึกษาความคิดเห็นของประชาชนในตำบลเกาะสุกร จำนวน 250 คน ซึ่งกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างจากตารางสำเร็จรูปของเครซีและมอร์แกน (Krejcie & Morgan) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยการเลือกตัวอย่างตามความสะดวก (Convenient Sampling) จากประชาชนทั่วไปในตำบลเกาะสุกร เพื่อสอบถามเกี่ยวกับการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นของชุมชนตำบลเกาะสุกรใน 5 ด้าน ได้แก่ ด้านการมีส่วนร่วม ด้านการบริหารจัดการ ด้านการเรียนรู้ภูมิปัญญาท้องถิ่น ด้านการอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่น และด้านการสืบทอดภูมิปัญญาท้องถิ่น

4) การถ่ายทอดความรู้ภูมิปัญญาท้องถิ่นของชุมชนตำบลเกาะสุกร อำเภอปะเหลียน จังหวัดตรัง เป็นการนำเสนอองค์ความรู้ภูมิปัญญาท้องถิ่นของชุมชนตำบลเกาะสุกรที่ควรอนุรักษ์และสืบสาน โดยจัดทำในรูปแบบของชุดความรู้ และจัดกิจกรรมถ่ายทอดองค์ความรู้ภูมิปัญญาท้องถิ่นของชุมชนเกาะสุกรแก่เยาวชนและชาวบ้านในชุมชน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย 1) แบบสัมภาษณ์กึ่งมีโครงสร้างที่อิงตามกรอบการอนุรักษ์ของชุมชนตำบลเกาะสุกร โดยกำหนดข้อคำถามในการสัมภาษณ์ดังนี้ ข้อมูลทั่วไปของผู้ให้ข้อมูล ข้อมูลเกี่ยวกับภูมิปัญญาท้องถิ่นของชุมชนในด้านต่าง ๆ ได้แก่ ด้านเกษตรกรรม ด้านสมุนไพร ด้านอาหารและโภชนาการ ด้านขนมอบพื้นบ้าน ด้านการแปรรูปผลิตภัณฑ์ประมง และด้านศิลปหัตถกรรม และแนวทางการสืบสานและอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นของชุมชนตำบลเกาะสุกร และ 2) แบบสอบถามความคิดเห็นของประชาชนเกี่ยวกับการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นของตำบลเกาะสุกร อำเภอปะเหลียน จังหวัดตรัง โดยแบ่งแบบสอบถามออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ประกอบด้วย ข้อคำถามจำนวน 5 ข้อ ได้แก่ เพศ ที่อยู่อาศัย อายุ อาชีพ และการเข้าร่วมกิจกรรมที่เกี่ยวกับการอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นของชุมชน โดยเป็นข้อคำถามแบบปลายปิด (Close ended question) ให้เลือกตอบในช่องที่กำหนด

ตอนที่ 2 แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นของชุมชนตำบลเกาะสุกร อำเภอปะเหลียน จังหวัดตรัง จำนวน 19 ข้อ โดยสอบถามการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่น ใน 5 ด้าน ได้แก่ ด้านการมีส่วนร่วม ด้านการบริหารจัดการ ด้านการเรียนรู้ภูมิปัญญาท้องถิ่น ด้านการอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่น และด้านการสืบทอดภูมิปัญญาท้องถิ่น ซึ่งมีลักษณะแบบมาตราส่วนประเมินค่า (Rating Scale) ตามวิธีของลิเคิร์ตโดยกำหนดคะแนนระดับความคิดเห็นและระดับการมีส่วนร่วม แบ่งออกเป็น 5 ระดับ คือ 5 หมายถึง การมีส่วนร่วมมากที่สุด 4 หมายถึง การมีส่วนร่วมมาก 3 หมายถึง การมีส่วนร่วมปานกลาง 2 หมายถึง การมีส่วนร่วมน้อย และ 1 หมายถึง การมีส่วนร่วมน้อยที่สุด

การแปลผลค่าคะแนนใช้เกณฑ์ค่าเฉลี่ย ดังนี้

4.51 – 5.00 หมายถึง มีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นระดับมากที่สุด

3.51 – 4.50 หมายถึง มีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นระดับมาก

2.51 – 3.50 หมายถึง มีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นระดับปานกลาง

1.51 – 2.50 หมายถึง มีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นระดับน้อย

1.00 – 1.50 หมายถึง มีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นระดับน้อยที่สุด

ตอนที่ 3 แบบสอบถามความต้องการให้หน่วยงานจัดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมและอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นของชุมชน และข้อเสนอแนะอื่น ๆ

การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ

ผู้วิจัยนำแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นของชุมชนตำบลเกาะสุกร อำเภอปะเหลียน จังหวัดตรัง ไปทดลองใช้ (Try Out) กับประชาชนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างในครั้งนี้ จำนวน 30 คน เพื่อทดสอบความเข้าใจในภาษาที่ใช้ ความเข้าใจในการตอบคำถาม ตรวจสอบความชัดเจนของข้อคำถาม และหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) โดยคำนวณค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient) ของแบบสอบถามได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.919

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ได้เก็บรวบรวมข้อมูลจากเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องโดยใช้วิธีการสังเกตการณ์ (Observation) ร่วมกับการสัมภาษณ์แบบไม่เป็นทางการ (Informal Interview) โดยการนัดหมายผู้ให้ข้อมูลเพื่อสัมภาษณ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านต่าง ๆ โดยกำหนดวัน เวลา และสถานที่ในการสัมภาษณ์ และใช้การพูดคุยโดยการกำหนดประเด็นในการเก็บรวบรวมข้อมูลไว้ล่วงหน้า และบันทึกข้อมูลการสนทนาและการสัมภาษณ์ในประเด็นสำคัญต่าง ๆ ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ โดยมีขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล ในการเก็บรวบรวมข้อมูลหากข้อมูลที่ได้มายังไม่เพียงพอหรือผู้ให้ข้อมูลยังไม่สามารถตอบคำถามได้อย่างครอบคลุม จะดำเนินการเก็บข้อมูลเพิ่มเติมจนครบประเด็นและเพียงพอต่อความต้องการ จากนั้น ทำการตรวจสอบข้อมูลโดยใช้วิธีการตรวจสอบข้อมูลแบบสามเส้า (Data Triangulation) โดยนำข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลมาวิเคราะห์และตรวจสอบข้อมูลให้สอดคล้องกัน และการเก็บข้อมูลแบบสอบถาม ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลการมีส่วนร่วมของประชาชนในการอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นของชุมชนตำบลเกาะสุกร ในด้านการมีส่วนร่วม ด้านการบริหารจัดการ ด้านการเรียนรู้ภูมิปัญญาท้องถิ่น ด้านการอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่น และด้านการสืบทอดภูมิปัญญาท้องถิ่น จากนั้นตรวจสอบความถูกต้องสมบูรณ์ของข้อมูลก่อนทำการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยนำข้อมูลที่เก็บรวบรวมจากการสัมภาษณ์มาจัดกระทำกับข้อมูล (Data Processing) ด้วยการจัดระบบข้อมูล แยกประเภทข้อมูลแต่ละประเด็นตามกรอบแนวคิดของการวิจัย เพื่อสรุปผลในประเด็นต่าง ๆ ส่วนข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ได้แก่ เพศ อายุ อาชีพ และการเข้าร่วมกิจกรรมที่เกี่ยวกับการอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นของชุมชน วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนา เพื่ออธิบายลักษณะของกลุ่มตัวอย่างและตัวแปรต่าง ๆ โดยการหาค่าความถี่ และร้อยละ และวิเคราะห์ข้อมูลการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นของชุมชนตำบลเกาะสุกร อำเภอปะเหลียน จังหวัดตรัง ด้วยสถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

3. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

3.1 วิถีชุมชนของตำบลเกาะสุกร

ประชาชนในชุมชนตำบลเกาะสุกรส่วนใหญ่ประกอบอาชีพทางการเกษตร ได้แก่ การทำนาปลูกข้าว การทำสวนยางพารา การทำประมง การเลี้ยงสัตว์ และการปลูกแตงโม ซึ่งเป็นพืชเศรษฐกิจหลักที่โดดเด่นและเป็นเอกลักษณ์ของพื้นที่ตำบลเกาะสุกร การประกอบอาชีพของคนในชุมชนเน้นหลักภูมิปัญญาท้องถิ่นที่สืบทอดกันมาอย่างช้านานและมีการดัดแปลงให้เหมาะสมกับวิถีชีวิตในปัจจุบัน เช่น ในช่วงเดือนเมษายนของทุกปี ภายหลังจากการเก็บเกี่ยวแตงโมหรือในช่วงฤดูการหยุดทำการเกษตรของชาวบ้าน เป็นวิถีชีวิตของชาวเกาะสุกรที่จะนำควายที่เลี้ยงไว้มาปล่อยตามท้องทุ่งนาเพื่อให้ควายได้อยู่ร่วมกันแบบธรรมชาติจนกว่าจะเริ่มทำการเกษตรใหม่ การปล่อยควายให้อยู่ตามทุ่งนาโดยอิสระยังทำให้เกิดผลต่อการทำการเกษตรอีกด้วย เนื่องจากควายจะไปกินหญ้าซึ่งเป็นวัชพืช และยังช่วยเพิ่มปุ๋ยธรรมชาติจากมูลสัตว์ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อหน้าดินในการทำการเกษตรในฤดูกาลใหม่ พื้นที่ตำบลเกาะสุกร มีลักษณะภูมิประเทศที่โดดเด่น เนื่องจากเป็นพื้นที่ที่เป็นเกาะมีทะเลล้อมรอบ มีทัศนียภาพที่สวยงาม มีความงดงามของท้องทะเล ภูเขา และทุ่งนา รวมถึงวิถีชีวิตที่เรียบง่ายของคนในชุมชน วัฒนธรรมประเพณีของท้องถิ่นส่วนใหญ่จะปฏิบัติตามหลักทางศาสนาอิสลาม เช่น การเข้าสู่น้ำ วันฮารีรายอ การทำตายาย เพื่อรำลึกถึงบรรพบุรุษที่ล่วงลับไปแล้ว เป็นต้น



ภาพที่ 1 วิถีชุมชนตำบลเกาะสุกร

3.2 ผลการศึกษาภูมิปัญญาท้องถิ่นของชุมชนตำบลเกาะสุกร

ภูมิปัญญาท้องถิ่นของชุมชนตำบลเกาะสุกรส่วนใหญ่เกี่ยวข้องการดำเนินวิถีชีวิตและการประกอบอาชีพ สามารถจำแนกภูมิปัญญาท้องถิ่นของชุมชนตำบลเกาะสุกรที่โดดเด่น ได้ 6 ด้าน ดังนี้

ภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านเกษตรกรรม ประชาชนในชุมชนตำบลเกาะสุกรส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเกษตรกรรม ทำสวนยางพารา ทำนาปลูกข้าว ปลูกแตงโม และปลูกพืชทั่วไป ซึ่งการปลูกแตงโม เป็นการทำการเกษตรที่โดดเด่นในพื้นที่ตำบลเกาะสุกร เนื่องจากเป็นแตงโมที่มีชื่อเสียงและมีรสชาติที่ดีที่สุดของจังหวัดตรัง เกาะสุกรมีสภาพพื้นที่ อุดมภูมิ สภาพอากาศ และลักษณะดินที่เป็นดินทรายซึ่งเหมาะสำหรับการเจริญเติบโตของแตงโม ทำให้ได้แตงโมที่มีรสชาติหวาน กรอบ และเป็นเอกลักษณ์ที่แตกต่างจากแตงโมในพื้นที่อื่น การปลูกแตงโมในพื้นที่เกาะสุกร ประกอบด้วย 3 ช่วง คือ แตงโมคันทนา แตงโมชายหาด และแตงโมโนนา แตงโมคันทนาจะเริ่มปลูกช่วงเดือนสิงหาคมถึงเดือนตุลาคม แตงโมชายหาด จะปลูกในช่วงเดือนตุลาคมถึงเดือนธันวาคม ส่วนแตงโมโนนา จะปลูกในช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนมีนาคม แต่แตงโมที่นิยมบริโภคมากที่สุดคือแตงโมชายหาด เป็นประจำในทุก ๆ ปีจะมีนักท่องเที่ยวและประชาชนเฝ้ารอฤดูกาลเก็บเกี่ยวแตงโมจากเกาะสุกร เพื่อนำมาบริโภค ภูมิปัญญาท้องถิ่นการปลูกแตงโมเกาะสุกร พบว่าเกษตรกรส่วนใหญ่จะใช้ปุ๋ยจากธรรมชาติ เช่น มูลขี้ควาย และใช้วิธีการกำจัดศัตรูพืช กำจัดหนอน เพลี้ยจักจั่น ด้วยพืชสมุนไพรโดยไม่ใช้สารเคมี เช่น ข่าแก่ ใบสะเดา บอระเพ็ด ขี้เหล็ก หอมแดง ยาเส้น น้ำค้างขี้เถ้า น้ำส้มสายชู ต้มรวมกันแล้วฉีดเพื่อกำจัดแมลงที่รบกวนการเจริญเติบโตของแตงโม และใช้ระยะเวลาประมาณ 60 วัน ก็สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตเพื่อจำหน่ายได้



ภาพที่ 2 แตงโมเกาะสุกร

ภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านสมุนไพร กากหมาด (gamat) เป็นปลิงทะเลชนิดหนึ่งที่พบในบางจังหวัดทางภาคใต้ของประเทศไทย ส่วนใหญ่พบได้ในบริเวณซึ่งเป็นพื้นทรายที่มีโขดหินหรือแนวปะการังจนถึงเขตลาดชันในแหล่งน้ำลึกประมาณ 1-2 เมตร กากหมาดมีลักษณะลำตัวยาวทรงกระบอก อ่อนนุ่มและยืดหดลำตัวได้ ปลายทั้งสองข้างเป็นช่องเปิดปากและทวาร ภายใต้ผิวหนังมีตุ่มเม็ดหินปูนกระจายอยู่ทั่วไป ผิวหนังภายนอกยึดหยุ่นมีตุ่มหนูนคล้ายหนามแต่อ่อนนุ่ม ปลิงกากหมาดมีหลากหลายสายพันธุ์ มักออกหาอาหารในเวลากลางวัน มีระบบการป้องกันตัวเมื่อเจอศัตรูโดยการปล่อยเมือกเหนียวสีขาวออกมา ตัวเต็มวัยจะมีความยาวประมาณ 16 – 18 เซนติเมตร ปลิงกากหมาดถูกนำมาใช้ประโยชน์ในหลายลักษณะ สามารถนำมาประกอบอาหารได้หลายอย่าง เช่น แกงคั่วกากหมาด ยำกากหมาด โดยส่วนใหญ่เชื่อกันว่าปลิงกากหมาดมีคุณสมบัติเป็นยาบำรุงกำลังที่ให้โปรตีนสูง นอกจากนี้ชาวบ้านได้นำปลิงกากหมาดมาฝาลำตัวเอาลำไส้ออก ล้างทำความสะอาด นำไปต้มแล้วดองในน้ำผึ้ง หรือดองเหล้าขาว สามารถนำมาใช้เป็นยาในการรักษาโรคต่าง ๆ เช่น โรคเบาหวาน กล้ามเนื้ออ่อนแรง ไขมันอุดตันในเส้นเลือด และช่วยให้เจริญอาหาร และน้ำมันจากปลิงกากหมาดมีสรรพคุณที่เป็นประโยชน์ในการรักษาแผลสด แผลไฟไหม้ น้ำร้อนลวก ทาแก้คัน เชื้อราบนหนังศีรษะ รักษาโรคริตสีดวงทวาร เป็นต้น



ภาพที่ 3 ปลิงกากหมาดดองเหล้าขาว ดองน้ำผึ้ง และน้ำมันกากหมาด

ภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านอาหารและโภชนาการ ชุมชนตำบลเกาะสุกรมีวัฒนธรรมการกินอาหารที่ผสมผสานการกินอาหารใน 3 วัฒนธรรม ได้แก่ ชาวจีน ชาวไทยพุทธ และชาวไทยมุสลิม แกงไก่ต่ายายเป็นอาหารพื้นถิ่นที่ขึ้นชื่อและมีเอกลักษณ์เฉพาะถิ่นของชุมชนตำบลเกาะสุกร ในอดีตจะทำแกงไก่ต่ายเพื่อเป็นการรำลึกถึงบรรพบุรุษที่ล่วงลับไปแล้ว แต่ในปัจจุบันชาวบ้านจะทำแกงไก่ต่ายในงานบุญ งานเทศกาลสำคัญต่าง ๆ แกงไก่ต่ายจะมีรสชาติอร่อยและมีกลิ่นหอมของเครื่องแกงและเครื่องเทศซึ่งเป็นสูตรเฉพาะของชุมชนเกาะสุกร เอกลักษณ์ของแกงไก่ต่ายคือ จะต้องใช้ไก่ทั้งตัวมาปรุงรสด้วยเครื่องเทศที่เข้มข้น และใช้ระยะเวลาในการเคี่ยวให้เครื่องแกงซึมซับเข้าไปในตัวไก่ เสน่ห์อีกอย่างหนึ่งของการกินแกงไก่ต่าย คือจะต้องตัดหรือฉีกเนื้อไก่มารับประทาน ความอร่อยจะอยู่ที่รสชาติเข้มข้นและกลิ่นหอมของเครื่องเทศที่เป็นสูตรเฉพาะ และมีรสชาติหวานมันจากน้ำกะทิคั้นสด ดังนั้นในการรับประทานแกงไก่ต่ายชาวบ้านจะนิยมรับประทานกับอาหารที่มีรสชาติเค็ม เช่น น้ำพริก ปลาเค็ม แกงเลียง และผักพื้นบ้านต่าง ๆ



ภาพที่ 4 แกงไก่ต่าย

ภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านขนมพื้นบ้าน ขนมต่ายาบเป็นขนมพื้นบ้านที่ขึ้นชื่อและเป็นเอกลักษณ์อย่างหนึ่งของชุมชนเกาะสุกร ในสมัยก่อนนิยมทำขนมต่ายาบเพื่อต้อนรับแขกบ้านแขกเมือง หรือเทศกาลสำคัญต่าง ๆ แต่ในปัจจุบันชาวบ้านจะทำขายทั่วไปในช่วงเช้าของทุกวัน ขนมต่ายาบมีส่วนผสมและวัตถุดิบประกอบด้วย ส่วนผสมหลัก 2 ส่วน คือ ส่วนผสมของแป้ง และส่วนผสมของไส้ โดยใช้แป้งสาลีผสมกับแป้งข้าวเหนียวในอัตราส่วน 2 ต่อ 1 น้ำใบเตยคั้นสด ไข่ไก่ เกลือเล็กน้อย ส่วนไส้ของขนมต่ายาบ ใช้มะพร้าวทึนทึนหรือที่เรียกว่า มะพร้าวทึนทึน เนื่องจากเนื้อมะพร้าวจะมีรสชาติอร่อยเหมาะกับการนำมาทำขนม มาผสมรวมกับน้ำตาลอ้อยซึ่งจะมีรสชาติอร่อยกว่าน้ำตาลทราย ใส่เกลือเล็กน้อยผัดจนส่วนผสมเข้ากันได้เป็นอย่างดี ขนมต่ายาบจะมีเอกลักษณ์ที่โดดเด่นคือ เป็นขนมที่มีสีเขียวธรรมชาติจากใบเตย รสชาติจะหวานหอมจากมะพร้าวและน้ำตาลอ้อย ซึ่งเมื่อรับประทานพร้อมกับเครื่องดื่มจะทำให้กลมกล่อมยิ่งขึ้น



ภาพที่ 5 ขนมต่ายาบ

ภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านการแปรรูปผลิตภัณฑ์ประมง ปลาวงหรือปลาดอกไม้ จะใช้ปลาพื้นถิ่นที่ชาวบ้านเรียกว่า “ปลาจ้องม้อง” ชื่อสามัญเรียกว่า กระบาง เป็นปลาทะเลชนิดหนึ่งที่มีลักษณะคล้ายปลากะเบนแต่มีขนาดเล็กกว่าและไม่มีลายจุดบนลำตัว ลักษณะรูปร่างคล้ายว่าว ลำตัวแบน ส่วนหน้าตาจะยื่นยาวแหลม ส่วนหางแยกออกจากส่วนลำตัว หางมีลักษณะแบน มีหนามแหลมความยาวของหางใกล้เคียงกับความยาวลำตัว การแปรรูปปลาวงหรือปลาดอกไม้ จะใช้ปลาจ้องม้องขนาดความยาวลำตัวประมาณ 15-20 เซนติเมตร โดยเอาส่วนแกนกลางของลำตัวปลาออก แต่จะใช้เฉพาะส่วนปีกทั้งสองข้างเท่านั้น โดยนำมาตัดทางตัดเฉียงด้านข้างลำตัวออก แล่ปีกทั้งสองข้างของปลาจ้องม้องออกเป็น 2 ส่วน แล้วกรีดเนื้อปลาออกเป็นริ้ว ๆ สลับไปมาให้มีขนาดเท่า ๆ กัน จากนั้น นำมาแช่น้ำเกลือ แล้วนำมาจัดวางเรียงต่อกันเป็นแผงกลม ตากแดดจัดประมาณ 1-2 วัน จนปลาแห้งสนิทจะได้ปลาวง

หรือปลาดอกไม้พร้อมทอดรับประทาน ปัจจุบันปลาวงตากแห้งได้ส่งขายในหลายจังหวัด และเป็นของฝากของนักท่องเที่ยวที่มาเที่ยวเกาะสุกร



ภาพที่ 6 ปลาวงหรือปลาดอกไม้

ภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านศิลปหัตถกรรม การทำบาติกและปาเต๊ะเพ้นท์ โดยเขียนลวดลายด้วยเทียนเขียนผ้าเพื่อปิดส่วนที่ไม่ต้องการให้ติดสี และใช้วิธีการแต้มหรือระบายลวดลายที่ต้องการให้ติดสี ผ้าบาติกของเกาะสุกร เริ่มขึ้นหลังจากเหตุการณ์สึนามิเมื่อศูนย์พัฒนาฝีมือแรงงานได้ลงพื้นที่เพื่อมาฝึกอบรมพัฒนาอาชีพให้แก่ชาวเกาะสุกร เริ่มต้นมีคนเข้าร่วมฝึกอบรมหลายคน โดยสอนให้ทำผ้าบาติก แต่ในปัจจุบันเหลือคนในชุมชนที่ยังทำผ้าบาติกไม่กี่คน นอกจากผ้าบาติกแล้วทางกลุ่มยังได้พัฒนาจากผ้าบาติก เป็นการทำผ้าเช็ดหน้า ถุงผ้า กระเป๋าสะพาย และที่ได้รับความนิยมอีกอย่างหนึ่งคือการเพ้นท์ผ้าปาเต๊ะซึ่งนักท่องเที่ยวมักจะซื้อกลับไปเป็นของฝากของที่ระลึก



ภาพที่ 7 ผ้าบาติกเกาะสุกร

3.3 ความคิดเห็นและการมีส่วนร่วมของประชาชนในการอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นของชุมชนตำบลเกาะสุกร

การศึกษาระดับความคิดเห็นและการมีส่วนร่วมของประชาชนในการอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นของชุมชนตำบลเกาะสุกร อำเภอปะเหลียน จังหวัดตรัง โดยการเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างประชาชนในตำบลเกาะสุกร เพื่อสำรวจความคิดเห็นและการมีส่วนร่วมของประชาชนในการอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นของชุมชนใน 5 ด้าน ได้แก่ ด้านการมีส่วนร่วม ด้านการบริหารจัดการ ด้านการเรียนรู้ภูมิปัญญาท้องถิ่น ด้านการอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่น และด้านการสืบทอดภูมิปัญญาท้องถิ่น ดังตารางที่ 1 ถึงตารางที่ 5 จากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 250 คน เป็นเพศหญิง ร้อยละ 61.6 เพศชาย ร้อยละ 38.4 ส่วนใหญ่อายุ 60 ปีขึ้นไป ร้อยละ 28.0 รองลงมาอายุ 41-50 ปี ร้อยละ 21.2 อายุ 51-60 ปี ร้อยละ 20.8 อายุ 31-40 ปี ร้อยละ 18.0 อายุ 20-30 ปี ร้อยละ 9.2 และอายุต่ำกว่า 20 ปี ร้อยละ 2.8 ตามลำดับ กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเกษตรกร/ประมง ร้อยละ 43.2 รองลงมาประกอบอาชีพรับจ้าง ร้อยละ 20.8 อาชีพค้าขาย ธุรกิจส่วนตัว ร้อยละ 19.6 และไม่ได้ประกอบอาชีพ ร้อยละ 9.2 ตามลำดับ

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของการมีส่วนร่วมของประชาชนในการอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นของตำบลเกาะสุกร ด้านการมีส่วนร่วม

ด้านการมีส่วนร่วม	\bar{X}	S.D.	ระดับ
1. ชุมชนมีการฟื้นฟูวัฒนธรรมและภูมิปัญญาท้องถิ่นที่กำลังจะสูญหายให้กลับมาอยู่ในวิถีชุมชน	3.31	0.853	ปานกลาง
2. มีส่วนร่วมในการเผยแพร่และอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นของชุมชน	2.99	0.811	ปานกลาง
3. เข้าร่วมกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับภูมิปัญญาท้องถิ่นของชุมชนอย่างสม่ำเสมอ	2.95	0.888	ปานกลาง
4. คนในชุมชนมีส่วนร่วมในการดูแลและอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นของชุมชน	3.51	0.915	มาก
ภาพรวม	3.19	0.867	ปานกลาง

จากตารางที่ 1 เมื่อพิจารณาระดับความคิดเห็นและการมีส่วนร่วมของประชาชนในการอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นของตำบลเกาะสุกรในด้านการมีส่วนร่วม พบว่า ประชาชนส่วนใหญ่มีความคิดเห็นต่อการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นของชุมชนในภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{x} = 3.19$) โดยคนในชุมชนมีส่วนร่วมในการดูแลและอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นของชุมชนอยู่ในระดับมาก ($\bar{x} = 3.51$) รองลงมาประชาชนคิดว่าชุมชนควรมีการฟื้นฟูวัฒนธรรมและภูมิปัญญาท้องถิ่นที่กำลังจะสูญหายให้กลับมาอยู่ในวิถีชุมชน ($\bar{x} = 3.31$) ประชาชนมีส่วนร่วมในการเผยแพร่และอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นของชุมชนอยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{x} = 2.99$) และประชาชนในตำบลเกาะสุกรเข้าร่วมกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับภูมิปัญญาท้องถิ่นของชุมชนอย่างสม่ำเสมออยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{x} = 2.95$) ตามลำดับ

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของการมีส่วนร่วมของประชาชนในการอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นของตำบลเกาะสุกรด้านการบริหารจัดการ

ด้านการบริหารจัดการ	\bar{x}	S.D.	ระดับ
1. ชุมชนมีการประชาสัมพันธ์เผยแพร่ข้อมูลข่าวสารและกิจกรรมที่เกี่ยวกับภูมิปัญญาท้องถิ่นของชุมชนอย่างสม่ำเสมอ	3.45	0.739	มาก
2. ชุมชนมีการจัดประกวดแข่งขันภูมิปัญญาท้องถิ่นของชุมชนอย่างต่อเนื่อง	2.69	1.069	ปานกลาง
3. องค์กรให้มีหน่วยงานภาครัฐหรือภาคเอกชนเข้ามาส่งเสริม สนับสนุนและให้ความสำคัญกับภูมิปัญญาท้องถิ่นของชุมชนให้ยังคงอยู่	3.96	0.818	มาก
ภาพรวม	3.37	0.875	ปานกลาง

จากตารางที่ 2 ระดับความคิดเห็นการมีส่วนร่วมของประชาชนในการอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นของตำบลเกาะสุกรในด้านการบริหารจัดการ พบว่า ประชาชนส่วนใหญ่มีความคิดเห็นต่อการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นของชุมชนด้านการบริหารจัดการในภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{x} = 3.37$) และเมื่อพิจารณารายด้านพบว่า ประชาชนคิดว่าควรจัดให้มีหน่วยงานภาครัฐหรือภาคเอกชนเข้ามาส่งเสริมสนับสนุนและให้ความสำคัญกับภูมิปัญญาท้องถิ่นของชุมชนให้ยังคงอยู่ในระดับมาก ($\bar{x} = 3.96$) รองลงมา ชุมชนควรมีการประชาสัมพันธ์เผยแพร่ข้อมูลข่าวสารและกิจกรรมที่เกี่ยวกับภูมิปัญญาท้องถิ่นของชุมชนอย่างสม่ำเสมอ ($\bar{x} = 3.45$) และมีส่วนร่วมกับชุมชนในการจัดประกวดแข่งขันภูมิปัญญาท้องถิ่นของชุมชนอย่างต่อเนื่องอยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{x} = 2.69$) ตามลำดับ

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของการมีส่วนร่วมของประชาชนในการอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นของตำบลเกาะสุกร ด้านการเรียนรู้ภูมิปัญญาท้องถิ่น

ด้านกรเรียนรู้ภูมิปัญญาท้องถิ่น	\bar{x}	S.D.	ระดับ
1. ชุมชนมีการเรียนรู้ภูมิปัญญาท้องถิ่นจากปราชญ์ ผู้รู้ ผู้อาวุโสในหมู่บ้านเพื่อเป็นการสืบทอดภูมิปัญญาท้องถิ่นของชุมชน	3.13	0.935	มาก
2. ภูมิปัญญาท้องถิ่นของชุมชนมีคุณค่าและมีความสำคัญต่อการดำเนินชีวิตของคนในชุมชนเป็นอย่างมาก	3.74	0.678	มาก
3. ภูมิปัญญาท้องถิ่นของชุมชนมีส่วนช่วยให้เกิดการสร้างงาน สร้างอาชีพให้กับคนในชุมชน	3.74	0.770	มาก
ภาพรวม	3.54	0.794	มาก

จากตารางที่ 3 พบว่า ประชาชนส่วนใหญ่มีความคิดเห็นต่อการอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นของชุมชนด้านการเรียนรู้ภูมิปัญญาท้องถิ่นในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{x} = 3.54$) โดยประชาชนคิดว่าภูมิปัญญาท้องถิ่นของชุมชนมีคุณค่าและมีความสำคัญต่อการดำเนินชีวิตของคนในชุมชนเป็นอย่างมาก และภูมิปัญญาท้องถิ่นของชุมชนมีส่วนช่วยให้เกิดการสร้างงาน สร้างอาชีพให้กับคนในชุมชนอยู่ในระดับมาก ($\bar{x} = 3.74$) และประชาชนคิดว่าชุมชนควรมีการเรียนรู้ภูมิปัญญาท้องถิ่นจากปราชญ์ ผู้รู้ ผู้อาวุโสในหมู่บ้านเพื่อเป็นการสืบทอดภูมิปัญญาท้องถิ่นของชุมชนอยู่ในระดับมาก ($\bar{x} = 3.13$) ตามลำดับ

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของการมีส่วนร่วมของประชาชนในการอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นของตำบลเกาะสุกร ด้านการอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่น

ด้านการอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่น	\bar{x}	S.D.	ระดับ
1. ชุมชนมีการเก็บรวบรวมข้อมูลภูมิปัญญาท้องถิ่น	3.14	0.761	ปานกลาง
2. ชุมชนมีการปลูกจิตสำนึกให้คนในท้องถิ่นตระหนักถึงคุณค่าและความสำคัญของภูมิปัญญาท้องถิ่นของชุมชน	3.42	0.753	ปานกลาง
3. การฟื้นฟูภูมิปัญญาท้องถิ่นที่กำลังสูญหายหรือสูญหายไปแล้วนำมาสร้างมูลค่าเพิ่มทางเศรษฐกิจได้	3.53	0.701	มาก
4. ควรมีการสนับสนุนให้มีแหล่งเรียนรู้ในชุมชนเกี่ยวกับภูมิปัญญาท้องถิ่นให้คนรุ่นหลังได้ชม	4.17	0.716	มาก
ภาพรวม	3.57	0.733	มาก

จากตารางที่ 4 ระดับความคิดเห็นและการมีส่วนร่วมของประชาชนในการอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นของตำบลเกาะสุกรพบว่า ประชาชนส่วนใหญ่มีความคิดเห็นต่อการอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นของชุมชนด้านการอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{x} = 3.57$) และเมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า ประชาชนคิดว่าควรมีการสนับสนุนให้มีแหล่งเรียนรู้ในชุมชนเกี่ยวกับภูมิปัญญาท้องถิ่นให้คนรุ่นหลังได้ชมอยู่ในระดับมาก ($\bar{x} = 4.17$) รองลงมาคิดว่าการฟื้นฟูภูมิปัญญาท้องถิ่นที่กำลังสูญหายหรือสูญหายไปแล้วนำมาสร้างมูลค่าเพิ่มทางเศรษฐกิจได้ ($\bar{x} = 3.53$) และชุมชนมีการปลูกจิตสำนึกให้คนในท้องถิ่นตระหนักถึงคุณค่าและความสำคัญของภูมิปัญญาท้องถิ่นของชุมชนอยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{x} = 3.42$) และชุมชนมีการเก็บรวบรวมข้อมูลภูมิปัญญาท้องถิ่นอยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{x} = 3.14$) ตามลำดับ

และเมื่อพิจารณาระดับความคิดเห็นและการมีส่วนร่วมของประชาชนในการอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นของตำบลเกาะสุกรในด้านการสืบทอดภูมิปัญญาท้องถิ่น พบว่า ประชาชนส่วนใหญ่มีความคิดเห็นต่อการอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นของชุมชนด้านการสืบทอดภูมิปัญญาท้องถิ่นในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{x} = 3.53$) โดยประชาชนคิดว่าควรส่งเสริมให้คนในชุมชนเกิดความร่วมใจในการขยายผลภูมิปัญญาท้องถิ่นมาใช้ให้เกิดประโยชน์แก่คนในชาติและเป็นที่รู้จักอยู่ในระดับมาก ($\bar{x} = 4.12$) รองลงมาคือ ควรมีการเผยแพร่แลกเปลี่ยนภูมิปัญญาและวัฒนธรรมวิถีชีวิตของคนในชุมชนด้วยสื่อและวิธีการต่าง ๆ ($\bar{x} = 3.56$) และคิดว่าควรมีการสาธิตภูมิปัญญาท้องถิ่นให้คนรุ่นหลังได้ศึกษาและนำไปเผยแพร่ไปสู่การสร้างงานสร้างอาชีพ ($\bar{x} = 3.34$) และคิดว่าควรมีการบอกเล่า อธิบาย หรือถ่ายทอดความรู้ภูมิปัญญาท้องถิ่นหรือประสบการณ์ที่สั่งสมให้แก่คนรุ่นใหม่ และชุมชนควรมีการถ่ายทอดองค์ความรู้ภูมิปัญญาท้องถิ่นให้แก่สมาชิกในชุมชนอยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{x} = 3.31$) ตามลำดับ ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของการมีส่วนร่วมของประชาชนในการอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นของตำบลเกาะสุกร ด้านการสืบทอดภูมิปัญญาท้องถิ่น

ด้านการสืบทอดภูมิปัญญาท้องถิ่น	\bar{x}	S.D.	ระดับ
1. ชุมชนมีการถ่ายทอดองค์ความรู้ภูมิปัญญาท้องถิ่นให้แก่สมาชิกในชุมชน	3.31	0.759	ปานกลาง
2. มีการบอกเล่า อธิบาย หรือถ่ายทอดความรู้ภูมิปัญญาท้องถิ่นหรือประสบการณ์ที่สั่งสมให้แก่คนรุ่นใหม่	3.31	0.738	ปานกลาง
3. มีการสาธิตภูมิปัญญาท้องถิ่นให้คนรุ่นหลังได้ศึกษาและนำไปเผยแพร่ไปสู่การสร้างงาน สร้างอาชีพ	3.34	0.749	ปานกลาง
4. มีการเผยแพร่แลกเปลี่ยนภูมิปัญญาและวัฒนธรรมวิถีชีวิตของคนในชุมชนด้วยสื่อและวิธีการต่าง ๆ	3.56	0.727	มาก
5. ควรส่งเสริมให้คนในชุมชนเกิดความร่วมใจในการขยายผลภูมิปัญญาท้องถิ่นมาใช้ให้เกิดประโยชน์แก่คนในชาติและเป็นที่รู้จัก	4.12	0.787	มาก
ภาพรวม	3.53	0.752	มาก

4. สรุปและอภิปรายผล

จากการศึกษาวิถีชุมชนและภูมิปัญญาท้องถิ่นของชุมชนตำบลเกาะสุกรและการมีส่วนร่วมของประชาชนในการอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นของตำบลเกาะสุกร อำเภอปะเหลียน จังหวัดตรัง สามารถสรุปและอภิปรายผลได้ดังนี้

1) ภูมิปัญญาท้องถิ่นของชุมชนตำบลเกาะสุกร ส่วนใหญ่เกี่ยวข้องกับการดำเนินชีวิตและการประกอบอาชีพ มีการปรับใช้ให้สอดคล้องกับสภาพแวดล้อมและสภาพสังคมวัฒนธรรมของชุมชน สามารถจำแนกองค์ความรู้ภูมิปัญญาท้องถิ่นของชุมชนตำบลเกาะสุกรที่โดดเด่นควรค่าแก่การสืบสานและอนุรักษ์ แบ่งออกเป็น 6 ด้าน ได้แก่ ภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านเกษตรกรรม ภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านสมุนไพร ภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านอาหารและโภชนาการ ภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านขนมอบพื้นบ้าน ภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านการแปรรูปผลิตภัณฑ์ประมง และภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านศิลปหัตถกรรม ภูมิปัญญาท้องถิ่นของชุมชนตำบลเกาะสุกร เป็นความรู้หรือประสบการณ์เดิมที่ได้รับการถ่ายทอดสืบทอดกันมาซึ่งเกิดจากประสบการณ์เดิมหรือผสมผสานกับความรู้ใหม่ ๆ นำมาพัฒนา ปรับปรุง และประยุกต์ให้เหมาะสมสอดคล้องกับสภาพปัจจุบัน สอดคล้องกับการศึกษาของนันทวิษณุ นุนารถ (2560)

ภูมิปัญญาท้องถิ่นสามารถจำแนกได้หลายด้านตามความเชี่ยวชาญและองค์ความรู้เกี่ยวกับเรื่องนั้น ๆ เช่น ภูมิปัญญาด้านเกษตรกรรม อาจเกี่ยวข้องกับความรู้ความสามารถในการผสมผสานองค์ความรู้ ทักษะและเทคนิคด้านการเกษตรโดยการพัฒนาบนพื้นฐานคุณค่าเดิม ภูมิปัญญาด้านการแพทย์แผนไทย อาจเป็นความสามารถในการจัดการป้องกันและรักษาสุขภาพของคนในชุมชน โดยเน้นให้ชุมชนสามารถพึ่งตนเองทางด้านสุขภาพอนามัยได้ เช่น ยาจากสมุนไพร การดูแลรักษาสุขภาพแบบพื้นบ้าน ภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านศิลปวัฒนธรรม เป็นความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงานทางด้านศิลปะ การละเล่นพื้นบ้าน ศาสนาประเพณี ซึ่งภูมิปัญญาท้องถิ่นเป็นองค์ความรู้ที่เกิดจากสติปัญญาของชาวบ้านเป็นศักยภาพหรือความสามารถในการแก้ปัญหา การดำเนินชีวิตและการประกอบอาชีพของชาวบ้านให้สอดคล้องเหมาะสมกับบริบทของชุมชนท้องถิ่น นอกจากนี้ ผลการศึกษาสอดคล้องกับการศึกษาของพลุฑ์พงศ์ ไชยพล (2562) ได้จัดแบ่งภูมิปัญญาท้องถิ่นใน 3 มุมมอง ประกอบด้วย 1) มุมมองที่แบ่งตามลักษณะของภูมิปัญญา คือ ภูมิปัญญาที่เป็นนามธรรม ได้แก่ ความเชื่อ ปรัชญาในการดำเนินชีวิตของผู้คน และภูมิปัญญาที่เป็นรูปธรรม ได้แก่ เทคโนโลยีการทำมาหากิน การจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม แพทย์พื้นบ้านและการดูแลสุขภาพ การเกษตร ศิลปะ หัตถกรรม 2) มุมมองที่แบ่งตามลักษณะของการใช้ประโยชน์ คือ ภูมิปัญญาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตความเป็นอยู่ ได้แก่ ปัจจัยสี่ อาหาร ยา รักษาโรค เครื่องนุ่งห่ม และที่อยู่อาศัย ภูมิปัญญาที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีการทำมาหากิน เช่น การกำจัดศัตรูพืชแบบพื้นบ้าน การย้อมผ้าด้วยสีธรรมชาติ การทำหัตถกรรม 3) ภูมิปัญญาที่เกี่ยวข้องกับวัฒนธรรม ประเพณี พิธีกรรม ความเชื่อต่าง ๆ ดังนั้น ภูมิปัญญาท้องถิ่นจึงควรได้รับการสืบสานและอนุรักษ์ให้คงอยู่ สอดคล้องกับการศึกษาของจาวรุวรรณ ส่งเสริม (2563) ระบุว่า ภูมิปัญญาเป็นมรดกทางวัฒนธรรมที่สืบทอดกันมาจากอดีตจนถึงปัจจุบันผ่านประสบการณ์ของคนรุ่นเก่าที่ได้สร้างฐานข้อมูลหรือคลังความรู้ทางภูมิปัญญาที่มีการถ่ายทอดและส่งต่อให้กับคนรุ่นหลัง ซึ่งไม่ได้มีความสำคัญเพียงเฉพาะบุคคลเท่านั้น แต่ยังมีคุณค่าต่อชุมชน ดังนั้นจึงควรมีการเก็บรวบรวมและรักษาภูมิปัญญาท้องถิ่นของตนไว้ เพื่อที่จะสืบทอดภูมิปัญญานั้นไม่ให้เลือนหายไปและเป็นที่ยอมรับมากยิ่งขึ้น

2) การมีส่วนร่วมของประชาชนในการอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นของชุมชนตำบลเกาะสุกร พบว่า ประชาชนมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นของชุมชนตำบลเกาะสุกรในด้านการอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นอยู่ในระดับมาก และประชาชนส่วนใหญ่คิดว่าชุมชนควรมีการฟื้นฟูวัฒนธรรมและภูมิปัญญาท้องถิ่นที่กำลังจะสูญหายให้กลับมาอยู่ในวิถีชุมชน ควรจัดให้มีหน่วยงานภาครัฐหรือภาคเอกชนเข้ามาส่งเสริมสนับสนุนและให้ความสำคัญกับภูมิปัญญาท้องถิ่นของชุมชน และชุมชนควรมีการประชาสัมพันธ์เผยแพร่ข้อมูลข่าวสารและกิจกรรมที่เกี่ยวกับภูมิปัญญาท้องถิ่นของชุมชนอย่างสม่ำเสมอและชุมชนควรจัดกิจกรรมให้มีการเรียนรู้ภูมิปัญญาท้องถิ่นจากปราชญ์ ผู้รู้ ผู้อาวุโสในหมู่บ้านเพื่อเป็นการสืบทอดภูมิปัญญาท้องถิ่นของชุมชน และประชาชนส่วนใหญ่คิดว่าควรมีการสนับสนุนให้มีแหล่งเรียนรู้ในชุมชนเกี่ยวกับภูมิปัญญาท้องถิ่น และชุมชนควรมีการปลูกจิตสำนึกให้คนในท้องถิ่นตระหนักถึงคุณค่าและความสำคัญของภูมิปัญญาท้องถิ่นของชุมชน สอดคล้องกับการศึกษาการบริหารจัดการภูมิปัญญาท้องถิ่นของชุมชนในประเทศไทยของอัมพิกา อ่ำลอย (2564) พบว่า ในการบริหารจัดการภูมิปัญญาท้องถิ่นของชุมชน ควรมีการกำหนดแนวความคิดและการวางแผนอย่างเป็นระบบ แนวทางในการอนุรักษ์และสืบทอดภูมิปัญญาท้องถิ่นของชุมชนมีหลากหลายรูปแบบ โดยอาจจัดตั้งคณะกรรมการเพื่อกำหนดเป้าหมายการดำเนินงาน จัดตั้งศูนย์การเรียนรู้ การรวบรวมและนำองค์ความรู้มาบูรณาการกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในสถานศึกษา การจัดทำหลักสูตรท้องถิ่นให้กับเยาวชน การจัดเวที แลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันภายในชุมชน การเผยแพร่ประชาสัมพันธ์ผ่านสื่อต่าง ๆ รวมถึงการเพิ่มกิจกรรมเพื่อสร้างการตระหนักรู้และจิตสำนึกในการอนุรักษ์และสืบทอดภูมิปัญญาท้องถิ่นของชุมชน และสอดคล้องกับการศึกษาของอภิญา รัตน์ไชย (2563) พบว่า ในกระบวนการถ่ายทอดความรู้ที่เป็นภูมิปัญญาท้องถิ่นซึ่งสืบทอดมาจากบรรพบุรุษ คนที่ทำหน้าที่เป็นผู้ถ่ายทอดและรับการถ่ายทอดมักจะเป็นคนในครอบครัวและเครือญาติ โดยเป็นความรู้ที่ได้จากการฝึกฝนทักษะ ความชำนาญ และเทคนิควิธีการปฏิบัติ โดยเริ่มจากสิ่งที่เป็นพื้นฐานไปสู่สิ่งที่มีความซับซ้อนมากขึ้น วิธีการถ่ายทอดจะใช้การบอกเล่า การสอน การให้คำแนะนำ การสาธิต การทดลองปฏิบัติจริง โดยชุมชนควรมีการรวบรวมองค์ความรู้ในรูปของแหล่งข้อมูลที่สามารถนำเสนอได้ง่ายและมีความยั่งยืน เช่น วิดีโอ เอกสารสิ่งพิมพ์ รวมถึงการสร้างเป็นบทเรียนหรือหลักสูตรเพื่อให้เป็นการเรียนรู้ของเยาวชนในท้องถิ่นซึ่งจะช่วยสืบสานและอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นของชุมชนต่อไปได้

5. เอกสารอ้างอิง

- กนกพร นิมพลี. (2555). รูปแบบการจัดการความรู้ภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านหัตถกรรมเครื่องจักสาน: กรณีศึกษาวิสาหกิจชุมชนจังหวัดนครราชสีมา. ดุษฎีนิพนธ์ปรัชญาดุษฎีบัณฑิตสาขาพัฒนาสังคมและการจัดการสิ่งแวดล้อม สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.
- กรมส่งเสริมการเกษตร. (2551). ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับภูมิปัญญาท้องถิ่น. กลุ่มงานภูมิปัญญาท้องถิ่น สำนักพัฒนาเกษตรกรกรมส่งเสริมการเกษตร.

- จันทิมา จันทรเอียด. (2564). รูปแบบการจัดการความรู้ภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านหัตถกรรมเครื่องจักสาน: กรณีศึกษาวิสาหกิจชุมชน จังหวัดสงขลา. วารสารวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 38(2), 139-167.
- จารุวรรณ ส่งเสริม. (2563). การศึกษาภูมิปัญญาการแสดงหมอลำเรื่องต่อกลอนทำนองอุบลคณะเพชรอุบล จังหวัดอุบลราชธานี. ปรินฤนิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาศิลปศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- นันธวัช นูนารถ. (2560). ภูมิปัญญาท้องถิ่น คุณค่าแห่งวิถีชีวิต วัฒนธรรม เพื่อการศึกษาที่ยั่งยืน. วารสารวิชาการและวิจัย สังคมศาสตร์, 12(34), 17 – 26.
- พฤทธิ์พงศ์ ไชยพหล. (2562). การประยุกต์ภูมิปัญญาท้องถิ่นเกี่ยวกับการดำรงชีพในการขับเคลื่อนการพัฒนาสู่ชุมชนเข้มแข็ง: กรณีศึกษาชุมชนศรีวัง อำเภอลานสกา จังหวัดนครศรีธรรมราช. วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต การบริหารการ พัฒนาสังคม สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.
- พุดมิภัทร เป็กเตปิน. (2565). รูปแบบการจัดการความรู้ ภูมิปัญญาท้องถิ่นของชุมชนบ้านไร่ศิลาทอง ตำบลพิชัย อำเภอเมือง ลำปาง จังหวัดลำปาง. วิทยานิพนธ์ปริญญาพุทธศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการพัฒนาสังคม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย.
- องค์การบริหารส่วนตำบลเกาะสุกร. (2563). แผนพัฒนาท้องถิ่น (พ.ศ. 2561 – 2565) เพิ่มเติม ครั้งที่ 1 พ.ศ. 2563. องค์การบริหารส่วนตำบลเกาะสุกร อำเภอปะเหลียน จังหวัดตรัง.
- อภิญา รัตน์ไชย. (2563). กระบวนการถ่ายทอดภูมิปัญญาท้องถิ่นในการทำประมงพื้นบ้านของชุมชนลิพัง อำเภอปะเหลียน จังหวัดตรัง ประเทศไทย. วารสารแก่นเกษตร, 48(4), 743-748.
- อัมพิกา อ่าลอย. (2564). การบริหารจัดการภูมิปัญญาท้องถิ่นในชุมชนในประเทศไทย. วารสารวิชาการ การออกแบบ สถาปัตยกรรม, 8(1), 171-191.

การศึกษาเส้นทาง และกิจกรรมการท่องเที่ยวด้วยผลิตภัณฑ์ทางการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพที่มีความโดดเด่นในพื้นที่ตำบลโคกขาม อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร

A Study of Routes and Tourism Activities with Outstanding Wellness Tourism Products in Khok Kham, Samut Sakhon Province

พเยาว์ สายทองสุข ปวีณา ขำพัด และพงศธรวัช ศรีจำนอง

Payao Saytongsuk Paweena Khompat and Pongtawat Seejomnong

สาขาวิชาการโรงแรม คณะอุตสาหกรรมการโรงแรมและการท่องเที่ยว มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์

สาขาวิชาบัณฑิตกรรมการท่องเที่ยวและมัคคุเทศก์ คณะอุตสาหกรรมการโรงแรมและการท่องเที่ยว มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์

E-mail: payao.say@rmut.ac.th

บทคัดย่อ

การศึกษาเส้นทางและกิจกรรมการท่องเที่ยวด้วยผลิตภัณฑ์ทางการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพที่มีความโดดเด่นในพื้นที่ตำบลโคกขาม อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณลักษณะและพฤติกรรมการใช้บริการการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพ และการพำนักอยู่ในประเทศของนักท่องเที่ยวชาวไทยและชาวต่างชาติ สำหรับการออกแบบออกแบบเส้นทาง กิจกรรม และประเมินการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพจากศักยภาพทรัพยากรที่โดดเด่นของชุมชนตำบลโคกขาม อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร ผลการวิจัยพบว่า นักท่องเที่ยวชาวไทยมุ่งเน้นเรื่องของอาหารปลอดสารพิษ กิจกรรมที่เลี่ยงความเสี่ยงต่อสุขภาพ แต่ยังคงขาดความเชื่อมั่นเรื่องภูมิปัญญาและการรักษาแบบดั้งเดิม ส่วนนักท่องเที่ยวชาวต่างชาติมุ่งเน้นแหล่งท่องเที่ยวที่มีความสงบ ต้องการได้รับประสบการณ์และการเรียนรู้ภูมิปัญญาการรักษาแบบดั้งเดิมที่สามารถตอบสนองความต้องการด้านการส่งเสริมสุขภาพมากกว่าการรักษา การออกแบบออกแบบเส้นทาง และกิจกรรมการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพจากศักยภาพทรัพยากรที่โดดเด่นของชุมชนตำบลโคกขาม อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร มี 2 เส้นทาง คือ เส้นทางพาฝัน และเส้นทางพาสุข และการประเมินการยอมรับของนักท่องเที่ยวและผู้มีส่วนเกี่ยวข้องที่มีต่อเส้นทาง และกิจกรรมการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพของชุมชนตำบลโคกขาม อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร พบว่านักท่องเที่ยวชาวไทยมีความพึงพอใจแหล่งท่องเที่ยวเชิงสุขภาพในเส้นทางพาฝันร้อยละ 72.4 และเส้นทางพาสุขร้อยละ 68

คำสำคัญ: เส้นทางการท่องเที่ยว กิจกรรมการท่องเที่ยว ผลิตภัณฑ์ทางการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพ

Abstract

Route study and tourism activities with outstanding wellness tourism products in Khok Kham Subdistrict, Mueang District, Samut Sakhon Province. The purpose of this study was to study the characteristics and behavior of using wellness tourism services and staying in the country of Thai and foreign tourists. For the design, route design, activities and assessment of wellness tourism from the outstanding resource potential of Khok Kham Subdistrict Communities, Muang District, Samut Sakhon Province. The results showed that Thai tourists focus on organic food. Activities that avoid health risks But there is also a lack of faith in traditional wisdom and healing. As for foreign tourists, they focus on peaceful attractions want to experience and learn traditional healing wisdom that can meet the needs of wellness rather than healing route design And wellness tourism activities from the outstanding resource potential of Khok Kham Sub-district communities, Muang District, Samut Sakhon Province, there are 2 routes, namely the path of dreams and the path of happiness. and assessing the acceptance of tourists and stakeholders towards the route. and wellness tourism activities of Khok Kham Sub-district Communities, Muang District, Samut Sakhon Province. It was found that 72.4 percent of Thai tourists were satisfied with wellness tourism destinations on the path of dreams and 68 percent of the path of happiness.

Keywords: Tourist route, Tourism activities, Wellness tourism products

ศึกษาคุณลักษณะความโดดเด่นของทรัพยากรการท่องเที่ยวในพื้นที่ตำบลโคกขาม อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร

Study of Outstanding Characteristics of Resources in Khok Kham Subdistrict, Mueang District, Samut Sakhon Province.

ชาญณรงค์ ผาดจันทิก อังคณ บัญเกิด พลอยปภัส จุฑารัฐเศรษฐ์ และพะเยาว์ สายทองสุข

Channarong Padjuantuk Angkane Boonkerd Ploypapas Jutarattaset and Payao Saytongsuk

สาขาวิชาวัฒนธรรมการท่องเที่ยวและมัคคุเทศก์ คณะอุตสาหกรรมการโรงแรมและการท่องเที่ยว มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์
สาขาวิชาวัฒนธรรมการจัดประชุมและนิทรรศการ คณะอุตสาหกรรมการโรงแรมและการท่องเที่ยว มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์
สาขาวิชาการโรงแรม คณะอุตสาหกรรมการโรงแรมและการท่องเที่ยว มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์

E-mail: payao.say@rmutr.ac.th

บทคัดย่อ

คุณลักษณะความโดดเด่นของทรัพยากรการท่องเที่ยวในพื้นที่ตำบลโคกขาม อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร มีคุณลักษณะความโดดเด่นของทรัพยากรทางธรรมชาติ และวิถีชีวิตที่พึ่งพิงธรรมชาติจนก่อเกิดเป็นวัฒนธรรมที่มีคุณค่าและความหมายการวิเคราะห์ศักยภาพ และแยกประเภทแหล่งท่องเที่ยวจากทรัพยากรที่มีความโดดเด่นในพื้นที่ตำบลโคกขาม อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร พบว่า ศักยภาพแหล่งท่องเที่ยวในพื้นที่ตำบลโคกขามภาพรวมอยู่ในระดับมาก ได้แก่ วัดโคกขาม วัดโสภณาราม (วัดบ้านขอม) โรงเรียนนาเกลือ แหล่งท่องเที่ยวที่มีศักยภาพอยู่ในระดับปานกลาง ได้แก่ ศูนย์เรียนรู้และปฏิบัติการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมมหาชัยฝั่งตะวันออก ศูนย์แสดงพันธุ์สัตว์น้ำสมุทรสาคร ศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษาสมุทรสาคร ศูนย์เรียนรู้การอนุรักษ์นกชายเลนจังหวัดสมุทรสาคร สวนสมุนไพรและศูนย์เรียนรู้เศรษฐกิจพอเพียง และแหล่งท่องเที่ยวที่มีศักยภาพอยู่ในระดับน้อย คือ ตลาดน้ำโคกขาม ส่วนการแยกประเภทแหล่งท่องเที่ยวพบว่า สามารถแบ่งออกเป็น 4 ประเภทคือ แหล่งท่องเที่ยวทางธรรมชาติ แหล่งท่องเที่ยวตามวิถีชีวิต แหล่งท่องเที่ยวทางศาสนาและวัฒนธรรม และแหล่งท่องเที่ยวแบบแต่งเติม

คำสำคัญ: ความโดดเด่น ทรัพยากรการท่องเที่ยว

Abstract

Distinctive features of tourism resources in Khok Kham Subdistrict, Mueang District, Samut Sakhon Province There are outstanding features of natural resources. and a way of life that relies on nature to create a valuable and meaningful culture. and classifying tourist attractions from outstanding resources in Khok Kham Sub-district, Mueang District, Samut Sakhon Province, it was found that the tourist attraction potential in Khok Kham Sub-district as a whole was at a high level, namely Khok Kham Temple, Sopanaram Temple (Ban Khom Temple) Naklua School Tourist attractions with moderate potential include the Eastern Mahachai Natural Resources and Environmental Conservation Learning Center. Samut Sakhon Aquatic Center Samut Sakhon Science Center for Education Shorebird Conservation Learning Center, Samut Sakhon Province Herb Garden and Sufficiency Economy Learning Center And tourist attractions with low potential are Khok Kham Floating Market. As for the classification of tourist attractions, it was found that Can be divided into 4 categories: natural attractions lifestyle tourist attractions religious and cultural attractions and additive attractions

Keywords: Prominence, Tourism resources

การวิเคราะห์เปรียบเทียบ มาตรฐานอาคารเขียว ระดับ Certified และ Platinum Analyses of TREES-NC Standard Comparison for a Green Office Building

นพพงศ์ ปกรณ์สมบูรณ์

Noppong Pakornsomboon

คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตอุเทนถวาย

Rajamangala University of Technology Tawan-ok Uthenthawai Campus

noppong.pak@rmutto.ac.th, noppong_p@hotmail.com 081-8689664

บทคัดย่อ

บทความนี้เป็นการศึกษาการจัดอันดับ ของเกณฑ์การประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทย (TREES) โดยสถาบันอาคารเขียว (TGBI) เพื่อขอเป็นอาคารสำนักงานประเภท อาคารเขียว เนื่องจากอุตสาหกรรมก่อสร้างเป็นหนึ่งในอุตสาหกรรมที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมากที่สุด ทุกฝ่ายไม่ว่าจะเป็น เจ้าของ สถาปนิก ผู้รับเหมาและ รัฐบาล จึงมีแนวคิดที่ควรสนับสนุนอาคารเขียว ซึ่งบุคคลทั่วไปอาจมีแนวคิดที่อาคารเขียวเป็นการทำโครงการที่ยากและมีราคาแพง แต่สิ่งนี้ไม่เป็นความจริง ผู้เขียนซึ่งทำงานก่อสร้างอาคารสำนักงานอาคารเขียว ซึ่งใช้เป็นโครงการกรณีศึกษา ซึ่งจากข้อมูลของ TREES จาก TGBI ซึ่งระบบการให้คะแนนและเอกสารแสดงให้เห็นว่าการขออาคารเขียวนั้นไม่ได้ยากอย่างที่คิด ซึ่งการขออาคารเขียวจะมีระบบการตรวจสอบเบื้องต้น 9 หมวด อาคารสามารถได้รับการรับรองใน ระดับ Certified (ต่ำสุด) ถึง Platinum (สูงสุด) โดย TGBI โดยอาคารเขียวจะมุ่งเน้นเรื่อง การจัดการโครงการ สถานที่ตั้งโครงการ งานสถาปัตยกรรมและการก่อสร้าง และการเลือกใช้วัสดุที่ลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ในเรื่องการประเมินคะแนนอาคารเขียว ของโครงการกรณีศึกษา และการเปรียบเทียบค่าใช้จ่าย รวมถึงข้อสรุป จะมีคำอธิบายในบทความนี้

คำสำคัญ: อาคารสำนักงานอาคารเขียว, TREES, TGBI, สิ่งแวดล้อม

Abstract

This paper studies Thai's Rating of Energy and Environmental Sustainability (TREES) by Thai Green Building Institute (TGBI) in order to apply for a green office building. Since the construction industry is one of the most impacts on environment, its professions -owners, architects, contractors, and governments- should support the concept of green buildings. While common beliefs may think of green buildings as a difficult and expensive project, this is not hundred percent true. The author, who worked on a green office building, has intended to clarify the beliefs by using a real case study. According to TREES from TGBI, its rating system and document depicts a straightforward checklist for improving a conventional to a green building. Ensuring 9 prerequisite topics and several credit topics, a building can be granted a Certified (satisfactory) or Platinum (highest) level by TGBI. This can be accomplished by focusing on 1. project management, 2. site and landscape, 3. architectural and construction works, and 4. material selections to economically optimize project operation and expense. Recommendations, comparisons, and conclusions are given with explanation based on the rating system and the case study project. Finally, this paper indicates the project can derive a financial benefit from energy savings within several years.

Keywords: Green office buildings, TREES, TGBI, environment

1. บทนำ

จากสภาพอากาศที่มีการเปลี่ยนแปลงและไม่เป็นไปตามฤดูกาลนั้น ทั้งสภาวะอากาศร้อนจัดในช่วงของหน้าร้อน รวมถึงอากาศที่หนาวมากหรือไม่หนาวเลยในช่วงฤดูหนาว และฝนที่ตกต่อเนื่องเป็นเวลานานกว่าปกติในช่วงฤดูฝน รวมถึงปัญหาเรื่องสิ่งแวดล้อม เช่น คุณภาพของดินที่ต่ำลง น้ำเน่าเสีย และอากาศที่เป็นพิษ รวมถึงการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงที่เพิ่มมากขึ้น ซึ่งส่งผลกระทบต่อให้มีราคาเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ซึ่งปัญหาต่าง ๆ เหล่านี้ได้ถูกนำไปใช้ในการก่อสร้าง เพื่อให้ผู้ที่อยู่ในอาคารได้รับความสะดวกสบายมากขึ้น และเกิดประสิทธิภาพในการทำงาน ซึ่งจากปัญหาดังกล่าวนั้นจึงมีการพัฒนาอาคารเพื่อให้เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมและการใช้พลังงานและทรัพยากรธรรมชาติให้มีประสิทธิภาพมากที่สุดจึงเป็นที่มาที่เรียกกันว่า “อาคารเขียว”

อาคารเขียว (Green Building) คือ อาคารที่ได้รับการออกแบบอย่างพิถีพิถัน สร้างและดำเนินการโดยคำนึงถึง การใช้ทรัพยากร พลังงาน และสภาพแวดล้อมได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อลดผลกระทบต่อสภาพแวดล้อม ลดการก่อมลภาวะ ลดการใช้พลังงาน ลดการใช้น้ำ และ สร้างสรรพื้นที่ที่มีคุณภาพส่งเสริมให้คุณภาพชีวิตของผู้ใช้อาคารเพิ่มขึ้น

สำหรับอาคารที่ต้องการขอมาตรฐานอาคารเขียว (Green Building) ในประเทศไทยนั้น มีเกณฑ์การประเมินหลักๆ ที่นิยมอยู่ 3 เกณฑ์คือ

- BREEAM (Build Research Establishment Energy and Environmental Assessment. Method) ซึ่งเป็นเกณฑ์การประเมินจากประเทศอังกฤษ

- LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) ซึ่งเป็นที่ยอมรับทั่วโลกจากสหรัฐอเมริกา

- TREES (Thai's Rating of Energy and Environmental Sustainability) หรือเกณฑ์การประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทยจากสถาบันอาคารเขียวไทย

ประโยชน์ที่ได้จากการทำอาคารเขียว

1. คุณประโยชน์ต่อสิ่งแวดล้อม (Environmental Benefits) จะมีการจัดการด้านพลังงานอย่างเหมาะสม เลือกใช้วัสดุก่อสร้างที่ช่วยประหยัดพลังงานและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม รวมถึงมีการควบคุมการก่อสร้างไม่ให้เกิดผลกระทบต่อชุมชนข้างเคียง

2. คุณประโยชน์ต่อสังคม (Social Benefits) ช่วยเพิ่มคุณภาพชีวิตและประสิทธิภาพในการทำงานของผู้ใช้อาคาร เนื่องจากต้องคำนึงถึงการเลือกใช้วัสดุที่ปลอดภัยต่อสุขภาพ

3. คุณประโยชน์ต่อโครงการ (Project Benefits) ช่วยลดค่าใช้จ่ายในการใช้งานภายในอาคารในระยะยาว ซึ่งมีงานวิจัยของต่างประเทศได้ทำการศึกษาไว้ โดยมีผลการวิจัยดังนี้

(Gregory H. Kats 2003) กล่าวว่า ในระยะเวลา 20 ปี จะสามารถช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายภายในอาคารได้ \$50 - \$65 ต่อตารางฟุต (1 sq.m. = 10.763911)

โครงการที่ใช้ในการศึกษาในงานวิจัยนี้ คือ โครงการก่อสร้างอาคารสำนักงาน ตั้งอยู่ บริเวณ ถนนพระรามที่ 6 จังหวัดกรุงเทพมหานคร เป็นอาคารสูง 5 ชั้น มีพื้นที่ใช้สอย 8,175 ตารางเมตร ซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้บริหารควบคุมโครงการนี้ ในตำแหน่งผู้จัดการโครงการ ในส่วนของเจ้าของโครงการ

วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. เพื่อวิเคราะห์เกณฑ์การประเมินคะแนนของสถาบันอาคารเขียว ทั้ง 4 ระดับ
2. เพื่อวิเคราะห์การให้คะแนนอาคารเขียว ระดับ Certified และ Platinum

ขอบเขตของงานวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบการให้คะแนน ของอาคารสำนักงานแบบมาตรฐานอาคารเขียว ระดับ Certified ซึ่งเป็นมาตรฐานอาคารเขียวในระดับต่ำสุด และระดับ Platinum ซึ่งเป็นมาตรฐานอาคารเขียวระดับสูงสุด จำนวน 1 หลัง

2. โครงการกรณีศึกษานี้ จะใช้เกณฑ์การประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทยจากสถาบันอาคารเขียวไทย (TGBI) สำหรับการก่อสร้างและปรับปรุงโครงการใหม่ (TREES-NC, New Construction) เท่านั้น

3. โครงการกรณีศึกษานี้จะทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบการให้คะแนนตามเกณฑ์ TREES-NC เฉพาะอาคาร 1 เท่านั้น

เอกสารที่ใช้ เกณฑ์การประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทย สำหรับการก่อสร้างและปรับปรุงโครงการใหม่

ลักษณะการประเมินด้วยเกณฑ์ TREES จะเป็นการประเมินด้วยการทำคะแนนในแต่ละหัวข้อคะแนนซึ่งจะมีลักษณะหัวข้อคะแนนอยู่ 2 จำพวก กลุ่มแรกคือคะแนนหัวข้อบังคับ หรือ Prerequisite ซึ่งผู้ร่วมประเมินต้องผ่านการประเมินทุกหัวข้อคะแนนซึ่งใน TREES - NC นี้จะมีหัวข้อบังคับ 9 หัวข้อ โดยหากไม่ผ่านเกณฑ์คะแนนข้อใดข้อหนึ่งในกลุ่มนี้ก็จะถือว่าไม่ผ่านเกณฑ์ TREES นี้เลย กลุ่มคะแนนหัวข้อบังคับจะต่างกับอีกกลุ่มที่มีการวัดด้วยระดับคะแนน และมีคะแนนมากขึ้นตามแตกต่างกันไปตามลำดับความสำคัญ ในกลุ่มนี้จะมีคะแนนรวมถึง 85 คะแนน เมื่อผ่านคะแนนข้อบังคับทั้ง 9 แล้ว การทำคะแนนได้มากน้อยจะเป็นตัวตัดสินระดับรางวัลที่จะได้รับใน TREES - NC ได้แบ่งรางวัลออกเป็น 4 ระดับ ตามช่วงคะแนน ได้แก่

โดยทุกระดับต้องผ่านคะแนนข้อบังคับ

9

ข้อ

ระดับ	คะแนน
PLATINUM	61 ขึ้นไป
GOLD	46-60
SILVER	38-45
CERTIFIED	30-37

จากคะแนนเต็ม 85 คะแนน และ 9 คะแนนข้อบังคับ ของ TREES – NC สามารถแบ่งเป็นหมวดหลัก 8 หมวดหลัก ได้แก่ 1) การบริหารจัดการอาคาร 2) ผังบริเวณและภูมิทัศน์ 3) การประหยัดน้ำ 4) พลังงานและบรรยากาศ 5) วัสดุและทรัพยากรในการก่อสร้าง 6) คุณภาพของสภาวะแวดล้อมภายในอาคาร 7) การป้องกันผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และ 8) นวัตกรรม โดยแบ่งเป็นการยื่นช่วงออกแบบ 30 หัวข้อ และการยื่นช่วงก่อสร้าง 21 คะแนน ส่วนหมวดนวัตกรรมทางผู้ยื่นประเมินสามารถพิจารณาช่วงเวลาการยื่นตามความเหมาะสม อย่างไรก็ตาม หากผู้เข้าประเมินประสงค์ที่จะยื่นเอกสารของทุกหัวข้อคะแนนรอบเดียวคือเมื่ออาคารแล้วเสร็จก็สามารถทำได้

2. วิธีการทดลองหรือวิธีการศึกษา

ดำเนินการเปรียบเทียบแบบประเมินอาคารเขียว ผู้วิจัยจะต้องจัดทำเกณฑ์การให้คะแนนและหัวข้อทั้งหมด เพื่อรวบรวมคะแนนให้ได้ตามที่ต้องการประเมิน เช่น ระดับ Certified ต้องมีคะแนน 30-37 คะแนน และ ระดับ Platinum ต้องมีคะแนน 61 คะแนนขึ้นไป ซึ่งการก่อสร้างอาคารตามเกณฑ์ของอาคารเขียวนั้น จะต้องทำคะแนนทั้ง 8 หมวด ให้เป็นไปตามที่ สถาบันอาคารเขียวกำหนด ซึ่งบางหมวดจะมีหัวข้อบังคับที่ทุกอาคารต้องทำให้ครบทุกหัวข้อ

ซึ่งจะมีวิธีการ การดำเนินการวิจัยดังนี้

1. ค้นคว้ามาตรฐานอาคารเขียวที่ใช้อยู่ในปัจจุบันที่นิยมใช้ทั่วโลก
2. ศึกษามาตรฐานอาคารเขียวของไทย (TREES)
3. ทำการวิเคราะห์โครงการกรณีศึกษา ที่ได้มาตรฐานอาคารเขียว ระดับ Platinum ของ ประเทศไทย
4. ดำเนินการปรับคะแนนให้เหมาะสมกับ กรณีอาคารปกติ อาคารเขียวระดับ Certified และ Platinum

3. ผลการทดลองและวิจารณ์ผล หรือผลการศึกษาและอภิปรายผล

3.1 การวิเคราะห์เปรียบเทียบแบบประเมินอาคารเขียว โดยใช้เกณฑ์การประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทย สำหรับการก่อสร้างและปรับปรุงโครงการใหม่ (TREES-NC) จากสถาบันอาคารเขียว ดังนี้

เกณฑ์การประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทย สำหรับการก่อสร้างและปรับปรุงโครงการใหม่ (TREES-NC) จะมีเกณฑ์การประเมินคะแนนอยู่ 2 กลุ่มหัวข้อหลัก คือ กลุ่มหัวข้อบังคับ จะมีทั้งหมด 9 หัวข้อบังคับ และกลุ่มหัวข้อคะแนน จะมีคะแนนรวมทั้งสิ้น 85 คะแนน โดยผู้เข้าร่วมประเมินคะแนนจะต้องผ่านหัวข้อบังคับทั้ง 9 หัวข้อ ทางสถาบันอาคารเขียวจึงจะนับคะแนนในส่วนของหัวข้อคะแนนให้ ซึ่งหัวข้อคะแนนนั้นจะแบ่งเป็น 8 หมวด แต่ไม่จำเป็นต้องมีคะแนนครบทุกหมวด จึงจะได้รับรางวัลจากสถาบันอาคารเขียวไทย โดยคะแนนที่ได้รับจะได้มากหรือน้อยก็จะมีรางวัลที่แตกต่างกันออกไป โดยรางวัลที่จะได้รับจะแบ่งเป็น 4 ระดับ คือ ระดับ Certified, Silver, Gold และ Platinum ซึ่งจะเป็นรางวัลสูงสุด ของสถาบันอาคารเขียว

ผู้เข้าร่วมประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทย สำหรับการก่อสร้างและปรับปรุงโครงการใหม่ (TREES-NC) ต้องเริ่มต้นด้วยการลงทะเบียนทางสถาบันอาคารเขียวไทยเพื่อเข้าร่วมประเมินคะแนนเพื่อรับรางวัลหลังจากนั้น จะต้องเริ่มยื่นเอกสารต่อสถาบันอาคารเขียวไทย โดยการยื่นเอกสารนั้นจะแบ่งเป็น 2 ช่วงหลักๆ คือ ช่วงการออกแบบ และ ช่วงการก่อสร้าง โดยเอกสารที่ต้องยื่นในช่วงออกแบบจะมีด้วยกัน 30 หัวข้อ และเอกสารที่ต้องยื่นในช่วงการก่อสร้างจะมี 21 หัวข้อ

ในการยื่นเอกสารต่อสถาบันอาคารเขียวไทยทั้ง 2 ช่วงเวลานั้นหากภายหลัง ตรวจสอบพบว่าหัวข้อใดหัวข้อหนึ่งตกหล่น ทางผู้เข้าร่วมประเมินสามารถยื่นเอกสารเพิ่มเติมได้ตลอดเวลา และเมื่ออาคารดำเนินการแล้วเสร็จ และอยู่ในช่วงการส่งมอบอาคาร ทางผู้เข้าร่วมประเมินจะต้องยื่นเอกสารให้ครบทั้งหมดตามที่ทางสถาบันอาคารเขียวกำหนดเพื่อประกอบการพิจารณาการให้คะแนนในหมวดต่างๆ โดยการหลังจากยื่นเอกสารครบทั้งหมดแล้วทางสถาบันอาคารเขียวไทยจะใช้เวลาในการพิจารณาประเมินผลและแจ้งให้ทราบภายใน 45 วันทำการ

ตารางที่ 1 สรุปผลการประเมินคะแนนเกณฑ์ TREES-NC

หมวดในเกณฑ์ TREES-NC	คะแนนเต็ม ในแต่ละหมวด	คะแนนในกรณีที่เป็นอาคารแบบปกติ	สรุปคะแนน ระดับ Certified	สรุปคะแนน ระดับ Platinum
หมวดที่ 1 การบริหารจัดการอาคาร	3	3	3	3
หมวดที่ 2 ผังบริเวณและภูมิทัศน์	16	10	10	10
หมวดที่ 3 การประหยัดน้ำ	6	0	0	6
หมวดที่ 4 พลังงานและบรรยากาศ	20	0	12	14
หมวดที่ 5 วัสดุและทรัพยากรในการก่อสร้าง	13	0	3	9
หมวดที่ 6 คุณภาพของสภาวะแวดล้อมภายในอาคาร	17	0	3	11
หมวดที่ 7 การป้องกันผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม	5	0	3	4
หมวดที่ 8 นวัตกรรม	5	0	1	5
รวม	85	13	35	62

ตารางที่ 1 สรุปผลการประเมินคะแนนเกณฑ์ TREES-NC โดยคะแนนในส่วนของการเขียวระดับ Platinum จะได้จากโครงการอาคารเขียว ของ สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (โครงการกรณีศึกษา) เนื่องจากเป็นโครงการที่อยู่ระหว่างดำเนินการก่อสร้างอยู่ทางสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ได้ดำเนินการจัดจ้างที่ปรึกษาอาคารเขียว เป็นผู้ดำเนินการจัดทำและยื่นเอกสารต่างๆ ต่อสถาบันอาคารเขียว เพื่อขอเป็นอาคารเขียวระดับ Platinum ซึ่งที่ปรึกษาด้านอาคารเขียวได้ทำการยื่นเอกสารต่อสถาบันอาคารเขียวไปแล้วเกือบทั้งหมดคงเหลือเอกสารในส่วนที่ต้องยื่นหลังจากอาคารแล้วเสร็จ ทางโครงการได้ตรวจสอบคะแนนเบื้องต้นพบว่าคะแนนที่จะได้รับทั้งหมดจากเอกสารที่ยื่นไปแล้วและเอกสารที่ต้องยื่นเพิ่มเติมภายหลังพบว่าอาคารหลังนี้ได้รับรางวัลเป็นอาคารเขียวระดับ Platinum แน่แน่นอน

จากนั้นผู้วิจัยจะทำการปรับคะแนนจากโครงการกรณีศึกษา ให้เหลือ อาคารเขียว ระดับ Certified โดยในการปรับคะแนนในครั้งนี้จะมุ่งเน้นการทำคะแนนในช่วงการก่อสร้าง ซึ่งส่วนใหญ่จะเกี่ยวข้องกับวัสดุในงานสถาปัตยกรรม และจะทำการตัดคะแนนที่ได้ในช่วงการออกแบบออก เพื่อให้คะแนนลดลงเหลือรางวัลในระดับที่ต้องการ คือในระดับ Certified

3.1.1 วิเคราะห์ หมวดที่ 1 การบริหารจัดการอาคาร (Building Management)

ในหมวดที่ 1 ผู้วิจัยมีความเห็นว่าควรได้รับคะแนนเต็มในหมวดนี้ทุกหัวข้อเนื่องจากเป็นเรื่องเกี่ยวกับแผนงานการดำเนินงานและติดตามประเมินผลการดำเนินงานรวมถึงการประชาสัมพันธ์ และการฝึกอบรมแนะนำการใช้งานและบำรุงรักษา ซึ่งส่วนใหญ่ต้องดำเนินการทุกโครงการอยู่แล้ว และเพื่อให้รักษาความเป็นอาคารเขียวตลอดไปหมวดนี้จึงมีความสำคัญมาที่ต้องดำเนินการ

3.1.2 หมวดที่ 2 ผังบริเวณและภูมิทัศน์ (Site and Landscape)

ในหมวดที่ 2 จะเกี่ยวข้องโดยตรงกับที่ตั้งโครงการ ซึ่งผู้วิจัยจะใช้พื้นที่เดียวกันกับโครงการกรณีศึกษา ในการประเมินครั้งนี้ ดังนั้นจึงให้คะแนนอาคารเขียว ระดับ Certified เท่ากับ Platinum ซึ่งหากเป็นโครงการอื่นๆ คะแนนที่ จะได้รับในหมวดนี้จะขึ้นอยู่กับ ตำแหน่งที่ตั้งโครงการ ระบบการขนส่งมวลชน, มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและมีต้นไม้ยืนต้นเดิมที่เก็บรักษาไว้ ซึ่งหมายความว่าแต่ละโครงการจะได้คะแนนในหมวดนี้ไม่เท่ากัน ซึ่งรายละเอียดของคะแนน ของโครงการนี้

3.1.3 วิเคราะห์ หมวดที่ 3 การประหยัดน้ำ (Water Conservation)

ในหมวดที่ 3 โครงการกรณีศึกษา ซึ่งเป็นอาคารเขียวระดับ Platinum จะได้คะแนนเต็ม 6 คะแนน เนื่องจากใช้สุขภัณฑ์ประหยัดน้ำทั้งโครงการ ผู้วิจัยเลือกที่จะตัดคะแนนในหมวดนี้ออกทั้งหมด เนื่องจากคะแนนรวมจะเกินอาคารเขียว ระดับ Certified และราคาค่าก่อสร้างจะลดลงเนื่องจากสุขภัณฑ์ รุ่นที่ประหยัดน้ำมีราคาสูงกว่ารุ่นปกติ โดยในหมวดนี้จะเป็นเรื่องเกี่ยวกับการใช้น้ำในอาคารอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสุขภัณฑ์ที่นำมาใช้ในโครงการที่เป็นอาคารเขียวจำเป็นต้องใช้สุขภัณฑ์รุ่นที่ประหยัดน้ำ อย่างน้อย 90% ขึ้นไป ถึงได้คะแนนในหมวดนี้ ซึ่งโครงการนี้ได้ใช้สุขภัณฑ์รุ่นประหยัดน้ำทั้งโครงการ

3.1.4 วิเคราะห์ หมวดที่ 4 พลังงานและบรรยากาศ (Energy and Atmosphere)

ในหมวดที่ 4 ผู้วิจัยเลือกให้คะแนนของระดับ Certified ใน หัวข้อ EA1 เท่ากับ 12 คะแนน ตามที่ อาคารโครงการกรณีศึกษา (Platinum) ได้รับ เนื่องจากในข้อกำหนดของ TREES-NC ระบุในหัวข้อ EA P2 จะผ่านข้อบังคับจะต้องมีคะแนนในหัวข้อ EA1 ไม่น้อยกว่า 12 คะแนน โดยหัวข้อในหมวดนี้จะเป็นเรื่องเกี่ยวกับการออกแบบ ยกเว้นในกลุ่มหัวข้อบังคับที่ต้องผ่านเกณฑ์ ซึ่งในหมวดนี้จะเป็นเรื่องเกี่ยวกับการใช้พลังงานทดแทนภายในอาคาร และการใช้พลังงานให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด และการนำพลังงานทดแทนมาใช้ภายในอาคาร

3.1.5 วิเคราะห์ หมวดที่ 5 วัสดุและทรัพยากรในการก่อสร้าง (Materials and Resources)

ในหมวดที่ 5 ผู้วิจัยจะเลือกตัดคะแนนในส่วนของหัวข้อ MR1 MR2 และ MR3 ของโครงการกรณีศึกษา ออกเนื่องจากจะเป็นเรื่องของการเก็บรักษาอาคารเดิม การคัดแยกขยะรวมถึงการนำขยะกลับมาใช้ใหม่ และการใช้วัสดุรีไซเคิลในโครงการ ซึ่งในหมวดนี้จะเป็นเรื่องเกี่ยวกับการเลือกใช้วัสดุ ที่ใช้ภายในอาคารจะต้องใช้วัสดุภายในประเทศและการเลือกใช้วัสดุที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ฉลากเขียวและฉลากคาร์บอน รวมถึงการนำขยะที่เกิดขึ้นจากการก่อสร้างนำไปรีไซเคิล เช่น กระจกปูน เศษผ้าเพดาน

3.1.6 วิเคราะห์ หมวดที่ 6 คุณภาพของสภาวะแวดล้อมภายในอาคาร (Indoor Envi. Quality)

ในหมวดที่ 6 ผู้วิจัยจะเลือกตัดคะแนนในส่วนที่โครงการกรณีศึกษาที่ได้รับในช่วงการออกแบบออกทั้งหมด ซึ่งจะเหลือคะแนนในส่วนที่วัสดุที่ต้องใช้ในการก่อสร้าง ซึ่งในหมวดนี้จะเป็นเรื่องเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมภายในอาคาร เช่น ในอาคารควรใช้วัสดุต่างๆ ที่มีสารเคมีต่ำ แสงสว่างต้องเพียงพอ และการใช้ธรรมชาติภายในอาคาร

3.1.7 วิเคราะห์ หมวดที่ 7 การป้องกันผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม (Environmental Protection)

ในหมวดที่ 7 ผู้วิจัยมีความเห็นว่าควรได้รับคะแนนในหมวดนี้เท่ากับโครงการกรณีศึกษา เนื่องจากจะเป็นเรื่องของการเลือกใช้วัสดุ และการติดตั้งในงานก่อสร้าง ซึ่งในหมวดนี้เป็นเรื่องเกี่ยวกับการป้องกันและลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เช่น ต้องเลือกใช้วัสดุที่มีจำนวนสารเคมีต่ำหรือไม่มีเลยก็จะดีเพื่อไม่ให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและเรื่องของการระบายความร้อนจากเครื่องปรับอากาศต้องไม่ให้ข้างเคียงได้รับผลกระทบ

3.1.8 วิเคราะห์ หมวดที่ 8 นวัตกรรม (Green Innovation)

ในหมวดที่ 8 ผู้วิจัยเลือกที่จะมีคะแนนในส่วนของที่ปรึกษาอาคารเขียวหัวข้อเดียวคะแนนก็จะผ่านอาคารเขียวในระดับ Certified ในหมวดนี้จะเป็นเรื่องเกี่ยวกับการนำเสนอหัวข้อใหม่เพิ่มเติมเองโดยจะเพิ่มเติมจากหัวข้อที่มีอยู่แล้ว หรือนำเสนอหัวข้อใหม่ก็ได้

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าขั้นตอนการประเมินคะแนนจากสถาบันอาคารเขียวทั้ง 8 หมวดนั้น หมวดที่ควรได้รับคะแนนเต็มทุกโครงการ คือ หมวดที่ 1 ส่วนในหมวดอื่นๆ นั้นจะขึ้นอยู่กับสถานที่ตั้งโครงการ การเลือกใช้วัสดุ การใช้พลังงานให้มีประสิทธิภาพรวมถึงการใช้พลังงานทดแทน และสุดท้ายคือการป้องกันและลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งในหมวดที่ 2-8 ก็จะมีคะแนนที่แตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับกรอบการออกแบบ และการเลือกใช้วัสดุเป็นสำคัญ ซึ่งทุกโครงการสามารถได้รับรางวัลสูงสุดจากสถาบันอาคารเขียว ทุกๆ โครงการ

3.2 การวิเคราะห์คะแนนสำหรับอาคารสำนักงานแบบปกติ

ตามความเห็นของผู้วิจัย หากอาคารสำนักงานเป็นแบบปกติอาคารนี้ควรมีคะแนน ดังนี้

- หมวดที่ 1 และ 2 ควรมีคะแนนเท่ากับโครงการกรณีศึกษา เนื่องจากหมวดที่ 1 ต้องดำเนินการทุกโครงการ ส่วนหมวดที่ 2 หากใช้พื้นที่เดียวกับโครงการกรณีศึกษา ก็จะมีคะแนนเท่ากัน
- หมวดที่ 3 – 8 ควรมีคะแนนเป็นศูนย์ เนื่องจากการออกแบบอาคารจะออกแบบโดยไม่คำนึงถึงหลักมาตรฐานอาคารเขียว ดังนั้นจึงทำให้ประเมินคะแนนค่อนข้างยาก รวมถึงวัสดุที่นำมาใช้ในโครงการจะไม่ใช้วัสดุสำหรับทำอาคารเขียวอย่างแน่นอน

3.3 การวิเคราะห์ราคาค่าก่อสร้าง

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ราคาค่าก่อสร้าง ของอาคารสำนักงานแบบปกติ และแบบมาตรฐานอาคารเขียวระดับ Certified และ Platinum พบว่าอาคารเขียวจะมีราคาค่าก่อสร้างสูงกว่าอาคารแบบปกติ ดังนี้

- อาคารเขียวระดับ Certified สูงกว่าอาคารแบบปกติ 7.04 ล้านบาท(สูงกว่า 3.65%)
- อาคารเขียวระดับ Platinum สูงกว่าอาคารแบบปกติ 21.91 ล้านบาท(สูงกว่า 10.56%)

ซึ่งจากราคาค่าก่อสร้างที่ผู้วิจัยได้ดำเนินการเปรียบเทียบนั้น พบว่าจะมีผลลัพธ์ที่ได้ใกล้เคียงกับงานวิจัยในต่างประเทศ คือ อาคารเขียวระดับ Platinum จะมีราคาค่าก่อสร้างสูงกว่าอาคารแบบปกติอยู่ประมาณ 10%

จากงานวิจัยในต่างประเทศพบว่า ระยะเวลาการใช้งานอาคาร 20 ปี อาคารเขียวสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายได้ \$50 - \$65 ต่อตารางฟุต ผู้วิจัยจึงนำผลลัพธ์ของงานวิจัยที่ได้มาเปรียบเทียบกับโครงการกรณีศึกษา โดยเมื่อใช้อาคารครบ 20 ปี จะสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายได้

เมื่อใช้อาคารครบ 20 ปีจะประหยัดค่าใช้จ่ายได้	=	8175 × 10.7639 × (50 × 33)	
	=	145.19	ล้านบาท
ดังนั้นอาคารโครงการกรณีศึกษา ระดับ Platinum	=	145.19/21.91	
จะคุ้มทุน	=	6.62	ประมาณ 7 ปี

4. สรุป

จากการศึกษางานวิจัยนี้พบว่า การทำอาคารสำนักงานให้เป็นไปตามมาตรฐานอาคารเขียวไทยนั้น สามารถทำได้ทุกโครงการซึ่งเกณฑ์การประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทย ได้มีการแบ่งเป็นหมวดและหัวข้อการให้คะแนนที่ชัดเจน และง่ายต่อการประเมิน โดยผู้วิจัยที่เลือกทำงานวิจัยเรื่องนี้เนื่องจากต้องการรณรงค์ให้มีผู้ลงทุนทำอาคารเขียวเพิ่มขึ้น

อาคารเขียวยังสามารถช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายภายในอาคารได้เป็นอย่างมาก เมื่อนำงานวิจัยจากต่างประเทศมาเปรียบเทียบแล้วพบว่า อาคารเขียวระดับ Platinum สามารถคืนทุนได้ในระยะเวลา 7 ปี (เฉพาะต้นทุนส่วนที่เกินจากอาคารแบบปกติ) หลังจากมีการใช้งานอาคาร

5. กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนบทความนี้ขอขอบคุณ อาจารย์ชาคริต ศรีสุวรรณรัตน์ ที่ให้คำปรึกษา และแนะนำรวมถึงให้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับบทความนี้

6. เอกสารอ้างอิง

สถาบันอาคารเขียวไทย กันยายน 2555 คู่มือเกณฑ์การประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทยสำหรับการก่อสร้างและปรับปรุงโครงการใหม่ (TREES-NC)

พงษ์กร เจริญวัฒนา พ.ศ.2558 การจัดลำดับความสำคัญและความพึงพอใจในเกณฑ์ประเมินอาคารเขียวไทย ของ อาคารชุดเขียวในเขตกรุงเทพมหานคร วิทยานิพนธ์ ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชานวัตกรรมการพัฒนาอสังหาริมทรัพย์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

Gregory H. Kats 2003 Green Building Cost and Financial Benefits. By Barr Foundation Environment Business Council of New England, Inc. Equity Office Properties Massachusetts Technology Collaborative Massport

ค่าใช้จ่ายที่เหมาะสมสำหรับระบบการจัดการความปลอดภัยในโครงการก่อสร้างงานอาคารสูง กรณีศึกษาโครงการก่อสร้างศูนย์การแพทย์ โรงพยาบาลธรรมศาสตร์เฉลิมพระเกียรติ

วรเทพ ทันอินทรอาจ บดินทร์ ไชยโคตร เตชา ศรีทิพย์ บรรจง วงเวียน พรรณวดี แก้วตระกูลโชติ
พิทักษ์ เตมียงค์ พิสุทธิ์ กลัดโกลม กฤษฎา อนันตกาลต์ และ สุรติ เส็มหมัด

คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตอุเทนถวาย
e-mail: wor231@hotmail.com

บทคัดย่อ

ค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับมาตรการความปลอดภัยในการก่อสร้างงานอาคารสูง มีมูลค่าประมาณ 1.77% ของมูลค่าโครงการ ส่วนค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับโปรแกรมความปลอดภัยในการก่อสร้างงานอาคารสูงมีมูลค่าประมาณ 0.63% ของมูลค่าโครงการ โดยสรุปมูลค่ารวมของค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับระบบความปลอดภัยในการทำงานก่อสร้างงานอาคารสูง มีมูลค่าประมาณ 1.83% ของมูลค่าโครงการ นอกจากนี้จากการศึกษาพบว่า วิธีการบริหารจัดการด้านความปลอดภัยและแนวทางในการป้องกันอุบัติเหตุในโครงการก่อสร้างงานอาคารสูง พบว่า อันตรายหรือสาเหตุการเกิดอุบัติเหตุในโครงการก่อสร้างศูนย์การแพทย์ โรงพยาบาลธรรมศาสตร์เฉลิมพระเกียรติ จากกระแสไฟฟ้ามากที่สุด มีมาตรการป้องกันอันตรายจากไฟฟ้า เพื่อเป็นการบริหารความปลอดภัยประกอบด้วย 1) มีการเรียนรู้ทฤษฎีทางไฟฟ้า 2) มีการเลือกใช้อุปกรณ์ไฟฟ้า 3) มีการกำหนดมาตรการในการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า 4) มีแผนการซ่อมบำรุงและตรวจอุปกรณ์ไฟฟ้า และ 5) มีการทำกิจกรรมตรวจสอบความปลอดภัยในหน่วยงานอย่างสม่ำเสมอ

คำสำคัญ: การก่อสร้าง อาคารสูง การจัดการความปลอดภัย ค่าใช้จ่าย

Abstract

The study found that Expenses related to safety measures in the construction of high-rise buildings Approximately 1.77% of the project value As for the cost of high-rise building construction safety programs, it is about 0.63% of the project value. In summary, the total value of expenses related to safety systems in the construction of high-rise buildings. Approximately 1.83% of the project value In addition, the study also found that Methods for safety management and guidelines for preventing accidents in high-rise construction projects found that the dangers or causes of accidents in the medical center construction project Thammasat University Hospital from the most electric current There are measures to prevent electrical hazards. To be a safety management consisting of 1) learning electrical theory, 2) selecting electrical equipment, 3) setting measures for installing electrical equipment, 4) having a plan for maintenance and inspection of electrical equipment, and 5) There are activities to check safety in the department regularly.

Keywords: construction, high-rise buildings, security management, expenses

1. บทนำ

ปัจจุบันอุตสาหกรรมงานก่อสร้างในประเทศไทยได้เพิ่มปริมาณมากขึ้น และเจริญก้าวหน้าไปอย่างรวดเร็วได้นำเทคโนโลยีสมัยใหม่เข้ามาใช้อย่างแพร่หลาย เพื่อลดต้นทุน ลดระยะเวลาในการทำงาน แต่สิ่งที่เกิดขึ้นตามมาคือการปฏิบัติงานในงานก่อสร้าง คือ อุบัติเหตุ ซึ่งการเกิดอุบัติเหตุในแต่ละครั้งก่อให้เกิดความสูญเสียทั้งชีวิต และทรัพย์สินอย่างประมาณค่ามิได้ ความสูญเสียจากงานก่อสร้างในปัจจุบันได้ทวีความรุนแรงเพิ่มขึ้นทุกขณะ พบว่าสถิติการเกิดอุบัติเหตุในงานก่อสร้างมีแนวโน้มที่ยังสูงอยู่ทุกปี ดังนั้นการจัดการความปลอดภัยในงานก่อสร้างจึงถือได้ว่าเป็นสิ่งสำคัญสูงสุดและควรที่จะนำมาใช้ในการป้องกันอุบัติเหตุให้กับคนงาน แต่ในทางปฏิบัติกลับกัน พบว่า ส่วนใหญ่ผู้ว่าจ้างไม่ได้ประมาณการค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับการป้องกันอุบัติเหตุในงานก่อสร้างไว้ อาจจะเนื่องจากสาเหตุหลายประการ เช่น ไม่ทราบถึงมาตรการความปลอดภัยที่เหมาะสม ไม่ทราบถึงค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวกับระบบความปลอดภัยต่างๆ ประกอบกับผู้รับจ้างส่วนใหญ่ไม่ค่อยให้ความสำคัญเกี่ยวกับความปลอดภัยในการทำงาน (กรมสวัสดิการคุ้มครองแรงงาน. 2544)

จากปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดศึกษากฎหมายที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยในการป้องกันอุบัติเหตุ ศึกษาวิธีการบริหารจัดการด้านความปลอดภัยและแนวทางในการป้องกันอุบัติเหตุ และค่าใช้จ่ายของระบบความปลอดภัยในโครงการก่อสร้างงานอาคารสูง การประมาณการค่าใช้จ่ายที่เหมาะสมสำหรับระบบการจัดการความปลอดภัยในโครงการก่อสร้างงานอาคารสูง เพื่อที่จะช่วยแก้ปัญหาและป้องกันการเกิดอุบัติเหตุในงานก่อสร้างให้ลดลง และสร้างความปลอดภัยในประเภทงานก่อสร้างให้มีประสิทธิภาพมาก

ยิ่งขึ้น กรณีศึกษาโครงการก่อสร้างศูนย์การแพทย์ โรงพยาบาลธรรมศาสตร์เฉลิมพระเกียรติ (รูปที่ 1) เป็นโครงการก่อสร้างงานอาคารสูง ตั้งอยู่ในพื้นที่โรงพยาบาลธรรมศาสตร์เฉลิมพระเกียรติ ตำบลคลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี บนเนื้อที่ 9.5 ไร่ เป็นอาคารสูง 10 ชั้นและที่จอดรถใต้ดิน 1 ชั้น ที่จอดรถรวม 177 คัน มีพื้นที่ใช้สอยรวม 53,965 ตารางเมตร พร้อมงานปรับภูมิทัศน์พื้นที่ประมาณ 6,600 ตารางเมตร เป็นอาคารที่มุ่งเน้นการให้บริการรักษาพยาบาลเป็นหลัก ระยะเวลาการก่อสร้าง 1,500 วัน มูลค่าโครงการ 2,269,383,700 บาท



รูปที่ 1 สถานที่กำลังก่อสร้างโครงการก่อสร้าง

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

1.1 กฎกระทรวงกำหนดมาตรฐานในการบริหารจัดการ และดำเนินการด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับงานก่อสร้าง พ.ศ.2554

โดยกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยในการทำงานก่อสร้างมีอยู่เป็นจำนวนมาก แต่มีกฎหมายหลักๆ ที่เกี่ยวข้องโดยตรง คือ กฎกระทรวงกระทรวงกำหนดมาตรฐานในการบริหารและการจัดการด้านความปลอดภัยอาชีวอนามัยและสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับงานก่อสร้าง พ.ศ.2551 นอกจากนี้ยังมีอีกกฎหมายที่ใช้เป็นประจำคือ กฎกระทรวงกระทรวงกำหนดมาตรฐานในการบริหารและการจัดการด้านความปลอดภัยอาชีวอนามัยและสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับเครื่องจักร ปั้นจั่น และหม้อน้ำ พ.ศ.2552 จากกฎกระทรวงฯเกี่ยวกับงานก่อสร้าง พ.ศ.2551

นอกจากนี้อาจมีกฎหมายหรือมาตรฐานอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งควรเลือกใช้อย่างเหมาะสม ในส่วนของผู้ปฏิบัติงานนั้น ควรจัดให้มีการอบรมเกี่ยวกับความปลอดภัยอย่างสม่ำเสมอ มีการตรวจประเมินสุขภาพของผู้ปฏิบัติงานก่อนเริ่มปฏิบัติงานที่มีความเสี่ยง เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานมีความพร้อมมากที่สุดในการทำงาน และอีกปัจจัยที่ขาดไม่ได้ คือ อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลที่ได้มาตรฐาน และเหมาะสมให้กับผู้ปฏิบัติงาน เพื่อเป็นการป้องกันหรือบรรเทา การบาดเจ็บที่อาจเกิดขึ้น และทั้งหมดนี้อาจเป็นส่วนหนึ่งที่จะลดการบาดเจ็บและเสียชีวิตที่เกิดจากการทำงานก่อสร้างได้ด้วยเช่นกัน

1.2 การบริหารจัดการและค่าใช้จ่ายด้านความปลอดภัยในงานก่อสร้างงานอาคารสูง

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมได้ให้คำจำกัดความของคำที่เกี่ยวข้องไว้ดังนี้

- อุบัติการณ์หรือเหตุการณ์ผิดปกติ (Incident) หมายถึง เหตุการณ์ที่ไม่พึงประสงค์แต่เกิดขึ้นแล้วมีผลให้เกิดอุบัติเหตุ
- เหตุการณ์เกือบเกิดอุบัติเหตุ (Near Miss) หมายถึง เหตุการณ์ไม่พึงประสงค์แต่เมื่อเกิดขึ้นแล้วมีแนวโน้มที่จะก่อให้เกิดอุบัติเหตุ
- อุบัติเหตุ หมายถึง เหตุการณ์ที่ไม่พึงประสงค์ที่อาจเกิดจากการไม่คาดคิดไว้ล่วงหน้าไม่ทราบ ล่วงหน้าหรือขาดการควบคุม แต่เมื่อเกิดขึ้นแล้วมีผลให้เกิดการบาดเจ็บ

องค์ประกอบและลำดับขั้นตอนการเกี่ยวโยงกันขององค์ประกอบเหล่านี้ นั้น ตามทฤษฎีโดมิโน ซึ่งแสดงสาเหตุและการเกิดของอุบัติเหตุสามารถอธิบายได้ด้วยอนุกรมของตัวโดมิโนที่ตั้งอยู่บนขอบของตัว 5 ตัวด้วยกัน และรายละเอียดขององค์ประกอบของอุบัติเหตุแต่ละตัว คือ

- โดมิโนตัวที่ 1 : สิ่งถ่ายทอดจากบรรพชนและสภาพแวดล้อมทางสังคม (Ancestry and social environment)
- โดมิโนตัวที่ 2 : ความผิดปกติหรือความบกพร่องส่วนบุคคล (Fault of person)
- โดมิโนตัวที่ 3 : การกระทำ และ/หรือสภาพการณ์ที่ไม่ปลอดภัย (Unsafe act and or mechanical or physical hazard)
- โดมิโนตัวที่ 4 : อุบัติเหตุ (Accident) หมายถึง เหตุการณ์เช่นการหกล้ม การกระแทกโดยวัตถุลอยมาจากที่อื่น

เป็นอุบัติเหตุที่นำมาซึ่งการบาดเจ็บ

- โดมิโนตัวที่ 5 : การบาดเจ็บ (Injury) โครงการงานก่อสร้างในประเทศไทยมีการใช้แรงงาน 4.6% ของแรงงานทั้งหมด จากสถิติอันตรายและเจ็บป่วยจากการทำงานในปี พ.ศ.2547 ถึง 2551 พบว่า คนงานในภาคอุตสาหกรรม การก่อสร้างได้รับอันตรายและการเจ็บป่วยในการทำงานถึง 6-11% ของคนงานภาค อุตสาหกรรมทั้งหมด หรือประมาณ 20,000 คน และในแต่ละปีมีจำนวนคนงานก่อสร้างเสียชีวิตมากกว่า 100 คนยกเว้นปี พ.ศ.2551

2. วิธีวิจัย

ในการศึกษาครั้งนี้ได้ดำเนินงานวิจัยจะครอบคลุมเนื้อหาเกี่ยวกับการศึกษากฎหมายที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยในการป้องกันอุบัติเหตุของโครงการก่อสร้างงานอาคารสูง การศึกษาวิธีการบริหารจัดการด้านความปลอดภัยและแนวทางในการป้องกันอุบัติเหตุในโครงการก่อสร้างงานอาคารสูง และการศึกษาค่าใช้จ่ายของระบบความปลอดภัยในโครงการก่อสร้างงานอาคารสูง ขั้นตอนการเก็บข้อมูล และการสรุปผล

2.1 การศึกษากฎหมายที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยในการป้องกันอุบัติเหตุของโครงการก่อสร้างงานอาคารสูง

- 1) ประกาศกระทรวงมหาดไทยและกระทรวงแรงงานและสวัสดิการสังคม ว่าด้วยเรื่องความปลอดภัยในการทำงาน จำนวน 17 ฉบับ
- 2) มาตรฐานความปลอดภัยสำหรับงานก่อสร้างอาคาร วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย จำนวน 13 หมวด
- 3) กฎกระทรวงแรงงานและสวัสดิการสังคม เรื่องกำหนดมาตรฐานในการบริหารและจัดการด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัยและสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับงานก่อสร้าง พ.ศ.2551 ซึ่งเป็นกฎหมายที่บังคับใช้กับงานก่อสร้างโดยตรง

2.2 การศึกษาวิธีการบริหารจัดการด้านความปลอดภัยและแนวทางในการป้องกันอุบัติเหตุในโครงการก่อสร้างงานอาคารสูง

- 1) เจ้าของโครงการหรือผู้ว่าจ้าง ได้กำหนดรายละเอียดเกี่ยวกับวิธีการบริหารจัดการด้านความปลอดภัยและแนวทางในการป้องกันอุบัติเหตุในโครงการก่อสร้างงานอาคารสูง
- 2) ผู้รับจ้าง ได้กำหนดรายละเอียดเกี่ยวกับวิธีการบริหารจัดการด้านความปลอดภัยและเสนอแนวทางในการป้องกันอุบัติเหตุในโครงการก่อสร้างงานอาคารสูง ดังนี้

2.3 การศึกษาค่าใช้จ่ายของระบบความปลอดภัยในโครงการก่อสร้างงานอาคารสูง

การศึกษาค่าใช้จ่ายของระบบความปลอดภัยในโครงการก่อสร้างศูนย์การแพทย์ โรงพยาบาลธรรมศาสตร์เฉลิมพระเกียรติ ที่เกิดขึ้นจริงตามมาตรการความปลอดภัยและระบบการจัดการความปลอดภัยในการทำงานก่อสร้างงานอาคารสูง ที่ผู้รับงานจัดทำขึ้นดังรายละเอียด ข้อ 2.2 โดยทำการแบ่งค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับระบบความปลอดภัยในการทำงานก่อสร้างงานอาคารสูง ออกเป็น 2 กรณี ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับระบบความปลอดภัยในการทำงานก่อสร้างงานอาคารสูง

ค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับมาตรการความปลอดภัย	ค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับโปรแกรมความปลอดภัย
1. ค่าประตูทางเข้า - ออก	1. การอบรมพนักงาน
2. ค่าป้าย ได้แก่ ชื่อโครงการ เตือนอันตราย สถิติความปลอดภัย และกฎระเบียบความปลอดภัย	2. การส่งเจ้าหน้าที่ไปอบรม
3. แล็บขาวแดงหรือธงขาวเพื่อแสดงเขตอันตราย	3. จ้างเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยระดับวิชาชีพ
4. ราวกันตก	4. การประชุมคณะกรรมการความปลอดภัย
5. แผงป้องกันวัสดุตกหล่น	5. การซ้อมดับเพลิง
6. ตาข่ายกันของตกและกันฝุ่น	6. การตรวจสอบเครน
7. นั่งร้านเหล็ก	7. การจัดกิจกรรมความปลอดภัย
8. ที่ทิ้งขยะ	8. ค่าฉีดพ่นยากันยูงค้ำยาและเวชภัณฑ์
9. อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล	9. ค่าจัดทำเอกสารระบบการจัดการความปลอดภัยในการทำงานก่อสร้าง
10. งานป้องกันอัคคีภัย	10. ค่าจัดทำเอกสารรายงานผลการปฏิบัติงานด้านความปลอดภัยประจำเดือน
11. งานป้องกันทำความสะอาด งานขนย้ายวัสดุ ค่ารั้วโดยรอบโครงการ	11. เงินสมทบเข้ากองทุนและประกันสังคม

ในการศึกษาครั้งนี้ดำเนินการเก็บข้อมูลโดยการขออนุญาตผู้รับผิดชอบโครงการก่อสร้างศูนย์การแพทย์ โรงพยาบาลธรรมศาสตร์เฉลิมพระเกียรติ เพื่อทำการเก็บข้อมูลภายในสถานที่ดำเนินการก่อสร้าง โดยเลือกเก็บข้อมูลตามขอบเขตที่กำหนดไว้

ผู้ทำการศึกษาวิจัยเป็นผู้ทำการเก็บข้อมูลค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับระบบความปลอดภัยในโครงการก่อสร้าง ราคาวัสดุที่นำมาประมาณการค่าใช้จ่ายของระบบความปลอดภัยในโครงการก่อสร้างศูนย์การแพทย์ โดยสรุปผลค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับมาตรการความปลอดภัยในการทำงานก่อสร้างงานอาคารสูง และค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับโปรแกรมความปลอดภัยในการทำงานก่อสร้างงานอาคารสูง

3. ผลการวิจัยและอภิปรายผล

การวิจัยในครั้งนี้ ทำให้ทราบถึงค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจริง เช่น ค่าประตูทางเข้า - ออก โครงการก่อสร้างศูนย์การแพทย์ โรงพยาบาลธรรมศาสตร์เฉลิมพระเกียรติ ค่าป้าย ได้แก่ ป้ายชื่อโครงการ ป้ายเตือนอันตราย ป้ายสถิติความปลอดภัย และป้ายกฎระเบียบความปลอดภัย และค่ารั้วโดยรอบโครงการก่อสร้างศูนย์การแพทย์ โรงพยาบาลธรรมศาสตร์เฉลิมพระเกียรติ เป็นต้น

3.1 ผลการบริหารจัดการด้านความปลอดภัยและแนว ทางในการป้องกันอุบัติเหตุในโครงการก่อสร้างงานอาคารสูง

ในการศึกษาปัญหาและสาเหตุของการเกิดอุบัติเหตุในโครงการก่อสร้างศูนย์การแพทย์ โรงพยาบาลธรรมศาสตร์เฉลิมพระเกียรติ ผู้ศึกษาจะทำการรวบรวม ปัญหาด้านความปลอดภัยและแนวทางในการป้องกันอุบัติเหตุในโครงการก่อสร้างงานอาคารสูง

ปัญหาการเกิดอุบัติเหตุภายในโครงการก่อสร้างงานอาคารสูง กระบวนการหล่อขึ้นรูปเหล็กเป็นอาคารสูง 10 ชั้น และที่จอดรถใต้ดิน 1 ชั้น ที่จอดรถรวม 177 คัน โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก โครงหลังคาเป็นโครงสร้างเหล็กรูปพรรณ หลังคาเมทอลชีท ความสูง 22 เมตร ผนังโดยทั่วไปก่ออิฐฉาบปูน มีพื้นที่ใช้สอยประมาณ 53,965 ตารางเมตร ระยะเวลาก่อสร้าง 1,500 วัน มูลค่าโครงการ 2,269,383,700.00 บาท จำนวนคนงานก่อสร้างโดยเฉลี่ย 250 คนต่อวัน ในระยะดำเนินการโครงการ ช่วงแรกมีข้อสังเกตว่า มีการเกิดอุบัติเหตุขึ้น เพราะการขาดการใส่ใจในด้านการบริหารความปลอดภัยในงาน ทำให้เกิดความจำเป็นเร่งด่วนในการศึกษาปัญหาความปลอดภัยและกำหนดมาตรการด้านการจัดการ เพื่อการบริหารความปลอดภัย ที่มีประสิทธิภาพ เพื่อควบคุมและลดปริมาณการเกิดขึ้นของอุบัติเหตุที่จะมีผลเสียต่อชีวิตและทรัพย์สินภายใต้โครงการก่อสร้างงานอาคารสูงนี้



รูปที่ 2 สถานที่ตั้งโครงการก่อสร้างศูนย์การแพทย์ โรงพยาบาลธรรมศาสตร์เฉลิมพระเกียรติ

จากรูปที่ 2 แสดงการดำเนินการก่อสร้างศูนย์การแพทย์ โรงพยาบาลธรรมศาสตร์เฉลิมพระเกียรติในช่วงเริ่มต้น ซึ่งดำเนินงานไปได้ระยะหนึ่งแล้ว จำเป็นต้องรีบเร่งศึกษาวางมาตรการเพื่อการบริหารจัดการด้านความปลอดภัยให้สามารถลดจำนวนครั้งของการเกิดอุบัติเหตุให้น้อยลงอย่างทันการปัญหาการเกิดอุบัติเหตุนี้สามารถประมวลได้ว่าเป็นผลมาจากการขาดการบริหารจัดการความปลอดภัยที่ดี เช่น ขาดกิจกรรมตรวจสอบความปลอดภัยในหน่วยงานหรือขณะทำงานที่พบเจออันตราย ขาดการจำแนกประเภทของอันตรายและสาเหตุที่จะก่อให้เกิดอุบัติเหตุ ขาดการกำหนดและใช้มาตรการป้องกันและแก้ไขอันตราย ไม่มีการบันทึกและตรวจสอบอันตรายที่เกิดขึ้น ไม่มีการประเมินสภาพและผลกระทบของอันตรายที่เกิดขึ้น

การค้นหาและประเมินอันตรายจะใช้กิจกรรมการค้นหาและประเมินอันตรายหรือที่เรียกว่า COMPLE TETY CHECK COMPLETELY FIND OUT (CCCF) เป็นกิจกรรมที่เจ้าหน้าที่ความปลอดภัยร่วมกันตรวจสอบอันตรายที่จะเกิดขึ้นในหน่วยงานที่ทำงานอยู่ร่วมกันทำกิจกรรมค้นหาอันตราย ในกิจกรรมการค้นหาอันตราย จะครอบคลุมทุกกิจกรรมที่ทำในหน่วยงาน ไม่ว่าจะเป็นระบบการจัดการความปลอดภัย การรักษาความปลอดภัยในหน่วยงาน เครื่องแต่งกายและอุปกรณ์ส่วนบุคคล การจัดเก็บวัสดุ และทุกขั้นตอนของการก่อสร้าง

จากการสำรวจตรวจสอบความปลอดภัยในการทำงานของโครงการก่อสร้างศูนย์การแพทย์ โรง พยาบาล ธรรมศาสตร์เฉลิมพระเกียรติ ตั้งแต่เริ่มโครงการก่อสร้าง จนถึงจบโครงการ (เดือนกันยายน 2562 ถึงเดือนพฤศจิกายน 2566) โดยใช้กิจกรรมการค้นหา และประเมินอันตราย พบเจอสาเหตุ ปัญหา หรืออันตรายที่จะก่อให้เกิดอุบัติเหตุ โดยได้แบ่งตาม ประเภทของอันตรายและสาเหตุที่จะก่อให้เกิดอุบัติเหตุ ได้แก่ อันตรายจากเครื่องจักร อันตรายจากวัตถุหนักตกใส่ อันตราย จากยานพาหนะ อันตรายจากการตกจากที่สูง อันตรายจากกระแสไฟฟ้า และอันตรายจากไฟไหม้และอื่นๆ

จากการศึกษาที่พบว่าอันตรายหรือสาเหตุการเกิดอุบัติเหตุในโครงการก่อสร้างศูนย์การแพทย์ โรง พยาบาล ธรรมศาสตร์เฉลิมพระเกียรติ เป็นอันตรายจากกระแสไฟฟ้ามากที่สุด จึงได้แนวทางการป้องกัน ดังนี้

มาตรการป้องกันและแก้ไขอันตรายจากไฟฟ้า ประกอบด้วย การเรียนรู้ทฤษฎีทางไฟฟ้าจะช่วยให้อุบัติเหตุทาง ไฟฟ้าที่เกิดจากความรู้เท่าไม่ถึงการณ์ลดลงได้มาก ทำให้คนงานเกิดความรอบคอบระมัด ระวังในการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ ไฟฟ้ามากขึ้น เริ่มจากการอบรมของผู้ที่เข้ามาทำงานใหม่ทุกคน โดยให้มีการเรียนรู้เพื่อความปลอดภัยในการทำงานและเข้าใจ แนวทางการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าและการปฏิบัติการที่มีความเสี่ยงภัย สิ่งที่ต้องเรียนรู้ได้แก่ การเลือกใช้อุปกรณ์ไฟฟ้า ในการ เลือกใช้อุปกรณ์ไฟฟ้า ต้องเลือกอุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีคุณภาพ อุปกรณ์ไฟฟ้าจะไม่ทำหรือปรับแก้อุปกรณ์ขึ้นมาใช้เอง แต่ต้องเป็น อุปกรณ์ที่ทำสำเร็จมาแล้ว ถ้าไม่มีคุณภาพอาจก่อให้เกิดอันตรายทั้งทางตรงและทางอ้อม การติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า มาตรการ การติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า การซ่อมบำรุงและตรวจอุปกรณ์ไฟฟ้า ในการซ่อมบำรุงและตรวจอุปกรณ์ไฟฟ้า จะต้องทำเป็นประจำ สม่ำเสมอ โดยผู้มีความรู้ความชำนาญดีพอ โดยให้ผู้รับเหมาตรวจสอบอุปกรณ์ไฟฟ้าก่อนนำเข้ามาในหน่วยงาน และทุกวัน จันทร์จะมีการตรวจสอบอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยใช้ใบตรวจเช็ค หลังจากตรวจสอบอุปกรณ์เครื่องมือไฟฟ้าจะติดสติ๊กเกอร์ อนุญาต และวันหมดอายุการใช้งานบนอุปกรณ์เครื่องมือไฟฟ้า ทำกิจกรรมตรวจสอบความปลอดภัยในหน่วยงานอย่างสม่ำเสมอ ในทำ กิจกรรมตรวจสอบความปลอดภัยในหน่วยงานอย่างสม่ำเสมอ เจ้าหน้าที่ความปลอดภัยในหน่วยงานจะทำการสำรวจความ ปลอดภัยรายวัน ในแต่ละสัปดาห์จะมีเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยประจำพื้นที่ และประจำสำนักงานใหญ่มาร่วมทำกิจกรรมด้วย อย่างน้อยสัปดาห์ละ 2 ครั้ง เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดอันตรายหรือลดการเกิดอันตรายจากไฟฟ้าได้

3.2 ผลการศึกษาค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับระบบความปลอดภัย ในโครงการก่อสร้างศูนย์การแพทย์ โรงพยาบาลธรรมศาสตร์ เฉลิมพระเกียรติ

การศึกษาค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับระบบความปลอดภัยในโครงการก่อสร้างศูนย์การแพทย์ โรงพยาบาลธรรม ศาสตร์เฉลิมพระ เกียรติ แบ่งเป็น 2 ประเภท ตามตารางที่ 2 และตารางที่ 3

ตารางที่ 2 ค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับมาตรการความปลอดภัยในการทำงานก่อสร้างงานอาคารสูง

รายการ	ปริมาณ	หน่วย	ค่าแรง ค่าของ	ราคารวม (บาท)
ป้ายชื่อโครงการ	4	ชุด	3,000	12,000
ประตูทางเข้า-ออกและที่ล้างล้อรถ	2	ชุด	21,000	42,000
รั้วโดยรอบโครงการ	800	เมตร	210	168,000
ป้ายกฎระเบียบและป้ายเตือน	10	ชุด	450	4,500
นั่งร้านเหล็ก	26,285	ตรม	245	6,439,825
แผงป้องกันวัสดุตกหล่น	2,500	ตรม	232	580,000
ราวกันตก	5,317	เมตร	73	388,141
แผงผ้าใบ	4,520	ตรม	322	145,544
ตาข่ายกันของตกและกันฝุ่น	75,000	ตรม	18	1,350,000
ถุงมือยาง	3,200	คู่	12	38,400
ถุงมือผ้า	3,200	คู่	3	9,600
ถุงมือหนัง	3,200	คู่	20	64,000
หมวกนิรภัย	1,000	ใบ	150	150,000
เข็มขัดนิรภัย	1,000	เส้น	265	265,000
รองเท้านิรภัย	1,000	คู่	780	780,000
ธงราว-ธงขาวแดง	12,000	เมตร	1.4	16,800
งานทำความสะอาดขนย้ายวัสดุ	2,450	ครั้ง	1,200	2,940,000
ที่ทิ้งขยะ	72	เมตร	192	3,456

รายการ	ปริมาณ	หน่วย	ค่าแรง ค่าของ	ราคารวม (บาท)
ป้ายสถิติความปลอดภัย	4	ชุด	1,650	6,600
รวม 1 - 19				13,403,866
ค่าดำเนินการ + ภาษี + กำไร = 3.00				
รวมราคา				40,211,598

จากตารางที่ 2 ค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับมาตรการความปลอดภัยในการก่อสร้างศูนย์การแพทย์ โรงพยาบาลธรรมศาสตร์เฉลิมพระเกียรติ จากการเก็บข้อมูลนับถัดวันเริ่มต้นของการก่อสร้างโครงการจนถึงขณะนี้ โครงการก่อสร้างนี้ใช้เวลาในการทำงานไปแล้ว 1,235 วัน เหลือระยะเวลาในการก่อสร้างประมาณ 265 วัน คาดว่าโครงการก่อสร้างจะแล้วเสร็จตามสัญญา โดยค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับหมวดนิรภัยและรองเท้านิรภัย ทางผู้รับจ้างจัดเตรียมให้กับพนักงานและผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างเท่านั้น ส่วนของคณงานให้จัดหาตนเอง นอกจากนั้นค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับรั้วโดยรอบโครงการก่อสร้างนี้ ผู้รับจ้างจัดทำรั้วโดยรอบโครงการ เนื่องจากบริเวณสถานที่ก่อสร้างเป็นเขตของโรงพยาบาล ส่วนค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับมาตรการความปลอดภัยในการทำงาน มีมูลค่าประมาณ 40,211,598 บาท หรือประมาณ 1.77% ของมูลค่าโครงการ โดยค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับการติดตั้งนั่งร้านเหล็ก มีมูลค่าสูงสุด ประมาณ 6,439,825 บาทหรือประมาณ 16.01% ของมูลค่าค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับมาตรการความปลอดภัยในการทำงานค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับที่หึ่งขยะ มีมูลค่าต่ำสุดประมาณ 3,456 บาท หรือประมาณ 0.01% ของมูลค่าค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับมาตรการความปลอดภัยในการทำงานก่อสร้างงานอาคารสูง

ตารางที่ 3 ค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับโปรแกรมความปลอดภัยในการทำงานก่อสร้างงานอาคารสูง

รายการ	ปริมาณ	หน่วย	ค่าแรง ค่าของ	ราคารวม (บาท)
ค่าใช้จ่ายในการอบรมพนักงาน	220	ครั้ง	700	154,000
ค่าใช้จ่ายในการส่งเจ้าหน้าที่ไปอบรม	20	ครั้ง	10,000	200,000
ค่าจ้างเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยระดับวิชาชีพ	48	เดือน	15,000	720,000
ค่าใช้จ่ายในการประชุมคณะกรรมการความปลอดภัย	115	ครั้ง	3,000	345,000
ค่าใช้จ่ายในการซ้อมดับเพลิง	10	ครั้ง	45,000	450,000
ค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบเครน	35	ครั้ง	3,450	120,750
ค่าใช้จ่ายในการจัดกิจกรรมความปลอดภัย	4	เหมา	23,500	94,000
ค่าฉีดพ่นยากันยุง	10	ครั้ง	2,380	23,800
ค่ายาและเวชภัณฑ์	5	เหมา	20,000	100,000
ค่าจัดทำเอกสาร ระบบการจัดการความปลอดภัยในการทำงานก่อสร้าง	5	เล่ม	800	4,000
ค่าจัดทำเอกสาร รายงานผลการปฏิบัติ งานด้านความปลอดภัยประจำเดือน	96	เล่ม	450	43,200
เงินสมทบเข้ากองทุนและประกันสังคม	48	เดือน	52,000	2,496,000
รวม 1 - 12				4,750,750
ค่าดำเนินการ + ภาษี + กำไร = 3.00				
รวมราคา				14,252,250

จากตารางที่ 3 ค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับโปรแกรมความปลอดภัยในการก่อสร้างศูนย์การแพทย์ โรงพยาบาลธรรมศาสตร์เฉลิมพระเกียรติ จากการเก็บข้อมูลนับถัดวันเริ่มต้นของการก่อสร้างโครงการจนถึงขณะนี้ โครงการก่อสร้างนี้ใช้เวลาในการทำงานไปแล้ว 1,235 วัน เหลือระยะเวลาในการก่อสร้างประมาณ 265 วัน คาดว่าโครงการก่อสร้างจะแล้วเสร็จตามสัญญา โดยค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับโปรแกรมความปลอดภัยมีมูลค่าประมาณ 14,252,250 บาท หรือประมาณ 0.63% ของมูลค่าโครงการ โดยค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับเงินสมทบเข้ากองทุนและประกันสังคม มีมูลค่าสูงสุดประมาณ 2,496,000 บาท หรือประมาณ 17.51% ของมูลค่าค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับมาตรการความปลอดภัยในการทำงานค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับค่าจัดทำเอกสารระบบการจัดการความปลอดภัยในการทำงานก่อสร้าง มีมูลค่าต่ำสุดประมาณ 4,000 บาท หรือประมาณ 0.03% ของมูลค่าค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับโปรแกรมความปลอดภัยในการทำงานก่อสร้างงานอาคารสูง

ตาราง 4 ค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับระบบความปลอดภัยในการก่อสร้างที่เกิดขึ้นจริง

รายการ	ราคารวม (บาท)
1. ค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับมาตรการความปลอดภัยในการทำงานก่อสร้างงานอาคารสูง	40,211,598
2. ค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับโปรแกรมความปลอดภัยในการทำงานก่อสร้างงานอาคารสูง	14,252,250
รวม 1 - 2	54,463,848

จากตารางที่ 4 ค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับระบบความปลอดภัย ภายในโครงการก่อสร้างศูนย์การแพทย์ โรงพยาบาลธรรมศาสตร์เฉลิมพระเกียรติ จากการศึกษาค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับระบบความปลอดภัยในการทำงานก่อสร้างงานอาคารสูง ซึ่งประกอบด้วยค่าใช้จ่าย 2 ประเภท คือ (1) ค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับมาตรการความปลอดภัยในการทำงาน และ (2) ค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับโปรแกรมความปลอดภัยในการทำงาน พบว่ามูลค่ารวมของค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับระบบความปลอดภัยในการทำงานก่อสร้างประเภทงานอาคารสูง มีมูลค่าประมาณ 54,463,848 บาท หรือประมาณ 1.83% ของมูลค่าโครงการ นอกจากนี้ยังพบว่า ค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับมาตรการความปลอดภัยในการทำงานมีมูลค่าสูงกว่าค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับโปรแกรมความปลอดภัยในการทำงานประมาณ 2.5 เท่า

4. สรุปผลการวิจัย

จากการวิจัยทำให้ทราบถึงค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวกับระบบความปลอดภัยในโครงการก่อสร้างงานอาคารสูง นอกจากนั้นผลจากการศึกษาวิจัยที่ได้สามารถใช้เป็นแนวทางในการป้องกันอุบัติเหตุในโครงการก่อสร้างงานอาคารสูงสำหรับโครงการต่อไปในอนาคต

ค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับมาตรการความปลอดภัยในการก่อสร้างงานอาคารสูง มีมูลค่าประมาณ 40,211,598 บาท หรือประมาณ 1.77% ของมูลค่าโครงการ ส่วนค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับโปรแกรมความปลอดภัยในการก่อสร้างงานอาคารสูงมีมูลค่าประมาณ 14,252,250 บาท หรือประมาณ 0.63% ของมูลค่าโครงการ โดยสรุปมูลค่ารวมของค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับระบบความปลอดภัยในการทำงานก่อสร้างงานอาคารสูง มีมูลค่าประมาณ 54,463,848 บาท หรือประมาณ 1.83% ของมูลค่าโครงการ

นอกจากนั้นจากการศึกษาวิธีการบริหารจัดการด้านความปลอดภัยและแนวทางในการป้องกันอุบัติเหตุในโครงการก่อสร้างงานอาคารสูง พบว่า อันตรายหรือสาเหตุการเกิดอุบัติเหตุในโครงการก่อสร้างศูนย์เกิดจากกระแสไฟฟ้ามากที่สุด มีมาตรการป้องกันอันตรายจากไฟฟ้า เพื่อเป็นการบริหารความปลอดภัยประกอบด้วย 1) มีการเรียนรู้ทฤษฎีทางไฟฟ้า 2) มีการเลือกใช้อุปกรณ์ไฟฟ้า 3) มีการกำหนดมาตรการในการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า 4) มีแผนการซ่อมบำรุงและตรวจอุปกรณ์ไฟฟ้า และ 5) มีการทำกิจกรรมตรวจสอบความปลอดภัยในหน่วยงานอย่างสม่ำเสมอ

ข้อเสนอแนะ

เนื่องด้วยสภาพแวดล้อมบริเวณที่ทำงานทำให้กิจกรรมด้านความปลอดภัยในงานก่อสร้าง ควรมีการแก้ไขและปรับปรุงอยู่ตลอดเวลา เพื่อให้ทันต่อสถานการณ์ปัจจุบันที่ทำอยู่

ควรมีการเก็บข้อมูลค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับระบบความปลอดภัยในการก่อสร้างงานอาคารสูงของโครงการอื่นๆ ที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน จะทำให้งานวิจัยมีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณผู้รับผิดชอบโครงการก่อสร้างศูนย์การแพทย์ โรงพยาบาลธรรมศาสตร์เฉลิมพระเกียรติ รวมทั้งสาขาบริหารงานก่อสร้าง คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก ตลอดจนผู้ที่เกี่ยวข้องทุกฝ่ายที่คอยส่งเสริมสนับสนุนและให้กำลังใจจนทำให้วิจัยฉบับนี้สำเร็จลงได้

6. เอกสารอ้างอิง

กรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน, กระทรวงแรงงานและสวัสดิการสังคม. 2544. **แนวทางการจัดทำเอกสารเกี่ยวกับระบบการจัดการความปลอดภัยในการทำงานก่อสร้าง**. กรุงเทพมหานคร : วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยฯ.

กรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน. 2545. **คู่มือแนวปฏิบัติการพัฒนาาระบบการจัดการความปลอดภัยในการทำงานก่อสร้างของรัฐ**. กรุงเทพมหานคร : วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยฯ.

ธนารักษ์ วรปรีชาพันธ์. 2544. **การศึกษาองค์ประกอบในการคิดราคางานป้องกันอุบัติเหตุของงานก่อสร้างอาคาร**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

นคร อินทร์สุข. 2547. **การป้องกันอุบัติเหตุในงานก่อสร้างอาคารโรงงานอุตสาหกรรม**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยบูรพา.

เบญจเดช สวนแก้ว. 2547. **การศึกษาการใช้ระบบการจัดการความปลอดภัยในการทำงานก่อสร้างของรัฐในบริษัทรับเหมาก่อสร้าง**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิตสาขาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

ประกอบ บำรุงผล. 2530. **การบริหารและควบคุมงานก่อสร้าง**. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ.

วิฑูรย์ สิมะโชคดี และวีระพงษ์ เฉลิมจิระรัตน์. 2540. **วิศวกรรมและการบริหารความปลอดภัยในโรงงาน**. สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย - ญี่ปุ่น).

- วิวัฒน์ อภิสวัสดิ์ภิญโญ. 2549. **เศรษฐศาสตร์วิศวกรรม**. กรุงเทพมหานคร : โอเดียนอเพอเทคโนโลยี.
- สถาบันความปลอดภัยในการทำงาน, กระทรวงแรงงานและสวัสดิการสังคม. 2542. **แนวปฏิบัติการบริหารความปลอดภัยในงานก่อสร้าง**. กรุงเทพมหานคร : กรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน.
- สำนักงานกองทุนเงินทดแทน สำนักงานประกันสังคม กระทรวงแรงงาน. 2563. **สถิติงานประกันสังคม 2563**. แหล่งที่มา <http://www.sso.go.th/wpr>
- สุนันท์ มนต์แก้ว. 2549. **การตรวจสอบความปลอดภัยของสถานที่ก่อสร้าง**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- สุรัชย์ พานิชเจริญ. 2548. **การศึกษาค่าใช้จ่ายด้านความปลอดภัยในโครงการก่อสร้างอาคาร**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- เสริมสิน วชิราพรพฤษ. 2542. **ศึกษาความสัมพันธ์ของระดับมาตรการความปลอดภัยกับค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยของโครงการก่อสร้างอาคารสูง**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อรุณ ชัยเสรี. 2549. **อันตรายจากการก่อสร้างและวิธีป้องกัน**. กรุงเทพมหานคร : สมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์.
- Jimmie Hinze. 1981. **And Charles Harrison. Safety Programs in Large Construction Firms**. Journal of Construction Division. 107 : 455-467.
- Syed., M., Jack Chu. And Lerrick Tui. 2000. **Site Safety Management in Hong Kong**. Journal of Management in Engineering. (November - December 2000) : 34-42
- The Business Roundtable. 1982. **Improving Construction Safety Performance**. Washing ton, D.C.

การพัฒนาและศึกษาประสิทธิภาพชุดสาธิตระบบผลิตพลังงานแสงอาทิตย์โดยใช้แผ่น PV

Development and Efficiency Study of Solar Energy Generating System Demonstration Set Using Photovoltaic

กานตยูท ตริบุญนิธิ ลือเดช เพชรดวง และ นිරันตร์ วัชรโรดม

Kantayut Trebooniti, Luedate Phatedoung and Niran Watchrodom

สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ

Department of Mechanical Engineering , Faculty of Industrial Education, Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi

*Corresponding author. Tel.: 0813851038; E-mail address: niran.w@rmutsb.ac.th

บทคัดย่อ

บทความวิจัยครั้งนี้นำเสนอการพัฒนาและศึกษาประสิทธิภาพชุดสาธิตระบบผลิตพลังงานแสงอาทิตย์โดยใช้ชุดเซลล์แสงอาทิตย์ ซึ่งเป็นระบบพลังงานไฟฟ้าทดแทนที่ได้รับความนิยมสูงในปัจจุบัน แต่เนื่องจากสื่อการเรียนการสอนสำหรับระบบพลังงานแสงอาทิตย์นั้นยังไม่มีแพร่หลายนักทางผู้วิจัยและคณะจึงได้ทำการออกแบบและจัดสร้างชุดสาธิตระบบผลิตพลังงานแสงอาทิตย์โดยใช้ระบบผลิตไฟฟ้าแบบเซลล์แสงอาทิตย์จากนั้นทำการหาค่าประสิทธิภาพของชุดการสอนโดยการนำทดลองไปใช้สอนจริงกับนักศึกษาในรายวิชาวิศวกรรมโรงงานผลิตกำลังและมีประสิทธิภาพที่สามารถใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนได้

ผลการวิเคราะห์ด้านประสิทธิภาพของนักศึกษาที่มีผลต่อชุดสาธิตระบบผลิตไฟฟ้าแบบเซลล์แสงอาทิตย์ ประสิทธิภาพของการเรียนได้ผลตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 สำหรับการทดสอบหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนซึ่งวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนด้วยสูตรทางสถิติ คือ การแจกแจง (t-test) ค่า t ที่คำนวณได้ 23.04 สูงกว่าค่าวิกฤตที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 (2.0452) ซึ่งแสดงให้เห็นว่านักศึกษาได้ความรู้จริงจากการใช้ชุดสาธิตระบบผลิตไฟฟ้าแบบเซลล์แสงอาทิตย์

คำสำคัญ: การหาประสิทธิภาพ, การสร้างชุดสาธิต, ระบบผลิตพลังงานแสงอาทิตย์โดยใช้ชุดเซลล์แสงอาทิตย์

Abstract

This paper aim presents a study on the efficiency of a solar power generation demonstration set using solar cells, which is a highly popular renewable energy system at present. However, because teaching materials for solar energy systems are not widely available, the researchers and colleagues have therefore designed and construct a demonstration set of solar energy generating systems using photovoltaic power generation systems, then evaluating the efficiency. Of the teaching set by applying the experiment to teach to students in the course of power plant engineering and efficiency that can be used as teaching media.

The results of the analysis of the efficiency of students affecting the demonstration set of solar power generation system. Learning efficiency was achieved according to the specified criteria of 80/80 for the student achievement test, which was analyzed to compare the mean scores with the statistical formula, t-test, calculated t-value 23.04. Higher than the critical value at the significance level of 0.05 (2.0452), indicating that students gained real knowledge from using the solar cell power generation demonstration kit.

Keywords: Efficiency determination, demonstration set construction, solar power generation system using photovoltaic

1. บทนำ

ความท้าทายของระบบการศึกษาไทย ในศตวรรษที่ 21 ไม่ใช่เพียงแค่การมอบโอกาสทางการศึกษาอย่างเสมอภาคทุกกลุ่มผู้เรียนเท่านั้น แต่จำเป็นต้องมีการส่งเสริมคุณค่าทางการศึกษาให้ผู้เรียนมีความสุข และมีประสิทธิภาพ มากพอที่จะนำความรู้ไปใช้ได้จริงในชีวิตประจำวัน ด้วย (Thanalertsomboon, 2021) กระบวนการเรียนรู้ในเชิงลึกศตวรรษที่ 21 เป็นยุคสมัยแห่งการเปลี่ยนแปลงทุกด้าน เช่น การเปลี่ยนแปลงทางสังคม การขับเคลื่อนทางด้านเทคโนโลยีหรือแม้กระทั่งการนำข้อมูลต่างๆ มากมายมาเป็นฐานแห่งการพัฒนากระบวนการต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการจัดการศึกษาทำอย่างไรจะทำให้ผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนแปลง และสามารถดำเนินชีวิตได้อย่างดีและมีสมรรถนะในการใช้ชีวิตเพื่อตอบสนองบริบทในศตวรรษที่ 21 (Panumat, Phronntip, Ittirit & Intira, 2021, pp. 75-86) โดยทุกกระทรวงจึงต้องร่วมกันขับเคลื่อนให้เป็นไปตามนโยบายไทยแลนด์ 4.0 เช่น นโยบาย

การศึกษา 4.0 ของกระทรวงศึกษาธิการ นโยบายอุตสาหกรรม 4.0 ของกระทรวงอุตสาหกรรม เป็นต้น (Paitoon, 2016, 2) ดังนั้น การศึกษาจึงเป็นอีกปัจจัยสำคัญในการพัฒนาคุณภาพของประชากรตลอดจนการพัฒนาประเทศให้เจริญก้าวหน้า การปรับปรุงระบบการศึกษาให้มีความทันสมัยทันต่อ การเปลี่ยนแปลงจะช่วยพัฒนาคุณภาพของประชากรในประเทศ ตลอดจนเทคโนโลยีต่างๆ ได้เข้ามามีบทบาทต่อชีวิตประจำวันของมนุษย์มากขึ้นและมีการเปลี่ยนแปลงเป็นยุคดิจิทัลการบริโภคและการใช้พลังงานก็เช่นกัน(กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและการอนุรักษ์พลังงาน,2563) ประเทศไทยใช้พลังงานไฟฟ้าจากต่างประเทศ 66.85% ไฟฟ้าจากโรงไฟฟ้าพลังความร้อนรวม 21.59% โรงไฟฟ้าพลังความร้อน 9.17% โรงไฟฟ้าพลังน้ำ 2.35% โรงไฟฟ้าพลังงานทดแทน 0.04% และโรงไฟฟ้าดีเซล 0.0001% ของพลังงานไฟฟ้าทั้งหมดที่ผลิตและนำเข้า และหยุดเดินเครื่องโรงไฟฟ้า กังหันก๊าซที่ไม่ได้อยู่ในโรงไฟฟ้าพลังความร้อนรวมทั้งหมด สังเกตได้ว่าประเทศไทยต้องพึ่งพาพลังงานไฟฟ้าจากต่างประเทศเป็นจำนวนมากซึ่งตัวเลขในปี พ.ศ. 2563 ยังน้อยกว่าตัวเลขในปี พ.ศ. 2562 ที่ 68.51% เนื่องจากมาตรการล็อกดาวน์ แต่หากไม่มีการเปลี่ยนผ่านพลังงานอย่างจริงจัง ประเทศไทยจะสูญเสียความมั่นคงทางพลังงานยิ่งกว่าปัจจุบัน เพราะนอกจากประเทศไทยจะต้องนำเข้าไฟฟ้าจากต่างประเทศแล้ว ยังต้องนำเข้าเชื้อเพลิงฟอสซิลจากต่างประเทศอีกด้วย

อัตราส่วนการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลในการผลิตไฟฟ้าภายในประเทศโดยคำนวณจาก โรงไฟฟ้าพลังความร้อน โรงไฟฟ้า กังหันก๊าซ โรงไฟฟ้าดีเซล และโรงไฟฟ้าพลังความร้อนรวม เริ่มต้นที่ 67.13% ในปี พ.ศ. 2512 ขึ้นไปสูงสุดที่ 93.86% ในปี พ.ศ. 2537 และค่อย ๆ ลดลงมาต่ำสุดที่ 28.19% ในปี พ.ศ. 2561 ส่วนการใช้พลังงานหมุนเวียนที่คำนวณจากโรงไฟฟ้าพลังน้ำและโรงไฟฟ้าพลังงานทดแทน เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลม และพลังงานน้ำขนาดเล็ก เริ่มต้นที่ 32.87% ในปี พ.ศ. 2512 ขึ้นไปสูงสุดที่ 42.33% ในปี พ.ศ. 2519 และลดลงเหลือน้อยกว่า 10% ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2534 แล้วจึงลดลงเหลือน้อยกว่า 5% ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2551

ประเทศไทยได้เริ่มมีการผลิตไฟฟ้าโดยใช้เซลล์แสงอาทิตย์ เมื่อปี พ.ศ.2519 โดยหน่วยงานกระทรวงสาธารณสุขและมูลนิธิแพทย์อาสา มีประมาณ 300 แผง แต่ละแผงมีขนาด 15/30 วัตต์ และได้มีนโยบายและแผนด้านเซลล์แสงอาทิตย์บรรจุลงใน แผนพัฒนา ฉบับที่ 4 (พ.ศ.2520-2524) ซึ่งการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ได้ติดตั้ง ใช้งาน อย่างเป็นทางการในช่วงท้ายของแผนพัฒนา ฉบับที่ 6(พ.ศ. 2530-2534) โดยมีกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน(กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน ในปัจจุบัน) กรมโยธาธิการ การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค และการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ที่เป็นหน่วยงานหลัก ในการนำเซลล์แสงอาทิตย์ใช้ผลิตพลังงานไฟฟ้า เพื่อใช้งานในด้านแสงสว่าง ระบบโทรคมนาคม และเครื่องสูบน้ำการใช้เซลล์แสงอาทิตย์เพื่อผลิตพลังงานไฟฟ้าจากดวงอาทิตย์โดยตรง จะประกอบด้วยอุปกรณ์ต่างๆอาทิแผงเซลล์แสงอาทิตย์เครื่องควบคุมการชาร์จประจุ แบตเตอรี่เครื่องปรับระบบไฟฟ้าและแบตเตอรี่โดยพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ จะต้องมีการออกแบบเพื่อให้เพียงพอต่อการใช้งานในบ้านพักอาศัย ซึ่งในการออกแบบระบบจึงต้องมีความรู้ความเข้าใจในอุปกรณ์ต่างๆเพื่อสามารถใช้งานได้ อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพที่สุดในการออกแบบระบบไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์จากเซลล์แสงอาทิตย์

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่สร้างชุดสาธิตระบบผลิตพลังงานแสงอาทิตย์โดยใช้ชุดเซลล์แสงอาทิตย์ สำหรับนักศึกษา ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาวิศวกรรมโรงงานผลิตกำลัง ทั้งนี้เพื่อให้การเรียนการสอนปรับปรุงและพัฒนาสื่อให้มีความสอดคล้องกับเทคโนโลยีในปัจจุบัน ตลอดจนสามารถสรุปทเรียนได้พร้อมกันกับผู้เรียนได้

1.1 วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อสร้างชุดสาธิตระบบผลิตพลังงานแสงอาทิตย์โดยใช้ชุดเซลล์แสงอาทิตย์
2. เพื่อทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
3. เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดสาธิตระบบผลิตพลังงานแสงอาทิตย์โดยใช้ชุดเซลล์แสงอาทิตย์

1.2 สมมติฐานของการวิจัย

1. คุณภาพของแบบประเมินความเหมาะสมของใบงานสำหรับผู้เชี่ยวชาญที่สร้างขึ้นมีความเหมาะสมในระดับมาก
2. กลุ่มตัวอย่างมีความเข้าใจในการติดตั้งระบบผลิตพลังงานแสงอาทิตย์โดยใช้ชุดเซลล์แสงอาทิตย์

2. วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการสร้างและศึกษาประสิทธิภาพชุดสาธิตระบบผลิตพลังงานแสงอาทิตย์โดยใช้ชุดเซลล์แสงอาทิตย์ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ ใบงาน แบบประเมินความเหมาะสมของใบงานสำหรับผู้เชี่ยวชาญ และแบบสอบถามความพึงพอใจ สำหรับกลุ่มตัวอย่าง โดยดำเนินการดังนี้

2.1 การหาประสิทธิภาพ ของชุดทดลองและใบงานมีการดำเนินการ 5 ขั้นตอน คือ

2.1.1 ค้นคว้าหาข้อมูลสร้างใบงาน โดยทำการศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องซึ่งประกอบไปด้วยรายละเอียดต่างๆ เช่น งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง หรือเอกสารที่เกี่ยวกับการวิจัยแล้วรวบรวมความรู้ที่ได้จัดทำใบงานขึ้น โดยเทคนิควิธีในการจัดทำใบงานต้องมีความละเอียด ชัดเจน เข้าใจง่ายต่อผู้ใช้หรือผู้ทำการศึกษา

2.1.2 ประเมินใบงานโดยผู้เชี่ยวชาญ โดยใช้แบบประเมินความเหมาะสมของใบงานเรื่องชุดสาธิตระบบผลิตพลังงานแสงอาทิตย์โดยใช้ชุดเซลล์แสงอาทิตย์ ที่จัดทำขึ้น โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน จากผลการประเมินหากมีส่วนใดไม่สมบูรณ์หรือมีข้อผิดพลาดก็ทำการปรับปรุงแก้ไข แล้วนำผลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขให้มีความสมบูรณ์และถูกต้องตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

2.1.3 นำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน

2.1.4 หาประสิทธิภาพและประเมินความพึงพอใจจากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน

2.1.5 นำผลที่ได้จากการหาประสิทธิภาพและผลจากแบบประเมินความพึงพอใจมาแปลผลและสรุปผล



ภาพที่ 1 แสดงแผนการดำเนินการ

2.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทำวิจัยคือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิศูนย์สุพรรณบุรี ที่ลงทะเบียนวิชารายวิชาวิศวกรรมโรงงานผลิตกำลัง ในภาคการศึกษา ที่ 1 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 30 คน

2.3 เครื่องมือในการวิจัย

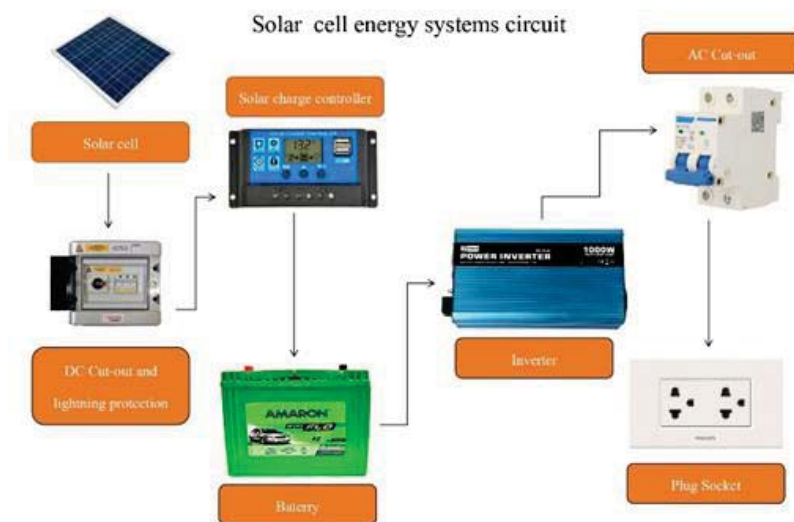
ชุดสาธิตระบบผลิตพลังงานแสงอาทิตย์โดยใช้ชุดเซลล์แสงอาทิตย์ ซึ่งมีเครื่องมือในการวิจัยดังนี้

3.1 ชุดสาธิตที่สร้างขึ้น



ภาพที่ 2 ชุดสาธิตระบบผลิตพลังงานแสงอาทิตย์โดยใช้ชุดเซลล์แสงอาทิตย์

ชุดสาธิตจะประกอบไปด้วยแผงโซลาร์เซลล์ซึ่งเป็นอุปกรณ์ผลิตไฟฟ้าหลัก อุปกรณ์ป้องกันระบบฟ้าผ่า ระบบชาร์จไฟฟ้าเข้าแบตเตอรี่ ชุด inverter ที่ใช้แปลงไฟฟ้าจากกระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ



ภาพที่ 3 วงจรการผลิตไฟฟ้าของชุดสาธิตระบบผลิตพลังงานแสงอาทิตย์โดยใช้ชุดเซลล์แสงอาทิตย์

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพื่อเป็นเครื่องมือศึกษาประสิทธิภาพของชุดสาธิตระบบผลิตพลังงานแสงอาทิตย์โดยใช้ชุดเซลล์แสงอาทิตย์ ขั้นตอนในการสร้าง คือ

ศึกษาเนื้อหาในรายวิชากรรมโรงงานผลิตกำลัง เรื่องการผลิตพลังงานแสงอาทิตย์โดยใช้ชุดเซลล์แสงอาทิตย์

ระบุสัดส่วนความสัมพันธ์ของเนื้อหาต่อวัตถุประสงค์ในการสอนกับการให้น้ำหนักความสำคัญของพฤติกรรมการเรียนรู้ในแต่ละวัตถุประสงค์ เพื่อสร้างแบบทดสอบวัดผลก่อนและหลังการเรียน จำนวน 15 ข้อ

3. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

ชุดสาธิตระบบผลิตพลังงานแสงอาทิตย์โดยใช้ชุดเซลล์แสงอาทิตย์ ได้ผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน และประเมินความพึงพอใจโดยนักศึกษาจำนวน 30 คน จากนั้นนำไปหาประสิทธิภาพของใบงานที่สร้างขึ้น ซึ่งใช้การคำนวณได้ดังนี้

3.1 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลทางผู้จัดทำได้เลือกสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลดังต่อไปนี้

1.1 ค่าสถิติพื้นฐาน [11]

1) ค่าเฉลี่ย (Mean) ใช้สูตรดังนี้

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N} \quad (1-1)$$

เมื่อ \bar{X} แทน คะแนนเฉลี่ย

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดในกลุ่ม

N แทน จำนวนคน

3.2 ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ใช้สูตรดังนี้

$$S = \sqrt{\frac{N\sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}} \quad (1-2)$$

เมื่อ S แทน ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

X แทน คะแนน

$\sum X$ แทน ผลรวม

N แทน จำนวนคน

3.3 ค่าสถิติการหาประสิทธิภาพ E_1 / E_2

วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลแบบ E_1 / E_2 โดยใช้ เกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดระดับการประยุกต์ความรู้ (Applied knowledge : A) 80/80 และระดับการส่งถ่ายความรู้ (Transferred knowledge : T) 80/80 โดย 80 แรกเป็นเปอร์เซ็นต์ของผู้ทำแบบทดสอบหลังเรียนถูกต้องเป็นประสิทธิภาพของกระบวนการ และ 80 ตัวหลังเป็นเปอร์เซ็นต์ของผู้ทำแบบทดสอบวัดผลถูกต้องเป็นประสิทธิภาพของผลลัพธ์

เกณฑ์มาตรฐาน E_1 / E_2 เป็นเกณฑ์ที่ใช้ในการเปรียบเทียบคะแนนที่ได้จากการประเมินในกระบวนการเรียนการสอนกับคะแนนที่ได้จากการสอบครั้งสุดท้าย (Final) หลังจากเรียนจบเรื่อง หรือผลการเรียนรู้ที่คาดหวังแต่ละข้อ ถ้าเป็นนักเรียนกลุ่มที่เรียนเก่งควรตั้งเกณฑ์ที่ 90/90 ส่วนนักเรียนที่ค่อนข้างอ่อน ควรใช้เกณฑ์ 70/70 หรือ 80/80 แล้วแต่ความยากง่ายของสาระ

E_1 เป็นร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของคะแนนทั้งหมดในห้อง ที่เก็บจากกิจกรรม เช่น ใบงาน แบบฝึกหัดแบบทดสอบย่อย ในระหว่างเรียนเรื่องนั้นๆ หรือผลการเรียนรู้ที่คาดหวังในจุดประสงค์นั้นๆ

สูตรที่ใช้ คือ
$$E_1 = \frac{\bar{X}_1}{N_1} \times 100 \quad (1-3)$$

เมื่อ E_1 แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการเรียนการสอน

\bar{X}_1 แทน คะแนนเฉลี่ยคะแนนระหว่างเรียน ของนักเรียนทั้งหมด

N_1 แทน คะแนนเต็มที่ได้ระหว่างเรียน

E_2 เป็นร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากการสอบหลังเรียน หรือการสอบครั้งสุดท้ายของผลการเรียนรู้ที่คาดหวังในจุดประสงค์นั้นๆ

สูตรที่ใช้ คือ
$$E_2 = \frac{\bar{X}_2}{N_2} \times 100 \quad (1-4)$$

เมื่อ E_2 แทน ประสิทธิภาพของเรียนการสอนหลังจากเรียนจบ

\bar{X}_2 แทน คะแนนเฉลี่ยสอบครั้งสุดท้าย ของนักเรียนทั้งหมด

N_2 แทน คะแนนเต็มของการสอบครั้งสุดท้าย

ตารางที่ 1 ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญชุดสาธิตระบบผลิตพลังงานแสงอาทิตย์โดยใช้ชุดเซลล์แสงอาทิตย์

รายการประเมิน	\bar{X}	S.D.	แปลผล
1. ขนาดความเหมาะสมของชุดสาธิต	4.6	0.548	มากที่สุด
2. รูปร่างของชุดทดลองก่อให้เกิดแรงจูงใจ	4.6	0.548	มากที่สุด
3. ความเหมาะสมของตำแหน่งอุปกรณ์	3.6	0.894	มาก
4. ความแข็งแรงของชุดสาธิต	3.8	0.837	มาก
5. ความเหมาะสมของวัสดุที่นำมาใช้สร้างชุดสาธิต	4.2	0.837	มาก
6. ความสะดวกในการดูแลรักษาอุปกรณ์	3.8	0.447	มาก
7. ความสัมพันธ์ของชุดสาธิตกับใบงาน	4.2	0.837	มาก
8. ความสะดวกในการจัดเตรียมการสาธิต	4	0.447	มาก
9. ความปลอดภัยในขณะที่ทำการสาธิต	4	0.837	มาก
10. คุณค่าทางวิชาการของชุดสาธิต	4.6	0.548	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวม (\bar{X})	4.14		

จากตารางที่ 1 ผลประเมินของผู้เชี่ยวชาญด้านใบงานพบว่ามีความเหมาะสมในระดับมาก

ผลการศึกษาประสิทธิภาพของชุดทดลอง ประสิทธิภาพของชุดทดลองพิจารณาจากสัดส่วนระหว่างร้อยละของ คะแนนสอบระหว่างเรียนและหลังการเรียนดังค่าในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ร้อยละของคะแนนจากการทดสอบความรู้ระหว่างเรียนและหลังเรียน

คะแนน	ระหว่างเรียน	หลังเรียน
ร้อยละ	77.66	81.66

จากตารางที่ 2 ผลการคำนวณประสิทธิภาพของชุดสาธิตระบบผลิตพลังงานแสงอาทิตย์โดยใช้ชุดเซลล์แสงอาทิตย์ พบว่ามีประสิทธิภาพ 77.66/81.66

3. ผลการประเมินความพึงพอใจของนักศึกษา

ผู้วิจัยได้นำใบงานที่สร้างขึ้นไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างในนักศึกษาระดับปริญญาตรีที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาวิศวกรรมโรงงานผลิตกำลัง จำนวน 30 คนซึ่งหลังจากการเรียนการสอนด้วยใบงานพบว่าผู้เรียนมีการพัฒนาการเรียนเพิ่มมากขึ้นและความพึงพอใจของนักศึกษาต่อชุดทดลองอยู่ในระดับ มาก

ตารางที่ 3 ผลการประเมินความพึงพอใจของนักศึกษา

รายการประเมิน	\bar{X}	S.D.
1. ใบงานออกแบบได้เหมาะสมกับผู้เรียน	4.60	0.54
2. ใบงานสามารถเสริมทักษะต่อวงจรระบบผลิตพลังงานชุดเซลล์แสงอาทิตย์ ได้	4.60	0.54
3. ความน่าสนใจของใบงาน	4.40	0.54
4. ใบงานสอดคล้องวัตถุประสงค์	4.40	0.54
5. ความถูกต้องของภาษาที่ใช้	3.60	0.54
6. รูปแบบของใบงานมีความชัดเจน	3.80	0.44
7. รูปแบบของใบงานมีความเหมาะสม	4.00	0.70
8. คำอธิบายขั้นตอนในใบงานชัดเจน	3.80	0.44
9. ใบงานมีรูปแบบกระตุ้นกระบวนการเรียนรู้ของนักศึกษา	4.20	0.83
10. ลำดับขั้นตอนการในใบงานเหมาะสม	4.80	0.44
ค่าเฉลี่ยรวม (\bar{X})	4.22	

จากตารางที่ 3 ผลประเมินพบว่าความพึงพอใจของนักศึกษาต่อชุดทดลองมีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.22 มีความเหมาะสมในระดับ มาก

4. สรุปผลและอภิปรายผล

บทความวิจัยนี้เป็นกรนำเสนอการออกแบบและหาประสิทธิภาพชุดสาธิตระบบผลิตพลังงานแสงอาทิตย์โดยใช้ชุดเซลล์แสงอาทิตย์ ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. ผลการประเมินใบงานโดยผู้เชี่ยวชาญ

บทความวิจัยนี้ใช้แบบประเมินความเหมาะสมของชุดสาธิตและใบงานเรื่องชุดสาธิตระบบผลิตพลังงานแสงอาทิตย์โดยใช้ชุดเซลล์แสงอาทิตย์ โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน โดยใช้คะแนนตามลักษณะของมาตราส่วนประมาณค่าของลิเคิร์ต ให้คะแนน 5 ระดับ คือ ระดับคือ มากที่สุด, มาก, ปานกลาง, น้อย, น้อยที่สุด ผลการวิจัยพบว่าการประเมินด้านความเหมาะสมใบงานมีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.16 มีความเหมาะสมในระดับ มาก และชุดทดลองมีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.14 มีความเหมาะสมในระดับ มาก

2. การหาค่าประสิทธิภาพของชุดสาธิตระบบผลิตพลังงานแสงอาทิตย์โดยใช้ชุดเซลล์แสงอาทิตย์ โดยพิจารณาจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่างจากสอบก่อนเรียนซึ่งคะแนนที่ได้มีค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 77.66 และสอบหลังเรียนซึ่งคะแนนที่ได้มีค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 81.66

3. ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนต่อใบงาน ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อใบงานเรื่องชุดสาธิตระบบผลิตพลังงานแสงอาทิตย์โดยใช้ชุดเซลล์แสงอาทิตย์หลังจากใช้ในการเรียนการสอนในวิชารายวิชาวิทยุวิศวกรรมโรงงานผลิตกำลัง ซึ่งมีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.22 มีความเหมาะสมในระดับ มาก

5. กิตติกรรมประกาศ

ทางคณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ที่ให้การสนับสนุนทุนในการนำเสนองานทางวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 13

6. เอกสารอ้างอิง

Chamanan, P., Suchin, V., & Tweesak, C. 2021. *The Effects of Inquiry Learning Management and Problem Based Learning Management in the Basic Science Course on Scientific Problem-Solving Ability and Scientific Mind of Mathayom Suksa III Students at Matthayom Wat Bueng Thonglang School*

Panumat, M., Phronntip, K., Ittirit, L., Kasem, S., & Intira, M. 2021. *The Education Act: Significance for Learning Management in the 21st Century. The Journal of Pacific Institute of Management Science (Humanities and Social Sciences) 7(3) : 74-86. [in Thai]*

ไพโรจน์ ตรีธรรณกุล. 2541. *วิธีการสอนภาคปฏิบัติ*. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

วัลลภ จันทร์ตระกูล. 2552. *การออกแบบสร้าง และ ประเมินประสิทธิภาพชุดการสอน : ทำอย่างไรให้เป็นตรรกะ (Logic). เทคนิคศึกษาวารสารทางการศึกษาเพื่อมวลชน*. ฉบับเดือน กรกฎาคม-กันยายน : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

พูลทรัพย์ นาคานาค. 2552. *เอกสารประกอบการเรียนการสอน วิชาการวิจัยทางการศึกษา*. คณะครุศาสตร์ :

มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต.

วิภาดา วงศ์สุริยา พัฒนพงษ์ สิริไพฑูริย์ และพีรพล จันทร์หอม. 2563. *การพัฒนาชุดฝึกพื้นฐานวงจรไฟฟ้าของ*

เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนรายวิชาการทำความเย็นและการปรับอากาศ. สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์.

ชัยยงค์ พรหมวงศ์. 2556. *การทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน*. วารสารศิลปการศึกษาศาสตร์

อนิวรรณ พลรักษ์ และ สมศักดิ์ อรรถทิมากุล. 2556. *การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรมเรื่อง*

ไมโครคอนโทรลเลอร์และการประยุกต์ใช้งานหุ่นยนต์พื้นฐาน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ดิเรก มณีวรรณ, พินิจ เนื่องภิรมย์ และ สมศักดิ์ อรรถทิมากุล. 2559. *การพัฒนาชุดการสอนเรื่องวงจรช่องแคบในท่อนำคลื่น*.

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

กรกช ฐระกิจ. 2561. *การพัฒนาสื่อการสอนมัลติมีเดียและสื่อชิ้นงานจริงรายวิชางานวัดละเอียดช่างยนต์*.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและการอนุรักษ์พลังงาน. 2563. *เทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์. (ออนไลน์). แหล่งที่มา:*

http://stasolar.orgfree.com/SUNTECH/sun_tech.htm.

การทดสอบประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูง

Thermal Efficiency Test of High Efficiency Cooking Stove

มานะ วิชางาม พัฒนพงษ์ แก้วโพธิ์ วุฒิชัย จันทร์โทริ อติศักดิ์ เดชปองหา สมพร คำไชย
ธีรพงษ์ ดวงโกลา เกษมสันต์ บุชบงก์ และ ไตรทศ แก้วเหง้า

Mana Wichangarm, Pattanapong Kaewpho, Wutichai Chantori, Adisak Detpongaha,
Somporn Kamchai, Theerapong Duangtola, Kasamesan Boosabong
and Traitot Kaewngao

สาขาวิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรมเครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น อ.เมือง จ.ขอนแก่น 40000
Department of Mechanical Technology Education, Faculty of Technical Education,
Rajamangala University of Technology Isan Khon Kaen Campus, Khon Kaen, 40000
e-mail: mana.wi@muti.ac.th 043-283704

บทคัดย่อ

บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบประสิทธิภาพเชิงความร้อน ของเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูงที่ใช้รังผึ้งแบบดั้งเดิมที่ทำจากดินเหนียว มีจำนวนรูรังผึ้ง 44 รู ความหนาผนัง 30 มิลลิเมตร และมีอัตราส่วนเส้นผ่านศูนย์กลางรูรังผึ้งบนต่อล่าง 13:14 มิลลิเมตร เปรียบเทียบกับเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูงที่ใช้รังผึ้งทำจากเหล็กหล่อ มีจำนวนรูรังผึ้ง 44 รู ความหนาผนัง 10, 20 และ 30 มิลลิเมตร และมีอัตราส่วนเส้นผ่านศูนย์กลางรูรังผึ้งบนต่อล่าง 13:14 มิลลิเมตร ด้วยหลักการ Water Boling Test จากการศึกษาพบว่า เตาหุงต้มประสิทธิภาพสูงที่ใช้เหล็กหล่อที่มีความหนาทำรังผึ้ง 10 มิลลิเมตร มีประสิทธิภาพเชิงความร้อนเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 43.65% รองลงมาเป็นรังผึ้งที่มีความหนา 20 มิลลิเมตร 30 มิลลิเมตร และรังผึ้งแบบดั้งเดิม โดยมีประสิทธิภาพเชิงความร้อน เท่ากับ 41.32%, 40.76% และ 38.8% ตามลำดับ จากการวิเคราะห์พบว่า วัสดุและความหนาของวัสดุที่ใช้ทำรังผึ้งมีผลต่อประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูง

คำสำคัญ: เตาหุงต้มประสิทธิภาพสูง รังผึ้ง ดินเหนียว เหล็กหล่อ ประสิทธิภาพเชิงความร้อน

Abstract

The research aims to investigate the thermal efficiency of high efficiency cooking stove on original grate with clay of grate holes is 44, thickness of grate is 30 mm and the diameter ratio of hole is 13:14 mm. Compare with high efficiency cooking stove on new grate with cast iron of grate holes is 44, thickness of grate are 10 mm, 20 mm and 30 mm and the diameter ratio of hole is 13:14 mm. The thermal efficiency of all burners were tested by water boiling test. From testing, the thermal efficiency of high efficiency cooking stove on new grate with cast iron of grate thickness is 10 mm was 43.65% followed by the thickness of grate are 20 mm, 30 mm and original grate 41.32%, 40.76% and 38.8% respectively. From the analysis, it was found that the material and thickness of grate affected to thermal efficiency of high efficiency cooking stove.

Keywords: high efficiency cooking stove, grate, clay, cast iron, thermal efficiency

1. บทนำ

เตาหุงต้มประสิทธิภาพสูง (High Efficiency Cooking Stove, HECS) เป็นเตาที่ใช้ถ่านไม้เชื้อเพลิงอีกรูปแบบหนึ่ง ที่ออกแบบถูกต้องตามหลักวิชาการ (ศูนย์วิจัยและบริการด้านพลังงาน ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2549) และ (สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้, 2558) จุดเด่นคือ มีรูปร่างเพียว ให้ความร้อนสูง เสาเตาสามารถรองรับ ภาชนะได้หลายขนาด อายุการใช้งานยาวนาน ประหยัดถ่านไม้เชื้อเพลิงได้มากกว่าเมื่อเทียบกับเตาหุงต้มแบบดั้งเดิม (สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้ กรุงเทพมหานคร, 2559) และ (คู่มือกระบวนการผลิตและการใช้งานเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูง, 2550)

เมื่อจุดไฟถ่านไม้เชื้อเพลิงที่ห้องเผาไหม้จะทำให้ห้องเผาไหม้มีอุณหภูมิที่สูงกว่าบริเวณรอบๆ จากความแตกต่างของ อุณหภูมิทำให้อากาศจากปากเตาด้านล่างไหลผ่านรูรังผึ้งไปผสมกับถ่านไม้เชื้อเพลิงที่กำลังลุกไหม้ ทำให้การเผาไหม้สมบูรณ์ ก่อนที่

อากาศที่ร้อนจากห้องเผาไหม้จะลอยขึ้นด้านบนเพื่อให้ความร้อนกับภาชนะที่วางเหนือห้องเผาไหม้ หรือกล่าวได้ว่ากระบวนการการเผาไหม้ของถ่านไม้เชื้อเพลิงในห้องเผาไหม้เตาหุงต้มประสิทธิภาพสูงอาศัยการพาความร้อนตามธรรมชาติ (Natural convection heat transfer) กระบวนการการเผาไหม้ที่ประกอบด้วย 3 ปัจจัยที่สำคัญ คือ 1. ความร้อน ต้องมีอุณหภูมิที่สูงพอที่จะทำให้เชื้อเพลิงติดไฟได้ 2. เชื้อเพลิง ต้องมีค่าความร้อนที่สูงและมีปริมาณที่เหมาะสม และ 3. อากาศ ต้องมีปริมาณที่เพียงพอต่อการเผาไหม้เชื้อเพลิง (มานะ และ ธนรัฐ, 2555)

อย่างไรก็ตามการเผาไหม้ของถ่านไม้เชื้อเพลิงในห้องเผาไหม้ของเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูง (1) ความร้อน คือความร้อนที่ได้จากการเผาไหม้ถ่านไม้เชื้อเพลิงซึ่งจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับชนิดของถ่านไม้เชื้อเพลิง (2) เชื้อเพลิง คือถ่านไม้ที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงในห้องเผาไหม้ โดยค่าความร้อนของถ่านไม้เชื้อเพลิงจะแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับอายุของไม้ ชนิดของไม้ รวมถึงกระบวนการในการเผาถ่าน ถ่านมีผลต่อค่าความร้อนของถ่านไม้ทั้งสิ้น ปกติค่าความร้อนของถ่านไม้เชื้อเพลิงจะอยู่ในช่วง 8,080 – 2,602 กิโลจูล ต่อ 1 กรัม (คู่มือค่าความร้อนของไม้และถ่าน, 2565) (3) อากาศ คืออากาศแวดล้อมที่ไหลเข้าทางปากเตาด้านล่างผ่านรูรั้งผึ้งเพื่อเข้าไปผสมกับกระบวนการการเผาไหม้ของถ่านไม้เชื้อเพลิงในห้องเผาไหม้ทำให้การเผาไหม้สมบูรณ์ จาก 3 ตัวแปรดังกล่าวพบว่า ความร้อนและเชื้อเพลิงเป็นสิ่งที่ควบคุมได้ค่อนข้างยากเพราะถ่านไม้ที่ใช้จะมาจากต้นไม้อันไหนในท้องถิ่นซึ่งไม้แต่ละชนิดก็จะมีค่าความร้อนดังที่กล่าวข้างต้น ส่วนความร้อนหรืออุณหภูมิของการเผาไหม้ก็ขึ้นกับชนิดของถ่านไม้เป็นหลัก ดังนั้นสิ่งที่ควบคุมได้มากที่สุดคือส่วนของอากาศนั่นเอง

อากาศจะเข้าไปในเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูงจะไหลเข้าทางปากเตาด้านล่าง ผ่านรูรั้งผึ้งก่อนที่จะกระจายตัวเข้าสู่ห้องเผาไหม้ รูรั้งผึ้งเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูงเป็นรูปทรงกรวยคว่ำทำให้ดูดอากาศจากที่เข้าทางปากเตาด้านล่างได้ดี การกระจายรูรั้งผึ้งเหมาะสมทำให้อากาศกระจายทั่วห้องเผาไหม้ ห้องเผาไหม้ประหยัดถ่านไม้เชื้อเพลิง ทำให้การเผาไหม้ถ่านไม้เชื้อเพลิงสมบูรณ์ ที่ผ่านมามีกลุ่มนักวิจัยได้พยายามศึกษาเพื่อพัฒนาประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูงให้เพื่อสูงขึ้น อาทิ

(ธนิต และ นำพล, 2554) ได้ศึกษาพบว่าการผลิตรูรั้งผึ้งเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูงในปัจจุบันยังเจาะที่ละรูด้วยแรงงานคน และต้องใช้ผู้ที่มีความชำนาญในการผลิต ทำให้เป็นอุปสรรคในการส่งเสริมการผลิต จึงได้พัฒนาเครื่องผลิตรูรั้งผึ้งสำหรับเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูงที่ใช้งานได้ง่ายพบว่าลดเวลาในการผลิตรูรั้งผึ้งได้ประมาณ 42%

(มานะ และ ธนรัฐ, 2555) ได้ทำการจำลองการไหลของอากาศผ่านรูรั้งผึ้งเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูงโดยใช้วิธีพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ (Computational Fluid Dynamics, CFD) โดยทำการศึกษาเปรียบเทียบแบบจำลองความปั่นป่วนชนิด k- ϵ 3 รูปแบบ ได้แก่ Standard k- ϵ , renormalization group (RNG) k- ϵ และ Realizable k- ϵ จากการศึกษาพบว่า Realizable k- ϵ ให้ผลการคำนวณใกล้เคียงกับผลการทดลองมากที่สุด

(มานะ และ ธนรัฐ, 2555) ได้ทำการจำลองพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณกับการไหลของอากาศในเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูง เมื่อเลือกใช้แบบจำลองการแผ่รังสีความร้อนที่ต่างกัน 2 รูปแบบคือ P1 model และ DO model จากการศึกษาพบว่าแบบจำลองการแผ่รังสีความร้อน P1 model ให้ผลการคำนวณใกล้เคียงกับผลการทดลองมากที่สุด

(Wichangarm, Sriveerakul, and Aphornratana, 2012) ได้ทำการจำลองการไหลของอากาศในเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูงที่มีจำนวนรูรั้งผึ้งแตกต่างกัน 3 รูปแบบคือ 61 รู 44 รู และ 37 รู ภายใต้การพาความร้อนตามธรรมชาติแต่ไม่มีถ่านไม้เชื้อเพลิงในห้องเผาไหม้และไม่มีภาชนะที่ปากเตาด้านบน โดยใช้ CFD จากการศึกษาพบว่ารูรั้งผึ้ง 44 รู มีแนวโน้มประสิทธิภาพเชิงความร้อนดีที่สุด

(อภิสิทธิ์ และ ธนรัฐ, 2555) ได้ทำการศึกษาทดสอบประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูงเมื่อจำนวนและอัตราส่วนเส้นผ่านศูนย์กลางของรูรั้งผึ้งเปลี่ยนไปจากเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูงที่ผลิตตามมาตรฐานของกระทรวงพลังงาน (เตาต้นแบบ) ซึ่งทำการทดสอบโดยวิธี Water Boiling Test ที่สภาวะแวดล้อมเดียวกัน จากการศึกษาพบว่าจำนวนรูรั้งผึ้ง 44 รู มีประสิทธิภาพเชิงความร้อนสูงสุด นอกจากนี้ยังพบว่าจำนวนรูรั้งผึ้ง และอัตราส่วนเส้นผ่านศูนย์กลางรูรั้งผึ้งบนต่อล่าง มีผลต่อการไหลของอากาศที่เข้าสู่ห้องเผาไหม้และกระบวนการการเผาไหม้ และจะส่งผลต่อประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูง

(ธนรัฐ, มานะ และ ณรงค์ศักดิ์, 2558) ได้ทำนายพฤติกรรมของอากาศภายในเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูงในกรณีที่มีถ่านไม้เชื้อเพลิงในห้องเผาไหม้และมีภาชนะที่ปากเตาด้านบน ด้วยวิธีพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ (Computational Fluid Dynamics, CFD) ซึ่งพบว่าถ่านไม้เชื้อเพลิงในห้องเผาไหม้และภาชนะที่ปากเตาด้านบนมีอิทธิพลต่อพฤติกรรมการไหลของอากาศภายในเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูง และผลการศึกษาคัดล้องกับงานวิจัย (มานะ และ ธนรัฐ, 2555)

(วัชรายุทธ, นิรุต และ นำพน, 2562) ได้ทำการศึกษาลิ้นเตาที่มีผลต่อพฤติกรรมการไหลของอากาศในเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูง โดยใช้วิธีพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ (Computational Fluid Dynamics, CFD) โดยทำการศึกษารูปแบบลิ้น

เตาเกี่ยวกับ จำนวนรูลึ้นเตา ความหนาเส้นเตา และอัตราส่วนเส้นผ่านศูนย์กลางรูลึ้นเตาบนต่อล่างที่แตกต่างกันรวม 27 แบบ ซึ่งพบว่าลึ้นเตาที่มีจำนวนรู 44 รู หนา 30 มิลลิเมตร และมีอัตราส่วนเส้นผ่านศูนย์กลางรูลึ้นเตาบนต่อล่าง 13:14 มิลลิเมตร มีแนวโน้มการเผาไหม้ที่ดีที่สุด

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องข้างต้นจะพบว่าพฤติกรรมการไหลของอากาศในเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูงมีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตา ซึ่งรังผึ้งเป็นส่วนประกอบที่สำคัญอีกส่วนประกอบหนึ่งของเตาที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมการไหลของอากาศภายในเตา แต่รังผึ้งเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูงทั่วไปทำจากดินเหนียวซึ่งมีความยากในการเตรียมวัสดุ การเจาะ รวมถึงการรักษารูทรงของลักษณะทางกายภาพของรังผึ้ง ซึ่งถ้าหากนำรังผึ้งที่เจาะไปเผาตามกระบวนการทำรังผึ้งแล้วจะทำให้ดินเหนียวที่ทำรังผึ้งเกิดการเปลี่ยนรูปร่าง ทำให้ไม่ได้ขนาดตามที่ต้องการ

ดังนั้นบทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูงที่ใช้รังผึ้งแบบดั้งเดิมที่ทำจากดินเหนียว มีจำนวนรูรังผึ้ง 44 รู ความหนารังผึ้ง 30 มิลลิเมตร และมีอัตราส่วนเส้นผ่านศูนย์กลางรูรังผึ้งบนต่อล่าง 13:14 มิลลิเมตร (HECS 1) เปรียบเทียบกับเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูงที่รังผึ้งทำจากเหล็กหล่อมีจำนวนรูรังผึ้ง 44 รู อัตราส่วนเส้นผ่านศูนย์กลางรูรังผึ้งบนต่อล่าง 13:14 มิลลิเมตร มีความหนา 10 มิลลิเมตร (HECS 2) หนา 20 มิลลิเมตร (HECS 3) และ หนา 30 มิลลิเมตร (HECS 4) ตามลำดับ

2. วิธีการทดลองหรือวิธีการศึกษา

2.1 อุปกรณ์

1. เตาหุงต้มประสิทธิภาพสูงต้นแบบที่ผลิตตามมาตรฐานกระทรวงพลังงาน โดยรังผึ้งทำจากดินเหนียวหนา 30 มิลลิเมตร และมีจำนวนรูรังผึ้ง 44 รู แต่ละรูมีอัตราส่วนเส้นผ่านศูนย์กลางรูรังผึ้งบนต่อล่างเท่ากับ 13:14 มิลลิเมตร (HECS 1)

2. รังผึ้งทำจากเหล็กหล่อมีจำนวนรูรังผึ้ง 44 รู อัตราส่วนเส้นผ่านศูนย์กลางรูรังผึ้งบนต่อล่าง 13:14 มิลลิเมตร มีความหนา 10 มิลลิเมตร (HECS 2) หนา 20 มิลลิเมตร (HECS 3) และ หนา 30 มิลลิเมตร (HECS 4) ตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ

3. ถ่านไม้รวมที่ผ่านการทดสอบค่าความร้อน ซึ่งค่าความร้อนเฉลี่ย 28,652 kJ/kg จากการทดสอบของเครื่องบอมบ์แคลอรีมิเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตขอนแก่น

4. Data logger สำหรับบันทึกข้อมูลอุณหภูมิ

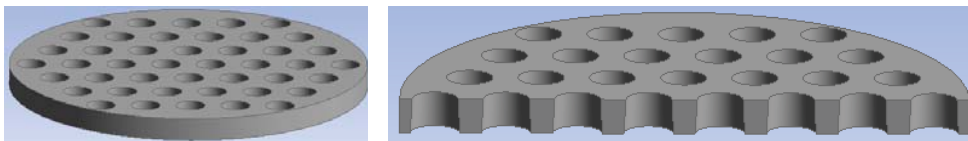
5. Thermocouple type K สำหรับวัดอุณหภูมิ

6. นาฬิกาจับเวลา

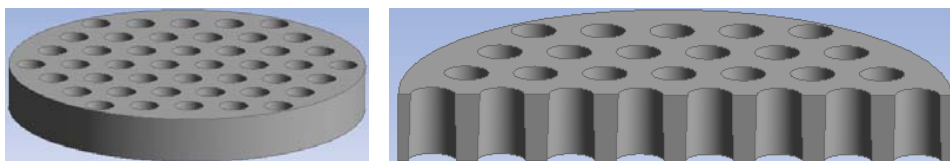
7. เครื่องชั่งน้ำหนัก ความละเอียด 0.01 kg

8. หม้ออะลูมิเนียมเบอร์ 26 (ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางหม้อ 26 เซนติเมตร)

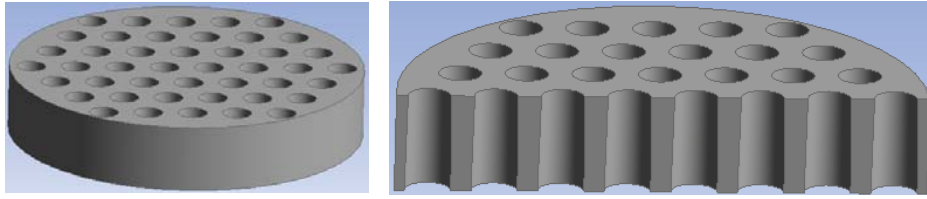
เพื่อให้สอดคล้องกับการใช้งานเตาจริง ในการทดสอบประสิทธิภาพเชิงความร้อนของงานวิจัยนี้จะทำการทดสอบที่ห้องโถง ไม่มีกระแสลมพัด



รูปที่ 1 รังผึ้งหนา 10 มิลลิเมตร



รูปที่ 2 รังผึ้งหนา 20 มิลลิเมตร



รูปที่ 3 รังผึ้งหนา 30 มิลลิเมตร

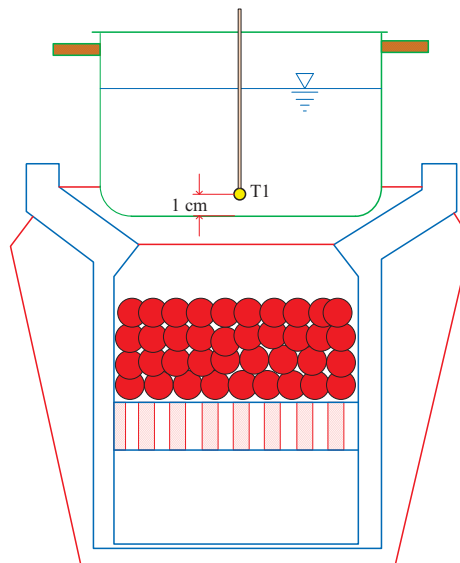
2.2 วิธีการทดสอบ

เพื่อให้ทราบประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูงที่ใช้วัสดุในการทำรังผึ้งและความหนาของรังผึ้งเปลี่ยนไป ตรงกับลักษณะการใช้งานจริงในชีวิตประจำวัน การทดสอบประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูง ของงานวิจัยนี้อ้างอิงวิธี WBT (Water Boiling Test) (Cookstove Emission and Efficiency in a Controlled Laboratory Setting, 2009) ซึ่งจะพิจารณาผลการศึกษารอบคลุมตลอดช่วงการทำงานของเตา (High power, High power (Hot start) และ Low power หรือ Cooling) งานวิจัยนี้กำหนดเวลาสิ้นสุดการทดลองที่ 100 นาที ซึ่งเป็นเวลาที่ถ่านไม้เชื้อเพลิงที่ใช้ในการทดลองมอดเกือบทั้งหมด ในส่วนขั้นตอนการทดลองเริ่มจาก

1. บรรจุน้ำในหม้ออะลูมิเนียมเบอร์ 26 จำนวน 3.8 กิโลกรัม จากนั้นติดตั้ง Thermocouple type K ที่ตำแหน่ง T1 ดังแสดงในรูปที่ 4

2. บรรจุถ่านไม้เชื้อเพลิงลงในเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูง จำนวน 0.5 kg
3. จุดไฟที่ถ่านไม้เชื้อเพลิง และนำหม้ออะลูมิเนียมวางบนเตา
4. บันทึกเวลาเริ่มต้น อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น น้ำหนักถ่านไม้เริ่มต้น

เพื่อความแม่นยำของผลการทดลองในแต่ละความหนาของรังผึ้งจะทำการทดลองจำนวน 3 ซ้ำ



รูปที่ 4 ตำแหน่งในการวัดอุณหภูมิ

2.3 ประสิทธิภาพเชิงความร้อน

ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูงหาได้จากสมการด้านล่าง

$$\eta_{th} = \frac{M_{w,i} \times C_{p,w} \times (T_b - T_i) + M_{w,evap} \times H_1}{M_f \times H_f}$$

เมื่อ

- $M_{w,i}$ คือ มวลของน้ำเริ่มต้น, kg
- $C_{p,w}$ คือ ค่าความจุความร้อนจำเพาะของน้ำ, kJ/kg-K
- T_b คือ อุณหภูมิน้ำเดือด, K
- T_i คือ อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น, K
- $M_{w,evap}$ คือ มวลของน้ำที่ระเหย, kg
- H_1 คือ ค่าความร้อนแฝงของการระเหยน้ำ, kJ/kg
- M_f คือ มวลของเชื้อเพลิง, kg
- H_f คือ ค่าความร้อนของเชื้อเพลิง, kJ/kg

เปอร์เซ็นต์การประหยัดพลังงาน (% Energy saving) ของเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูงที่ได้จากสมการด้านล่าง

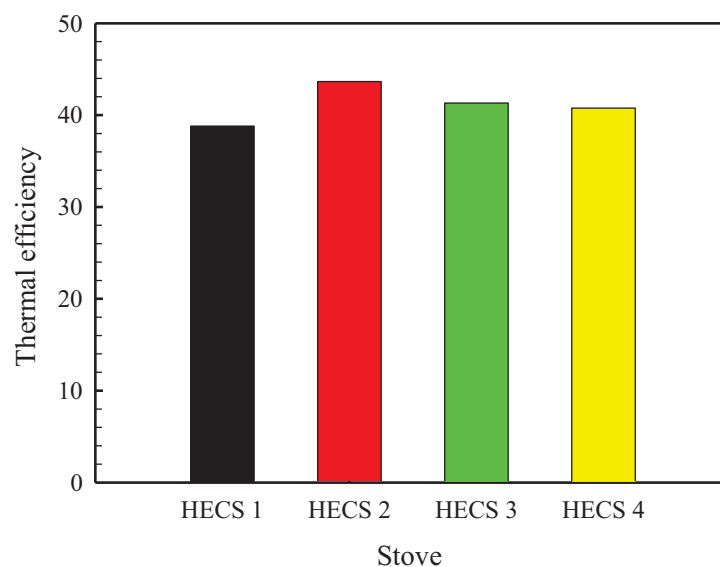
$$\%Energy\ saving = \frac{\eta_{th,2} - \eta_{th,1}}{\eta_{th,2}} \times 100$$

เมื่อ

- $\eta_{th,1}$ คือ ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูงที่ใช้ดินเหนียวทำรังผึ้ง (HECS 1)
- $\eta_{th,2}$ คือ ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูงที่ใช้เหล็กหล่อหนา 10 มิลลิเมตรทำรังผึ้ง (HECS 2)

3. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

จากผลการทดสอบประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูงที่ใช้รังผึ้งแบบดั้งเดิมที่ทำจากดินเหนียว มีจำนวนรูรังผึ้ง 44 รู ความหนารังผึ้ง 30 มิลลิเมตร และมีอัตราส่วนเส้นผ่านศูนย์กลางรูรังผึ้งบนต่อล่าง 13:14 มิลลิเมตร (HECS 1) เปรียบเทียบกับเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูงที่รังผึ้งทำจากเหล็กหล่อมีจำนวนรูรังผึ้ง 44 รู อัตราส่วนเส้นผ่านศูนย์กลางรูรังผึ้งบนต่อล่าง 13:14 มิลลิเมตร มีความหนา 10 มิลลิเมตร (HECS 2) หนา 20 มิลลิเมตร (HECS 3) และ หนา 30 มิลลิเมตร (HECS 4) ตามลำดับ พบว่า HECS 2 มีประสิทธิภาพเชิงความร้อนเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 43.65% รองลงมาเป็น HECS 3, HECS 4 และ HECS 1 โดยมีประสิทธิภาพเชิงความร้อน เท่ากับ 41.32%, 40.76% และ 38.8% ตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 5 สามารถคิดเป็นเปอร์เซ็นต์การประหยัดพลังงาน (%Energy saving) เท่ากับ 11.11%



รูปที่ 5 ประสิทธิภาพเชิงความร้อน

4. สรุป

จากการทดสอบประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูงเมื่อความหนาและวัสดุที่ทำรังผึ้งเปลี่ยนไปสามารถสรุปได้ดังนี้

1. ความหนาและวัสดุที่ใช้ทำรังผึ้งมีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูง โดยรังผึ้งที่ทำจากเหล็กหล่อมีจำนวนรูรังผึ้ง 44 รู อัตราส่วนเส้นผ่านศูนย์กลางรูรังผึ้งบนต่อล่าง 13:14 มิลลิเมตร มีความหนา 10 มิลลิเมตร (HECS 2) มีประสิทธิภาพเชิงความร้อนเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 43.65% สามารถคิดเป็นเปอร์เซ็นต์การประหยัดพลังงาน (%Energy saving) เท่ากับ 11.11%

2. รังผึ้งที่ทำจากเหล็กหล่อให้ประสิทธิภาพเชิงความร้อนสูงกว่ารังผึ้งที่ทำจากดินเหนียว ทุกความหนาอาจเป็นเพราะคุณสมบัติของเหล็กหล่อที่สามารถช่วยให้รังผึ้งไม่เสียรูป อีกทั้งเหล็กหล่อมีคุณสมบัติในการช่วยแผ่รังสีความร้อนได้ดีกว่าดินเหนียว จึงมีส่วนช่วยในการเหนี่ยวนำอากาศเข้าสู่ห้องเผาไหม้ได้ดีกว่า

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ สาขาครุศาสตร์อุตสาหกรรมเครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น ที่ให้การสนับสนุนทุนวิจัย

6. เอกสารอ้างอิง

คู่มือกระบวนการผลิตและการใช้งานเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูง. กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน ร่วมกับมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี: กันยายน 2550.

คู่มือค่าความร้อนของไม้และถ่าน. คู่มือค่าความร้อนของไม้และถ่าน, [ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา file:///D:/ME%20NETT%202022/paper%202/7.%20 คู่มือค่าความร้อนของไม้และถ่าน.pdf, เข้าดูเมื่อวันที่ 20/01/2565.

ธนรัฐ ศรีวีระกุล, มานะ วิชางาม และ ณรงค์ศักดิ์ ปิยะไพร, (2558). การทำนายพฤติกรรมการไหลของอากาศภายในเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูง. *การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 29 (ME-NETT 29)*, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จังหวัดนครราชสีมา

ธนิต เรืองรุ่งชัยกุล และ นำพล เผ่าผล (2554). การพัฒนาเครื่องต้นแบบผลิตรังผึ้งสำหรับเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูง. *การประชุมวิชาการ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ประจำปี 2554 “การพัฒนาอนาคตชนบทไทย: ฐานรากที่มั่นคงเพื่อพัฒนาประเทศไทยอย่างยั่งยืน”*, มหาวิทยาลัยขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น.

มานะ วิชางาม และ ธนรัฐ ศรีวีระกุล (2555), การจำลองการไหลของอากาศผ่านรูรังผึ้งเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูงโดยใช้โปรแกรม CFD [Simulation of air flow through a high efficiency cooking stove's grate using CFD], วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, ปีที่ 14 ฉบับที่ 2, น. 24 – 34.

มานะ วิชางาม และ ธนรัฐ ศรีวีระกุล (2555). การจำลองพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณกับการไหลของอากาศในเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูง เมื่อเลือกใช้แบบจำลองการแผ่รังสีความร้อนที่ต่างกัน. *การประชุมวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 8 (ENETT 8) ประจำปี 2555*, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จังหวัดมหาสารคาม.

ศูนย์วิจัยและบริการด้านพลังงาน ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ โครงการความร่วมมือระหว่างไทยกับประเทศเพื่อนบ้าน งานศึกษาเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูงในประเทศ สปป.ลาว, เสนอกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, กันยายน 2549.

สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้ กรุงเทพมหานคร, รายงานวิจัย การพัฒนาและส่งเสริมการใช้เตาหุงต้มประสิทธิภาพสูงแบบอบเนกประสงค์, 2559.

สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้, รายงานโครงการวิจัย การศึกษาเศรษฐกิจการทำเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูงถ่าน ปม. 1 คู่อาเซียน, 2558

วัชรายุทธ ลำดวน, นิรุต อ่อนสูง และ นำพน พิพัฒน์ไพบูลย์ (2562), รูปแบบของลิ้นเตาที่มีผลต่อพฤติกรรมการไหลของอากาศในเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูง [The Configuration of Grate Affect to the Behavior of Airflow in the High Efficiency Cooking Stove], วารสารวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครินทรวิโรฒ, ปีที่ 14 ฉบับที่ 1, น. 78 – 87.

อภิสิทธิ์ พรหมดอน และ ธนรัฐ ศรีวีระกุล (2555). การทดสอบประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูงเมื่อจำนวนและอัตราส่วนเส้นผ่านศูนย์กลางของรูรั้งผึ้งเปลี่ยนไป. *การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 26 (ME-NETT 26)*, มหาวิทยาลัยมหาวิทยาลัเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี กรุงเทพมหานคร.

Cookstove Emission and Efficiency in a Controlled Laboratory Setting, 2009, The Water Boiling Test Version 4.1.2, DARFT-October 1, 2009, Merhods.bioenergylists.org

Wichangarm, M., Sriveerakul, T., and Aphornratana, S., 2012, Numerical simulation of airflow in the high efficiency cooking stove, *The 4th International Engineering Conference 2012 (KKU-IENC 2012) "Driving together towards ASEAN Economic Community"* Faculty of Engineering Khon Kaen University, Thailand, May 10-12, 2012.

การพัฒนาเตาอบไมโครเวฟพร้อมลมร้อนสำหรับอบพืชสมุนไพร The Development of a Microwave-hot Air Oven for Drying Herbs

ดิเรก บุญธรรม

Direk Boonthum

สาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ เขตสาทร กรุงเทพมหานคร 10120

Department of Energy Technology for Environment, Faculty of Science and Technology,
Rajamangala University of Technology Krungthep. Sathon, Bangkok 10120, Thailand

E-mail: Direk.b@mail.rmutk.ac.th

บทคัดย่อ

ในงานวิจัยนี้เป็นการนำเสนอการพัฒนาเตาอบแห้งด้วยคลื่นไมโครเวฟร่วมกับลมร้อนสำหรับการอบแห้งพืชสมุนไพร เพื่อลดเวลาในการอบแห้งและเพิ่มประสิทธิภาพของเตาอบด้วยคลื่นไมโครเวฟให้สูงขึ้น ในการพัฒนาเตาอบไมโครเวฟนี้มีขั้นตอนซึ่งประกอบด้วย การจำลอง การออกแบบ การสร้าง และการทดสอบ ในการจำลองจะใช้โปรแกรม Comsol multiphysics เพื่อศึกษาการกระจายตัวของสนามไฟฟ้าในห้องคลื่น ซึ่งทำให้สามารถออกแบบเตาอบที่มีลักษณะสี่เหลี่ยมลูกบาศก์ขนาด $40 \times 50 \times 45 \text{ cm}^3$ ติดตั้งท่อนำคลื่นทั้งหมด 3 ตัว โดยมีจัดวางตำแหน่งที่เหมาะสมเพื่อส่งกำลังคลื่นเข้าไปในห้องคลื่นได้มากที่สุด และเกิดการกระจายตัวของสนามไฟฟ้าทั่วทั้งห้องคลื่น โดยออกแบบและสร้างระบบการอบแห้งเป็นแบบอบแห้งได้ทีละชุด (Batch type) สามารถจ่ายกำลังคลื่นได้สูงสุด 2.4 kW ติดตั้งขดลวดความร้อนขนาดกำลัง 1 kW โดยมีพัดลมเป่าผ่านขดลวดเพื่อให้เกิดเป็นลมร้อนหมุนเวียนภายในห้องคลื่น อากาศสามารถผ่านเข้า-ออกห้องคลื่นทางช่องอากาศเข้า (air inlet) และช่องปล่อยอากาศออก (air outlet) เพื่อให้เกิดความสมดุลของอุณหภูมิทั่วห้องคลื่น ในการทดสอบเครื่องอบแห้งด้วยไมโครเวฟร่วมกับลมร้อนต้นแบบที่ออกแบบและสร้างขึ้นพบว่า มีการกระจายของคลื่นไมโครเวฟที่สม่ำเสมอ และมีการรั่วไหลของคลื่นไมโครเวฟอยู่ในมาตรฐานความปลอดภัยของตู้อบไมโครเวฟของ The US Department of Health and Human Services (DHHS) และจากการศึกษาอบแห้งพริกสด พบว่า สามารถลดความชื้นในพริกให้เหลือ 20% ภายในเวลา 3-4 ชั่วโมง ดังนั้นระบบเตาอบไมโครเวฟร่วมกับลมร้อนที่ได้พัฒนาขึ้นมีคุณสมบัติที่เหมาะสมในการศึกษาวิจัยเพื่ออบแห้งพืชสมุนไพรที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้น

คำสำคัญ: การอบแห้งด้วยคลื่นไมโครเวฟร่วมกับลมร้อน การอบแห้งพืชสมุนไพร ระบบการอบแห้ง พริกอบแห้ง

Abstract

This research presents the development of a microwave drying oven combined with hot air for drying herbal plants, aiming to reduce drying time and improve the efficiency of the microwave oven. The development process of the microwave oven involves simulation, design, construction, and testing. In the simulation phase, the Comsol Multiphysics software is used to study the electromagnetic field distribution in the microwave chamber, allowing the design of a rectangular oven with dimensions of $40 \times 50 \times 45 \text{ cm}^3$ and the installation of three waveguides in optimal positions to maximize the penetration of microwave power into the chamber and achieve uniform field distribution throughout the chamber. The batch-type drying system is designed and constructed, capable of delivering a maximum microwave power of 2.4 kW and incorporating a 1 kW heating wire with a fan for internal air circulation. The air inlet and outlet are provided to achieve temperature uniformity inside the chamber. The performance of the drying oven is tested using chili peppers as a sample, and it is found that the moisture content of the peppers can be reduced to 20% within 3-4 hours. Therefore, the developed microwave oven combined with hot air possesses suitable characteristics for further research in drying high-efficiency herbal plants.

Keywords: microwave-hot air drying, herb drying, drying system, dried chili

ระบบฐานความรู้สำหรับการวินิจฉัยปัญหาการลงทะเบียน Knowledge Based System for Diagnosing Registration Problems

วรรณพร ทีเก่ง¹ และ พรคิต อ้นขาว²

Wannaporn Teekeng¹ and Pornkid Unkaw²

¹สาขาระบบสารสนเทศทางธุรกิจ คณะบริหารธุรกิจและศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เชียงใหม่

²สาขาระบบสารสนเทศ คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร กรุงเทพมหานคร

¹Business Information System, Rajamangala University of Technology Lanna, Chiang Mai

²Information System, Rajamangala University of Technology Phra Nakhon, Bangkok

E-mail: pornkid.u@rmutp.ac.th; Tel. 0-2665-3555

บทคัดย่อ

ระบบฐานความรู้สำหรับการวินิจฉัยปัญหาการลงทะเบียน มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาระบบฐานความรู้สำหรับวินิจฉัยปัญหาการลงทะเบียน 2) เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบ กรณีศึกษาในงานวิจัยนี้คือ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เชียงใหม่ เครื่องมือที่ใช้สำหรับการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย 1) ระบบฐานความรู้สำหรับวินิจฉัยปัญหาการลงทะเบียน 2) แบบประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบ ซึ่งการวิจัยเริ่มจากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องและสัมภาษณ์เจ้าหน้าที่งานทะเบียน จำนวน 3 คน และนำข้อมูลมาวิเคราะห์ ออกแบบในรูปของฐานกฎโดยใช้รูปแบบเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ เจ้าหน้าที่ทะเบียนจะตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล เครื่องมือที่ใช้พัฒนาคือภาษา JAVA และฐานข้อมูล MySQL โดยระบบแบ่งเป็น 3 ส่วน คือ ผู้ดูแลระบบ เจ้าหน้าที่งานทะเบียน และผู้ใช้งาน จากนั้นทดสอบและประเมินระบบด้วยแบบประเมินความพึงพอใจผู้ใช้งานจำนวน 30 คน ผลการวิจัยพบว่า ระบบฐานความรู้สำหรับการวินิจฉัยปัญหาการลงทะเบียนช่วยสนับสนุนผู้ใช้งานสามารถค้นหาสาเหตุและแนะนำวิธีการแก้ปัญหาเบื้องต้นได้ เจ้าหน้าที่งานทะเบียนลดภาระงานทำให้ทำงานมีประสิทธิภาพ และเชิงปริมาณพบว่า ผู้ใช้งานมีความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย 4.01 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.49

คำสำคัญ: ระบบฐานความรู้ ปัญหาการลงทะเบียน ระบบสารสนเทศ

Abstract

Knowledge Base System for diagnosis registration problem: The objectives of this research are: 1) To develop a knowledge base system for diagnosis registration problem. 2) To evaluate user satisfaction. The case study for this research is Rajamangala University of Technology Lanna, Chiang Mai. The tools used in this research include: 1) Knowledge base system for diagnosis registration problem. 2) User's satisfaction evaluation form. The researcher has been studying relevant documents and interviews 3 registration staff and data collected, analysis and design data into the Rule Base format, that used a decision tree technique. The registration staff will verify the accuracy of the data. The Knowledge Base System for diagnosis registration problem was developed by using Java language and the MySQL database. The system is divided into three parts: 1) Administrators 2) Registration staff members, and 3) users. Subsequently, the system was tested and evaluated using a user's satisfaction evaluation form with a sample size of 30 people. The result of research has found that: 1) The knowledge base system for diagnosing registration problems helps support users in identifying causes and providing preliminary solutions. The registration staff workload is reduced, more efficient work processes and 2) User's satisfaction with the system is high level with an average of 4.01 with standard deviation of 0.49.

Keywords: Knowledge based system, Registration Problems, Information system

1. บทนำ

การนำวิธีการเทคโนโลยีสารสนเทศมาช่วยการจัดการศึกษาส่งผลต่อประสิทธิภาพและยกระดับมาตรฐานการศึกษาได้ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เชียงใหม่ เป็นสถาบันอุดมศึกษาของไทยในภาคเหนือที่มีจำนวนนักศึกษา 14,412 คน (รายงานสรุปข้อมูลจำนวนนักศึกษา ปีการศึกษา 2/2565, สำนักส่งเสริมวิชาการและงานทะเบียนมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา, 2566, หน้า 1) ระบบงานทะเบียนกลาง สังกัดสำนักส่งเสริมวิชาการและงานทะเบียน เป็นหน่วยงานที่ทำหน้าที่บริหารจัดการ

ข้อมูลด้านวิชาการโดยมีปรัชญา ส่งเสริมวิชาการ บริหารจัดการด้วยเทคโนโลยีสารสนเทศ ให้มีประสิทธิภาพ ในกลุ่มงานทะเบียนมีหน้าที่ให้บริการด้านวิชาการ ปัญหาเรื่องการลงทะเบียนไม่ได้เป็นประเด็นปัญหาที่พบบ่อยๆ โดยนักศึกษาต้องไปติดต่อที่งานทะเบียนเพื่อขอบริการข้อมูล และแก้ปัญหาให้แล้วเสร็จให้ทันเวลาตามกำหนดการในปฏิทินการศึกษา ซึ่งจำนวนเจ้าหน้าที่ของงานทะเบียนมีไม่เพียงพอในการให้บริการข้อมูลแก่นักศึกษาที่มีจำนวนมาก ทำให้อาจมีข้อผิดพลาดในการทำงาน หรือมีความล่าช้าในการให้บริการจนทำให้ไม่สามารถแก้ไขปัญหาได้ทันเวลา ดังนั้นความรู้และประสบการณ์ของเจ้าหน้าที่ที่ให้บริการข้อมูลเป็นสิ่งสำคัญ การให้บริการข้อมูลที่ถูกต้องและรวดเร็ว ทำให้การทำงานที่มีประสิทธิภาพ

จากการวิเคราะห์พบว่า การให้บริการข้อมูลของเจ้าหน้าที่เป็นองค์ความรู้ที่ได้จากประสบการณ์ในการทำงาน ถือเป็นความรู้ของผู้เชี่ยวชาญที่สามารถแก้ปัญหาได้ทันที ซึ่งถือเป็นสิ่งสำคัญและควรรักษาความรู้และถ่ายทอดความรู้เพื่อให้การบริการมีประสิทธิภาพโดยปราศจากผลกระทบที่เกี่ยวข้องกับความรู้ของมนุษย์ เช่น ความเหนื่อยล้า อารมณ์ เป็นต้น การให้ความสำคัญในประเด็นดังกล่าวเป็นเครื่องมือที่ดีทางกลยุทธ์ทางการตลาดขององค์กรได้ จึงมีแนวคิดนาระบบผู้เชี่ยวชาญ หรือระบบฐานความรู้มาใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งแตกต่างจากโปรแกรมทั่วไปที่ระบบฐานความรู้สามารถจำลองกระบวนการทางความคิดและการแก้ไขปัญหาเชิงเหตุผลแบบมนุษย์ ตลอดจนแปลงองค์ความรู้ของมนุษย์และคำนวณได้ในเชิงเหตุผล ซึ่งโปรแกรมทั่วไปทำไม่ได้ ทำงานภายใต้อัลกอริทึมและฐานข้อมูล และได้เพียงแต่นำเสนอข้อมูลเท่านั้น (ชาญวิทย์ โสภณสุข, มุกตาภา ชาวประเสริฐ และภัทรชัย ลลิตโรจน์วงศ์, 2560, หน้า 57-71)

ระบบฐานความรู้ (Knowledge Based System: KBS) เป็นศาสตร์แขนงหนึ่งในปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence) เป็นแหล่งเก็บสารสนเทศของผู้เชี่ยวชาญที่รวบรวมจากการศึกษาและจากประสบการณ์ นำมาจัดให้เป็นระบบที่ให้คอมพิวเตอร์สามารถเรียกใช้ความรู้ผ่านโปรแกรม โดยใช้หลักการของกระบวนการที่มีเหตุผลสำหรับการแก้ปัญหาในเรื่องที่สนใจ ซึ่ง KBS มีส่วนประกอบ 3 ส่วนคือ (สมชาย นำประเสริฐชัย, 2544 และ พิชญา ขำมาก, 2558)

1) กฎฐานความรู้ เป็นส่วนที่เก็บความรู้แล้วแปลงให้อยู่ในรูปแบบของกฎและความสัมพันธ์ (Rule-base) ที่มีหลักเกณฑ์ในรูปแบบประโยค IF-THEN โดยที่

IF เรียกว่า ส่วนเงื่อนไข (Condition)
THEN เรียกว่า ส่วนข้อสรุปหรือการปฏิบัติ (Action)

กฎหนึ่งสามารถมีหลายเงื่อนไขได้ โดยนำ AND หรือ OR มาช่วย ข้อดีของการแสดงความรู้ด้วยกฎคือสามารถตรวจสอบการซ้ำกันของความรู้เพื่อลดการเวลาในการประมวลผลที่มีฐานความรู้ขนาดใหญ่ การนำเสนอความรู้ในรูปแบบต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree) ซึ่งมีองค์ประกอบ 2 ส่วน คือ โหนด (Node) สำหรับแทนความรู้ที่เป็นเป้าหมาย และ ลิงค์ (Links) ใช้แทนการเชื่อมโยงการตัดสินใจ

2) การอนุมาน เป็นการตรวจสอบฐานข้อมูลและตีความตามกฎที่อยู่ในฐานความรู้ การอนุมานมี 2 ส่วน คือ 1) การอนุมานแบบไปข้างหน้า (Forward Chaining Inference) เป็นการอนุมานโดยเริ่มการตรวจสอบข้อมูลกับกฎเกณฑ์ที่มีอยู่ในระบบจนกว่าจะสามารถหากฎเกณฑ์ที่สอดคล้องกับสถานการณ์แล้วจึงแสดงผลลัพธ์แก่ผู้ใช้งาน 2) การอนุมานแบบย้อนหลัง (Backward Chaining Inference) การอนุมานโดยเริ่มต้นจากเป้าหมาย (Goals) ที่ต้องการแล้วดำเนินการย้อนกลับเพื่อหาสาเหตุ

3) ฐานข้อมูล จัดเก็บสมมติฐานและสถานะเริ่มต้นหรือเงื่อนไขของปัญหาที่จะแก้ไข รวมถึงจุดเริ่มต้นในการเริ่ม กระบวนการค้นหาให้ได้มาซึ่งคำตอบในการแก้ปัญหา

วิศวกรรมความรู้ (Knowledge Engineering) คือ การสร้างกฎเพื่อประยุกต์ใช้กับข้อมูลเพื่อเลียนแบบกระบวนการคิดของผู้เชี่ยวชาญมนุษย์ และสามารถสร้างไลบรารีของวิธีการแก้ปัญหาและความรู้ที่เกี่ยวข้องที่ใช้วิเคราะห์ปัญหาโดยระบบที่ช่วยสนับสนุนการแก้ไขปัญหาให้มนุษย์ได้ (Frankenfield, 2022)

จากการศึกษาข้างต้น จึงนำมาเป็นแนวทางสร้างแบบจำลองการพัฒนาฐานความรู้สำหรับการวินิจฉัยปัญหา การลงทะเบียนสำหรับแก้ปัญหาการลงทะเบียน การศึกษาวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบฐานความรู้สำหรับการวินิจฉัยปัญหาการลงทะเบียน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เชียงใหม่ เพื่อสามารถแก้ปัญหาการลงทะเบียนของนักศึกษาได้ทันตามความต้องการ โดยนำความรู้และประสบการณ์จากผู้เชี่ยวชาญโดยเจ้าหน้าที่งานทะเบียนมาเก็บรวบรวมให้เกิดประโยชน์ พัฒนาเป็นระบบฐานความรู้ให้สามารถช่วยแนะนำข้อมูลเบื้องต้นในการแก้ปัญหาได้เอง และเป็นการลดภาระงานเจ้าหน้าที่งานทะเบียน

2. วิธีการทดลองหรือวิธีการศึกษา

งานวิจัยนี้ได้กำหนดขอบเขตในการวิจัย และวิธีการในการออกแบบและพัฒนาระบบ ดังนี้

2.1 ขอบเขตของการวิจัย

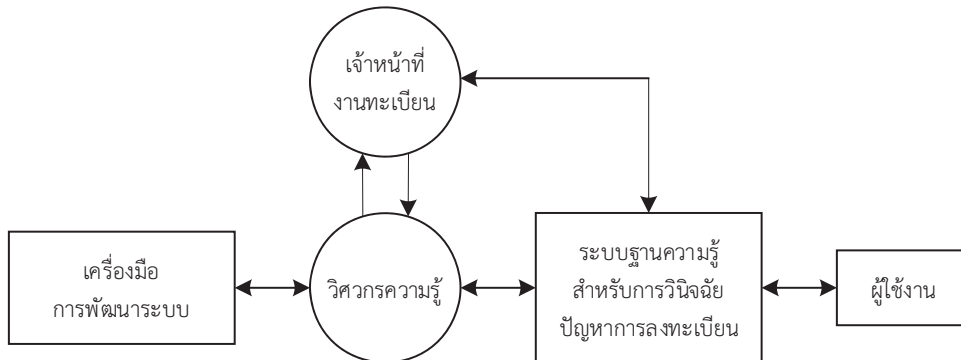
การวิจัยครั้งนี้ได้กำหนดขอบเขตการศึกษาจากประชากร และกลุ่มตัวอย่าง ดังนี้

กลุ่มที่ 1 เจ้าหน้าที่งานทะเบียน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เชียงใหม่ ที่มีหน้าที่แก้ไขปัญหาจากการลงทะเบียนให้แก่นักศึกษา และตรวจสอบการสร้างกฎเพื่อเก็บรวบรวมในฐานความรู้ โดยประชากรที่ศึกษาจากเจ้าหน้าที่งานทะเบียนโดยวิธีเฉพาะเจาะจง จำนวน 3 คน

กลุ่มที่ 2 ผู้ใช้งานระบบ หรือนักศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เชียงใหม่ ที่เป็นผู้ประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบ โดยใช้วิธีสุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน

2.2 การออกแบบและพัฒนาระบบ

ขั้นตอนการออกแบบและพัฒนาระบบใช้กระบวนการทางวิศวกรรมความรู้ (Knowledge Engineering) โดยมีวิศวกรความรู้เป็นผู้แสวงหาความรู้จากแหล่งความรู้จากผู้เชี่ยวชาญ (เจ้าหน้าที่งานทะเบียน) ออกแบบเลือกเครื่องมือพัฒนา พัฒนาระบบต้นแบบทดสอบระบบ นำไปใช้งาน ดังภาพที่ 1 (วรพร สวัสดิ์สินธุนาท, 2555, หน้า 13)



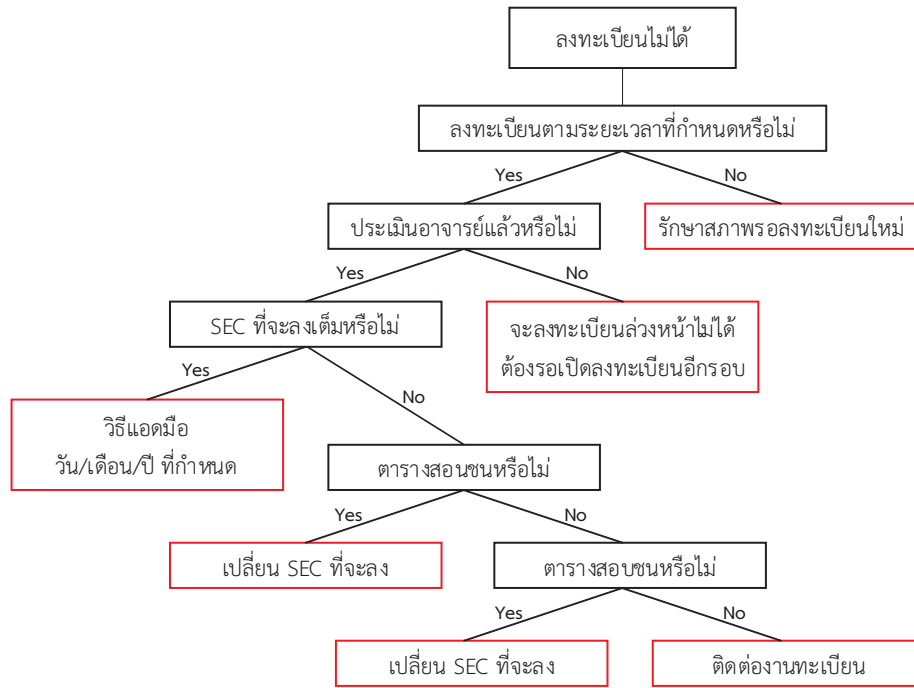
ภาพที่ 1 วิศวกรรมความรู้ในงานวิจัย

กระบวนการออกแบบระบบในงานวิจัยนี้มีขั้นตอนดังนี้

- 1) ศึกษาและการวิเคราะห์ปัญหาการลงทะเบียนในรูปแบบต่าง ๆ ที่ไม่สามารถลงทะเบียนได้ รวมทั้งวิธีการแก้ไขปัญหาและเอกสารต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องจากเจ้าหน้าที่งานทะเบียน
- 2) ออกแบบโครงสร้างของฐานความรู้โดยเลือกเครื่องมือพัฒนาในรูปแบบของฐานกฎ (Rule-base) ดังภาพที่ 2 เป็นกฎของปัญหาการลงทะเบียนไม่ได้ นอกจากนี้ยังมีโครงสร้างปัญหาอื่น เช่น การลงทะเบียนไม่สำเร็จ การขึ้นทะเบียนบัณฑิตไม่ได้ การติด F แต่ละประเด็นปัญหาถูกสร้างแบบจำลองในรูปแบบของต้นไม้การตัดสินใจ (Decision Tree) เพื่อวินิจฉัยปัญหาการลงทะเบียน โดยนำไปตรวจสอบโดยเจ้าหน้าที่งานทะเบียน และปรับแก้ตามคำแนะนำ ดังภาพที่ 3

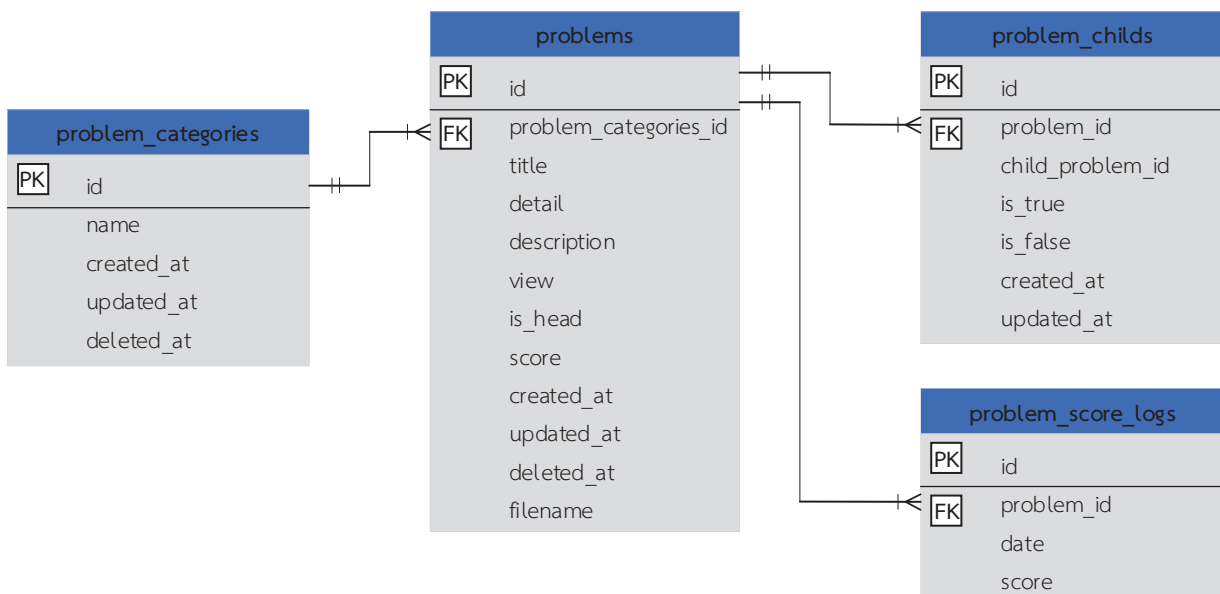
Rule 1: IF ลงทะเบียนไม่ได้ = YES AND ลงทะเบียนระยะเวลาตามกำหนด = NO THEN รักษาสภาพลงทะเบียนใหม่
 Rule 2: IF ลงทะเบียนไม่ได้ = YES AND ลงทะเบียนระยะเวลาตามกำหนด = YES AND ประเมินอาจารย์แล้ว = NO THEN ทะเบียนล่วงหน้าไม่ได้ต้องรอเปิด ลงทะเบียนอีกรอบ
 Rule 3: IF ลงทะเบียนไม่ได้ = YES AND ลงทะเบียนตามระยะเวลาตามกำหนด = YES AND ประเมินอาจารย์แล้ว = YES AND SEC ที่จะลงเต็ม = YES THEN วิธีแอดมือ วัน/เดือน/ปี ที่กำหนด
 Rule 4: IF ลงทะเบียนไม่ได้ = YES AND ลงทะเบียนตามระยะเวลาตามกำหนด = YES AND ประเมินอาจารย์แล้ว = YES AND SEC ที่จะลงเต็ม = NO AND ตารางสอนชน = YES THEN เปลี่ยน SEC ที่จะลง
 Rule 5: IF ลงทะเบียนไม่ได้ = YES AND ลงทะเบียนตามระยะเวลาตามกำหนด = YES AND ประเมินอาจารย์แล้ว = YES AND SEC ที่จะลงเต็ม = NO AND ตารางสอนชน = NO AND ตารางสอบชน = YES THEN เปลี่ยน SEC ที่จะลง
 Rule 6: IF ลงทะเบียนไม่ได้ = YES AND ลงทะเบียนตามระยะเวลาตามกำหนด = YES AND ประเมินอาจารย์แล้ว = YES AND SEC ที่จะลงเต็ม = NO AND ตารางสอนชน = NO AND ตารางสอบชน = NO THEN ติดต่องานทะเบียน

ภาพที่ 2 ตัวอย่างฐานกฎปัญหา “ลงทะเบียนไม่ได้”



ภาพที่ 3 ตัวอย่างต้นไม้ตัดสินใจของการวินิจฉัยปัญหา “ลงทะเบียนไม่ได้”

- 3) พัฒนาระบบฐานความรู้สำหรับการวินิจฉัยปัญหาการลงทะเบียน ในรูปแบบของเว็บเพจ มีผู้เกี่ยวข้อง 3 ส่วนคือ 1) ผู้ดูแลระบบ มีหน้าที่จัดการสิทธิการเข้าใช้งานของเจ้าหน้าที่ และจัดการความรู้ 2) เจ้าหน้าที่งานทะเบียน มีสิทธิการจัดการความรู้ในรูปแบบของฐานกฎ และ 3) ผู้ใช้งาน ซึ่งสามารถวินิจฉัยปัญหาการลงทะเบียนได้ด้วยตนเอง โดยได้ออกแบบฐานข้อมูลโดยใช้แบบจำลอง E-R Model (Entity Relationship Model) ดังภาพที่ 4 ประกอบด้วย 4 ตาราง ได้แก่ ตารางหมวดหมู่ของปัญหา (problem_categories) ตารางปัญหา (problems) ตารางกฎการเชื่อมโยงปัญหา (problem_childs) และตารางสถิติของปัญหา (problem_score_logs) เครื่องมือที่ใช้พัฒนาโปรแกรม โดยใช้ภาษา JAVA และ ฐานข้อมูล MySQL



ภาพที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล

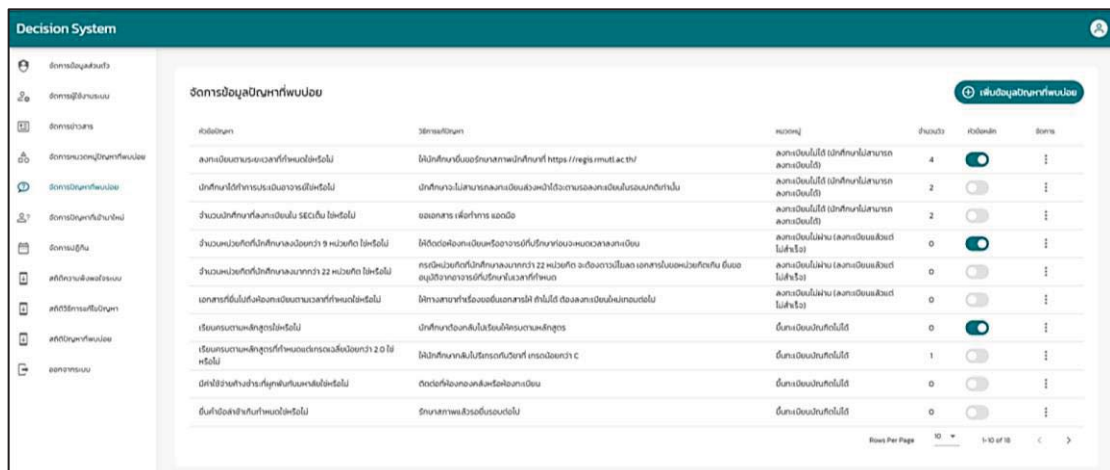
- 4) นำระบบไปใช้งานและประเมินความพึงพอใจผู้ใช้งานที่มีต่อระบบ แบบประเมินประกอบด้วย 3 ด้าน คือ 1) ด้านเนื้อหา 2) ด้านการออกแบบและจัดรูปแบบเว็บเพจ และ 3) ด้านประโยชน์และการนำไปใช้ โดยแบ่งระดับการประเมินความพึงพอใจ 5 ระดับ แปลความหมายความพึงพอใจจากระดับน้อยที่สุดถึงมากที่สุด

3. ผลการทดลองและวิจารณ์ผล หรือผลการศึกษาและอภิปรายผล

ผลการพัฒนาระบบฐานความรู้สำหรับการวินิจฉัยปัญหาการลงทะเบียน กรณีศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เชียงใหม่ ได้ผลการพัฒนาระบบแสดงดังนี้

3.1 ผลการทดลอง

ผลการพัฒนาระบบฐานความรู้สำหรับการวินิจฉัยปัญหาการลงทะเบียนผ่านเว็บเพจ ผู้ใช้งานมี 3 ส่วนคือ ผู้ดูแลระบบ เจ้าหน้าที่งานทะเบียน และผู้ใช้งาน (นักศึกษา) โดยผู้ดูแลระบบและเจ้าหน้าที่งานทะเบียนสามารถจัดการข้อมูลประเด็นปัญหาและวิธีการแก้ปัญหาเมื่อมีการปรับเปลี่ยนวิธีการแก้ปัญหาในภายหลังได้ รวมทั้งเมื่อมีประเด็นปัญหาและวิธีการแก้ปัญหาปรับปรุงเพิ่มเติมได้ ตลอดจนจัดเก็บข้อมูลสถิติปัญหาที่เกิดขึ้นบ่อยเพื่อเป็นข้อมูลนำไปแก้ปัญหาในอนาคตได้ ดังภาพที่ 5

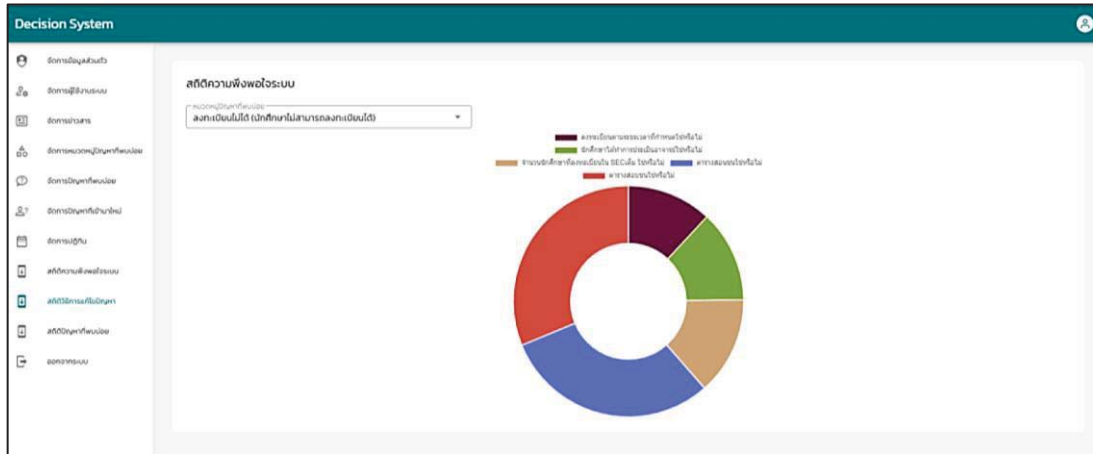


ภาพที่ 5 การจัดการข้อมูลประเด็นปัญหา

เมื่อการปฏิบัติงานมีการปรับเปลี่ยนประเด็นปัญหาและวิธีการการแก้ปัญหาสามารถปรับปรุงระบบงานให้สอดคล้องกับการทำงานจริง ดังภาพที่ 6 และในภาพที่ 7 ระบบสามารถสรุปสถิติประเด็นปัญหาที่พบเพื่อนำมาเป็นข้อมูลแก้ไขระบบการทำงานของงานทะเบียนได้



ภาพที่ 6 การจัดการข้อมูลประเด็นปัญหา



ภาพที่ 7 สรุปสถิติประเด็นปัญหาที่พบ

3.2 การประเมินการทดสอบระบบและความพึงพอใจ

การประเมินการทดสอบระบบและความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบการพัฒนาระบบฐานความรู้สำหรับการวินิจฉัยปัญหาการลงทะเบียน กรณีศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เชียงใหม่ โดยใช้วิธีสุ่มตัวอย่างแบบไม่เจาะจง ผู้ใช้งานจำนวน 30 คน พบว่าผลการประเมินความพึงพอใจพบว่าผู้ใช้งานมีการทดลองใช้ระบบและประเมินความพึงพอใจระบบอยู่ในระดับมาก ด้วยค่าเฉลี่ย 4.01 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.49 ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการประเมินความพึงพอใจ

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ		
	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ความหมาย
1. ด้านเนื้อหา	4.00	0.48	มาก
2. ด้านการออกแบบและจัดรูปแบบเว็บเพจ	3.88	0.47	มาก
3. ด้านประโยชน์และการนำไปใช้	4.15	0.51	มาก
เฉลี่ย	4.01	0.49	มาก

4. สรุป

การพัฒนาฐานความรู้สำหรับการวินิจฉัยปัญหาการลงทะเบียน กรณีศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เชียงใหม่ รวบรวมความรู้จากผู้เชี่ยวชาญ (เจ้าหน้าที่งานทะเบียน) ออกแบบในรูปของฐานกฎโดยใช้รูปแบบเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ และตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล เพื่อนำมาพัฒนาระบบในรูปแบบเว็บเพจให้ง่ายต่อการใช้งาน การทดสอบระบบกับผู้ใช้งาน และประเมินการใช้งานผู้ใช้ จำนวน 30 คน สามารถอภิปรายผลงานวิจัยได้ดังนี้ 1) ผู้ใช้งานหรือนักศึกษา ได้รับประโยชน์จากระบบฐานความรู้สำหรับการวินิจฉัยปัญหาการลงทะเบียน โดยระบบช่วยแก้ปัญหาการลงทะเบียนได้เองและมีการแนะนำวิธีการแก้ปัญหาเบื้องต้น นักศึกษาสามารถเข้าถึงระบบได้ผ่านเว็บไซต์ซึ่งสามารถใช้งานได้ทุกที่ทุกเวลา ลดเวลาการเดินทางและค่าใช้จ่ายสำหรับมาที่งานทะเบียน 2) เจ้าหน้าที่งานทะเบียน ได้รับประโยชน์จากระบบฐานความรู้สำหรับการวินิจฉัยปัญหาการลงทะเบียน โดยระบบช่วยลดภาระงานของเจ้าหน้าที่ที่ต้องตอบคำถามซ้ำ ๆ และสามารถใช้เวลาสำหรับการแก้ไขปัญหาที่ซับซ้อนได้อย่างมีประสิทธิภาพ 3) สามารถจัดเก็บความรู้ของผู้เชี่ยวชาญในด้านการแก้ปัญหาการลงทะเบียน ทำให้ไม่สูญเสียความรู้เมื่อบุคลากรไม่ได้ปฏิบัติงาน 4) เป็นกลยุทธ์ทางการตลาดการให้บริการสำหรับผู้มาใช้บริการและช่วยให้ทำงานได้รวดเร็วขึ้น 5) เป็นส่วนช่วยสนับสนุนการตัดสินใจให้กับผู้บริหารในการพัฒนาขีดความสามารถให้องค์กร 6) การเก็บรวบรวมความรู้มีประโยชน์มากมายแต่การได้มาของความรู้ที่รวบรวมได้ครบถ้วนสมบูรณ์ก็มีความยากเช่นกัน ดังนั้นฐานกฎที่นำมาพัฒนาอาจมีการปรับเปลี่ยนตามเวลาและสถานการณ์ ทำให้ระบบอาจต้องปรับปรุงด้วยเช่นกัน ผู้ใช้งานระบบประเมินความพึงพอใจต่อภาพรวมของระบบอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 4.01) โดยการประเมิน 3 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านเนื้อหา 2) ด้านการออกแบบและจัดรูปแบบเว็บเพจ และ 3) ด้านประโยชน์และการนำไปใช้

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่งานทะเบียนมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เชียงใหม่ ที่ให้ข้อมูลในการทำวิจัย

6. เอกสารอ้างอิง

- ชาญวิทย์ โสภณสุข มุกตภา ขาวประเสริฐ และภัทรชัย ลลิตโรจน์วงศ์. 2560. การศึกษาเพื่อพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญในการเลือกใช้บริการโลจิสติกส์. วารสารเทคโนโลยีสารสนเทศการะบัง. 5(1), 57-71.
- พิชญา ชำมาก. 2558. การพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อการวินิจฉัยปัญหาการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต กรณีศึกษา บริษัททรูอินเทอร์เน็ต. วิทยานิพนธ์ ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสารสนเทศศาสตร์เพื่อการศึกษา บัณฑิตมหาวิทยาลัยศิลปากร.
- วรพร สวัสดิ์ดินถนาท. 2555. การพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญสำหรับมาตรการในการอนุรักษ์พลังงานในโรงงานอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดเล็กวิศวกรรมความรู้. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (การจัดการอุตสาหกรรม). บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- สมชาย นำประเสริฐชัย. 2544. บทที่ 6 ตัวอย่างระบบสารสนเทศ. [online]. เข้าถึงจาก http://cslabs.jowave.com/MIS/Book/group6/6_3.html.
- สำนักส่งเสริมวิชาการและงานทะเบียน. 2566. รายงานสรุปข้อมูลจำนวนนักศึกษา ปีการศึกษา 2/2565. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา, 1.
- Frankenfield, J. 2022. Knowledge Engineering: What it Means, Examples. [online]. เข้าถึงจาก <https://www.investopedia.com/terms/k/knowledge-engineering.asp>.

หุ่นยนต์ดูดฝุ่นอัตโนมัติจากวัสดุเหลือใช้ต้นทุนต่ำ

Automatic Robotic Vacuum Cleaner from Low Cost Disposable Materials

ศรประภา มีแก้ว ภัณฑิรา สุนทรวิภาต อนันตญา อ่ำทิม ภัทรจิตร พีระสมบัติ

ณปภา วาดเขียน และ ชีวัน บุญธรรม

Siraprapa Meekaew, Pantira Sunthonwiphat, Anantaya Umtim, Pattarajit Peerasombat,

Napapha Wadkhian, and Sheewan Boonthum

โรงเรียนสาธิตนวัตกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี อ.ธัญบุรี จ.ปทุมธานี

Innovation Demonstration School of Rajamangala University of Technology Thanyaburi,

Thanyaburi, Pathumthani 12110, THAILAND

*Corresponding Author E-mail: sheewan_b@mutt.ac.th

บทคัดย่อ

ปัจจุบันประเทศไทยมีปริมาณขยะพลาสติกและโฟมเป็นจำนวนมาก รวมถึงกล่องนม UHT ที่บรรจุผลิตภัณฑ์นม และน้ำผลไม้ นับเป็นขยะที่พบได้มากแต่กำจัดยาก 400 ปียังไม่สลาย กล่องนมทำมาจากพลาสติก 4 ชั้น ผู้วิจัยจึงนำมาเป็นวัสดุในการประดิษฐ์หุ่นยนต์ เพื่อแก้ปัญหาในเรื่องของการทำความสะอาดบ้านสำหรับผู้ที่ไม่มีความสะดวกในการดูแลทำความสะอาดบ้านด้วยตนเอง หรือผู้ที่แสวงหาเครื่องทุ่นแรง สามารถใช้หุ่นยนต์ดูดฝุ่นอัตโนมัติจากวัสดุเหลือใช้ต้นทุนต่ำที่ประดิษฐ์จากกล่องนม UHT ควบคุมการทำงานโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์บอร์ด Arduino UNO R3 ควบคุมการขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ ควบคุมการใช้เซ็นเซอร์ตรวจจับวัตถุในการกำหนดทิศทางในการเคลื่อนที่และหลบหลีกสิ่งกีดขวาง ทำให้หุ่นยนต์สามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ และช่วยลดต้นทุนในการซื้อหุ่นยนต์ดูดฝุ่นตามท้องตลาด ผลการวิจัยพบว่า หุ่นยนต์ดูดฝุ่นอัตโนมัติจากวัสดุเหลือใช้ต้นทุนต่ำสามารถดูดฝุ่น เคลื่อนที่และหลบหลีกสิ่งกีดขวางได้ ด้วยตัวหุ่นยนต์ ใช้แบตเตอรี่ขนาด 11.1 โวลต์ ซึ่งรวมต้นทุนทั้งหมดอยู่ที่ประมาณ 500 บาท

คำสำคัญ: ไมโครคอนโทรลเลอร์ วัสดุเหลือใช้ หุ่นยนต์ดูดฝุ่น

Abstract

Currently, Thailand produces large amounts of plastic and foam waste including UHT milk cartons used for milk products and fruit juices. This is a very common waste product which is difficult to dispose. It does not decompose ever after 400 years because it consists of 4 layers of plastic, so the researchers have used it as a material in inventing the automatic vacuum robot. For the problem of cleaning the house by those who do not have time to clean by themselves or those who seek power-saving devices, this robot made from low-cost disposable materials fabricated from UHT milk cartons can be used to autonomously vacuum. It can be controlled using a microcontroller, an Arduino UNO R3 board to control the motor drive coupled with the use of ultrasonic sensors to detect objects to determine the direction of movement and avoid obstacles enabling the robot to be used efficiently and helping reduce the cost of buying a vacuum robot in the shop. The results showed that robotic vacuum cleaners work automatically which are made from disposable materials at low cost. It can vacuum, move swiftly to a direction, and avoid obstacles. The robot uses 11.1 volt batteries which totals to about 500 Baht.

Keywords: Microcontroller, Disposable Materials, Robotic Vacuum Cleaner

1. บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

ปัญหาขยะในปัจจุบันเป็นเรื่องที่ส่งผลกระทบต่อภาวะโลกร้อนอย่างมากหากจัดการไม่ถูกต้อง หรือถูกวิธีจะส่งผลให้เกิดมลพิษสู่ชั้นบรรยากาศและทำลายสิ่งแวดล้อม เช่นการกองรวมกัน การเผา หรือฝัง ทำให้เกิดการสร้างก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) หรือก๊าซมีเทน (CH₄) ซึ่งทั้งคู่คือก๊าซเรือนกระจกที่เป็นตัวการสำคัญให้เกิดสภาวะโลกร้อน ประเทศไทยมีปริมาณขยะพลาสติกและโฟมมากถึง 2.7 ล้านตัน หรือเฉลี่ย 7,000 ตันต่อวัน ใช้เวลาย่อยสลายนานถึง 450 ปีทั้งนี้ พบว่าขยะพลาสติกย่อยละ 50 กำจัดไม่ถูกวิธี ที่สำคัญขยะพลาสติกและโฟมหากใช้วิธีฝังกลบจะใช้พื้นที่มากกว่าขยะปกติถึง 3 เท่า หรือหากนำไปเผา

ทำลายจะทำลายสิ่งแวดล้อมอย่างมาก รวมทั้งมีสารตกค้างในสิ่งแวดล้อมจำนวนมาก เนื่องจากถุงพลาสติกทำจากเม็ดปิโตรเลียม ทำให้มีการปนเปื้อนของสารตกค้างในดินและน้ำ ทั้งนี้ขยะประเภทกล่อง UHT ที่บรรจุผลิตภัณฑ์นม ที่มีปริมาณมากในโรงเรียน นับเป็นขยะที่พบได้มากแต่กำจัดยาก 400 ปียังไม่สลาย เพราะมีพลาสติกถึง 4 ชั้น หากกำจัดไม่ถูกวิธีจะกลายเป็นแหล่งเพาะเชื้อโรคโดยเฉพาะไซ้แมลงวัน

นอกจากนี้วิถีชีวิตของคนเปลี่ยนไป การทำความสะอาดบ้านสำหรับผู้ที่ไม่ค่อยมีเวลาในการดูแลทำความสะอาดบ้านด้วยตนเอง หรือผู้ที่แสวงหาเครื่องทุ่นแรงในการทำความสะอาดบ้าน คือ เทคโนโลยีที่ช่วยให้การทำความสะอาดบ้านเป็นเรื่องง่ายขึ้น นั่นคือ “หุ่นยนต์ดูดฝุ่น” ที่ช่วยอำนวยความสะดวกในชีวิตประจำวัน เข้ามาใช้แทนเครื่องดูดฝุ่น แก้ปัญหาเรื่องการกวาดบ้าน สำหรับคนที่ไม่ค่อยมีเวลาทำความสะอาดหรือการทำความสะอาดที่ต้องใช้เวลาเป็นชั่วโมง กวาดซ้ำๆ หลากหลายรอบทำให้เสียเวลาในการทำความสะอาดบ้าน โดยหุ่นยนต์ดูดฝุ่นจะช่วยในการดูดสิ่งสกปรกทั่วไป เศษขยะขนาดเล็กที่เกิดจากการใช้งานของมนุษย์จากเศษอาหาร เศษจากกระดาษ เศษกล่อง หรือถุงพลาสติก รวมถึงฝุ่นละอองและเส้นผม

จากปัญหาและความสำคัญดังกล่าวทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะทำสิ่งประดิษฐ์หุ่นยนต์ดูดฝุ่นจากเศษวัสดุเหลือใช้ต้นทุนต่ำเพื่อเป็นการช่วยลดขยะจากกล่องนม เป็นการนำเศษวัสดุที่เหลือจากการใช้แล้วกลับมาประดิษฐ์เป็นสิ่งของถือเป็นการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่าอีกทางหนึ่ง และยังสามารถนำมาทำเป็นต้นแบบและนำไปจำหน่ายเพื่อลดค่าใช้จ่ายในการซื้อหุ่นยนต์ดูดฝุ่นในท้องตลาดทั่วไปลงอีกด้วย

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

เพื่อพัฒนาหุ่นยนต์ดูดฝุ่นต้นแบบจากวัสดุเหลือใช้ ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

1.3 ขอบเขตการทำงาน

- 1) หุ่นยนต์ดูดฝุ่นประดิษฐ์จากกล่องนม ซึ่งเป็นวัสดุเหลือใช้
- 2) หุ่นยนต์สามารถเคลื่อนที่ได้ หลบหลีกสิ่งกีดขวางในระยะของเซนเซอร์ได้
- 3) หุ่นยนต์สามารถดูดฝุ่นขนาดเล็ก ที่ไม่เกินความจุของกล่องเก็บเศษ เช่น เส้นผม โฟมขนาดเล็ก กระดาษชิ้นเล็ก ฝุ่นผง เป็นต้น

2. วิธีดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยได้ออกแบบด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่ประกอบไปด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การกำหนดปัญหา (Problem Identification) 2) การสืบค้นข้อมูล (Related Information Search) 3) การออกแบบวิธีแก้ปัญหาและการวางแผน (Solution Design) 4) การดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development) 5) การประเมินวิธีการแก้ปัญหา (Testing, Evaluation and Design Improvement) 6) การนำเสนอชิ้นงาน (Presentation) โดยมีรายละเอียดของแต่ละขั้นตอนดังนี้

2.1 การกำหนดปัญหา (Problem Identification)

ปัญหาขยะที่เหลือต่างๆ เช่น กล่องนมในโรงเรียน เป็นขยะเหลือใช้ที่ย่อยสลายและกำจัดได้ยาก อีกทั้งยังเป็นแหล่งเพาะพันธุ์เชื้อโรคหากเก็บทิ้งไว้เป็นเวลานาน ปัญหาในการทำความสะอาดบ้านสำหรับผู้ที่ไม่ค่อยมีเวลา หรือการกำจัดเศษฝุ่นที่มีขนาดเล็กและยากที่จะกวาดทิ้ง เช่น เศษเส้นผม ฝุ่นที่อยู่ตามพื้นต่างๆ เป็นต้น และราคาของหุ่นยนต์ดูดฝุ่นที่มีราคาแพง

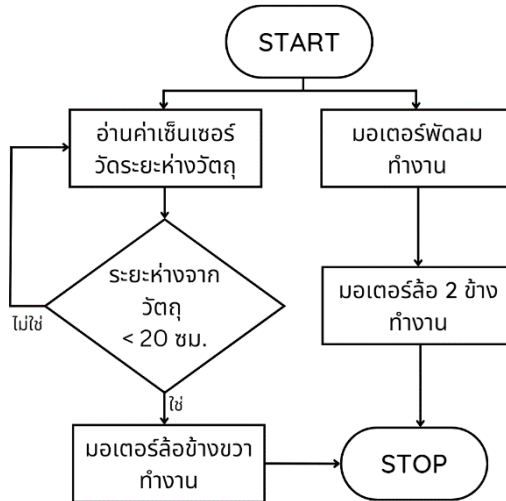
2.2 การสืบค้นข้อมูล (Related Information Search)

สืบค้นข้อมูลการแปรรูปกล่องนมยูเอชที รูปแบบการทำหุ่นยนต์ การเขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์ การใช้งานเซนเซอร์ การใช้งานการแสดงผล

2.3 การออกแบบวิธีแก้ปัญหาและการวางแผน (Solution Design)

การออกแบบแบ่งออกไป 2 ส่วนได้แก่ ส่วนของโปรแกรมการทำงาน และส่วนของหุ่นยนต์ดูดฝุ่นจากวัสดุเหลือใช้

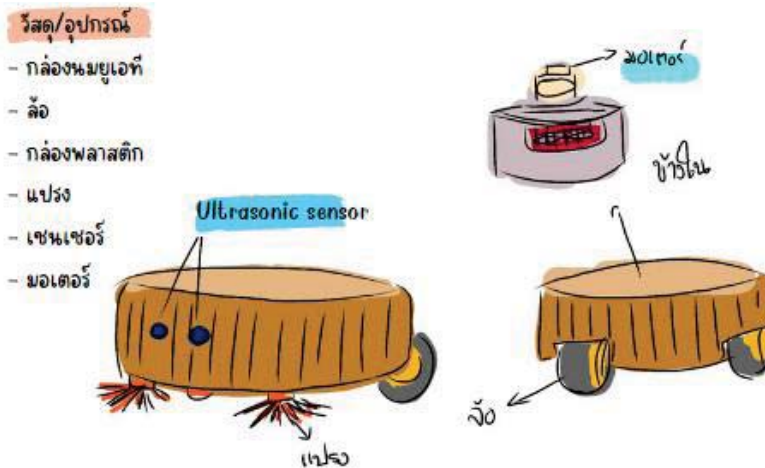
- 1) การออกแบบโปรแกรมการทำงานของหุ่นยนต์



รูปที่ 1 Flowchart การออกแบบการทำงานของหุ่นยนต์ดูดฝุ่น

การทำงานของหุ่นยนต์ดูดฝุ่น ดังรูปที่ 1 เมื่อเริ่มทำงานระบบจะตรวจจับค่าระยะวัตถุด้วย Ultrasonic Sensor เพื่อเช็คสิ่งกีดขวางทางการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ พร้อมทั้งเริ่มคำสั่งให้มอเตอร์ทำงานเพื่อให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่ไปด้านหน้า การทำงานของเซ็นเซอร์ เมื่อเซ็นเซอร์ตรวจวัดระยะตรวจไม่พบว่ามีวัตถุอยู่ด้านหน้าในระยะเกิน 20 เซนติเมตร มอเตอร์ทั้ง 2 ฝั่งจะทำงาน เพื่อให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่ไปด้านหน้า เมื่อเซ็นเซอร์ตรวจพบว่ามีวัตถุอยู่ด้านหน้าในระยะไม่เกิน 20 เซนติเมตร มอเตอร์ฝั่งขวาจะทำงาน เพื่อให้หุ่นยนต์เลี้ยวซ้าย เพื่อหลบสิ่งกีดขวาง

2) การออกแบบหุ่นยนต์ดูดฝุ่นจากวัสดุเหลือใช้ ดังรูปที่ 2 ซึ่งประกอบไปด้วย 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนการดูดฝุ่น และ ส่วนการขับเคลื่อน ส่วนการดูดฝุ่น อุปกรณ์ที่ใช้ ได้แก่ กล่องพลาสติก 1 กล่อง มอเตอร์พัดลม 1 อัน สวิตช์ 1 อัน



รูปที่ 2 ภาพการออกแบบส่วนประกอบของหุ่นยนต์ดูดฝุ่น

ส่วนการขับเคลื่อน อุปกรณ์ที่ใช้ ดังรูปที่ 3 ได้แก่ บอร์ดอาดูโน้ (Arduino UNO R3) 1 อัน ล้อและเกียร์มอเตอร์ 2 อัน เซนเซอร์อัลตราโซนิก (Ultrasonic sensor) 1 อัน ตัวขับมอเตอร์ (Motor driver) 1 อัน แผงวงจร 1 อัน สวิตช์ 1 อัน



รูปที่ 3 ภาพอุปกรณ์ส่วนประกอบของหุ่นยนต์ดูดฝุ่น

2.4 การดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development)

เริ่มจากการจัดท้าวสตูอุปกรณ์ กำหนดผู้รับผิดชอบตั้งแต่งานเริ่มจนถึงสิ้นสุด จากนั้นเริ่มพัฒนาและลงมือปฏิบัติงานตามทีออกแบบ โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนการสร้างหุ่นยนต์และส่วนการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์

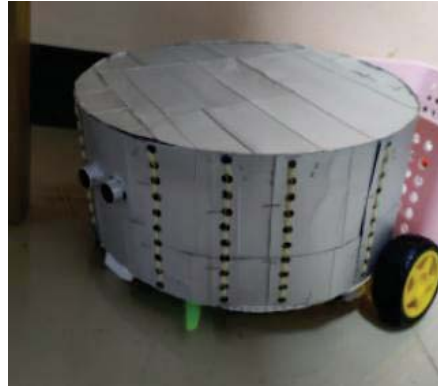
ส่วนการสร้างหุ่นยนต์ เริ่มจากการเก็บกล่องนม ทำความสะอาดแล้วตัดเป็นส่วนๆ จากนั้นนำมาประกอบและเย็บเป็นรูปร่างตามทีออกแบบไว้ การประกอบตัวดูดฝุ่น ใช้ผ้าขาวบางครอบพัดลม จากนั้นนำไปติดเข้ากับกล่องทีเก็บฝุ่น แล้วประกอบทุกส่วนเข้าด้วยกันรวมถึงการติดล้อของหุ่นยนต์ ดังรูปที่ 4-6



รูปที่ 4 การเก็บและทำความสะอาดกล่องนม

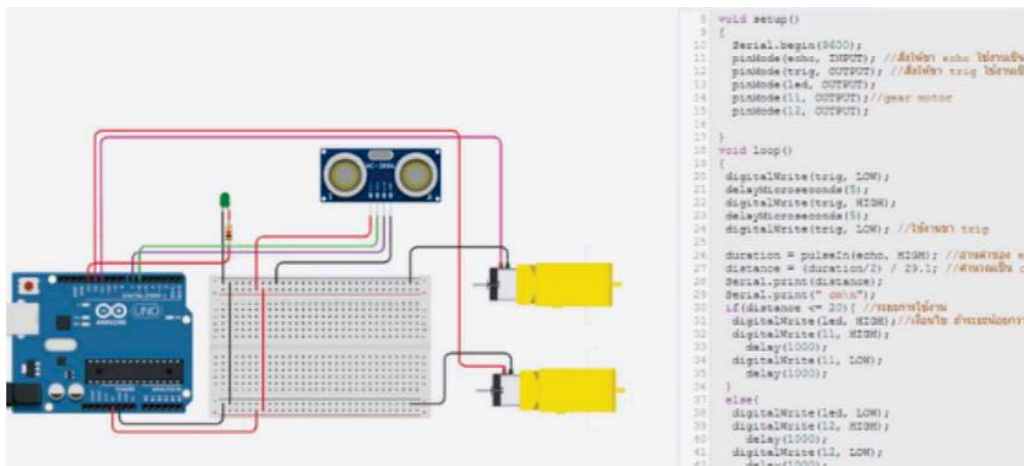


รูปที่ 5 การสร้างส่วนดูดฝุ่นและเตรียมประกอบร่าง



รูปที่ 6 หุ่นยนต์ดูดฝุ่น

ส่วนการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์ได้ทดสอบการเขียนโปรแกรมผ่านโปรแกรมจำลอง ดังรูปที่ 7 ด้วยโปรแกรมใน Tinkercad ก่อนนำไปพัฒนาโปรแกรมการใช้งานจริง



รูปที่ 7 การทดสอบการเขียนโปรแกรมผ่านโปรแกรมจำลอง

2.5 การประเมินวิธีการแก้ปัญหา (Testing, Evaluation and Design Improvement)

การทดสอบการทำงานของหุ่นยนต์ดูดฝุ่น เริ่มจากทดสอบการทำงานของโปรแกรม การเคลื่อนที่ไปยังข้างหน้า การหลบหลีกสิ่งกีดขวาง การดูดฝุ่นแต่ละขนาด เพื่อทดสอบประสิทธิภาพในการทำงานของหุ่นยนต์

2.6 นำเสนอผลงานการนำเสนอชิ้นงาน (Presentation)

การนำเสนอให้ในงานเปิดบ้านสาธิตนวัตกรรม และงานปัจฉิมนิเทศนักเรียนประจำปีการศึกษา 2565

3. ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

การพัฒนาหุ่นยนต์ดูดฝุ่นจากวัสดุเหลือใช้ ทดสอบประสิทธิภาพแบ่งเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ประสิทธิภาพของการดูดฝุ่นและประสิทธิภาพการขับเคลื่อนด้วยการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของเซนเซอร์เมื่อพบวัตถุหรือสิ่งกีดขวาง

ตารางที่ 1 ผลจากการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานในส่วนของการดูดฝุ่น

วัตถุ	ผลการทดสอบ
ฝุ่น	สามารถดูดได้
ทราย	สามารถดูดได้
เส้นผม	สามารถดูดได้
โฟม	สามารถดูดได้
เศษกระดาษ	สามารถดูดได้

ตารางที่ 2 ผลจากการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของเซนเซอร์เมื่อพบวัตถุหรือสิ่งกีดขวาง

ระยะวัตถุ	ผลการทดสอบ
น้อยกว่า 20 เซนติเมตร	มอเตอร์ฝั่งขวาหมุน
มากกว่า 20 เซนติเมตร	มอเตอร์ทั้ง 2 ข้างทำงานพร้อมกัน

จากผลการศึกษาและการทดสอบ ในส่วนของการดูหุ่นยนต์สามารถดูเศษฝุ่น ทราบ เส้นผม โฟม เศษกระดาษได้ และในส่วนของ การขับเคลื่อนหุ่นยนต์สามารถเคลื่อนที่ได้และสามารถหลบหลีกสิ่งกีดขวางได้ เมื่อเจอวัตถุที่มีระยะมากกว่า 20 เซนติเมตร motor driver จะขับเคลื่อนให้มอเตอร์ทั้งสองฝั่งทำงานพร้อมกัน ทำให้มีการเคลื่อนที่ตรงไปด้านหน้า ถ้าระยะน้อยกว่า 20 เซนติเมตร มอเตอร์ทางด้านฝั่งขวาจะทำงาน ทำให้เคลื่อนที่ไปทางด้านซ้ายตามวัตถุประสงค์

4. สรุป

สรุปผลจากการวิจัย การพัฒนาหุ่นยนต์ดูฝุ่นจากวัสดุเหลือใช้ต้นทุนต่ำ พบว่ามีประสิทธิภาพ ซึ่งแบ่งเป็น 2 ส่วน ได้แก่ การดูฝุ่น และการขับเคลื่อน ในส่วนของการดูฝุ่นหุ่นยนต์สามารถดูฝุ่นขนาดเล็กได้ และในส่วนของ การขับเคลื่อน หุ่นยนต์สามารถเคลื่อนที่ไปข้างหน้าและยังสามารถหลบหลีกสิ่งกีดขวางได้ การพัฒนาต่อยอดควรพัฒนาเรื่องน้ำหนักของหุ่นยนต์ ให้ลดจำนวนหรือปริมาณอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อภายในหุ่นยนต์ เพื่อให้สามารถเคลื่อนที่ได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ และสามารถพัฒนาต่อยอดโดยสร้างเป็นแอปพลิเคชัน เพื่อให้เชื่อมต่อสั่งการหุ่นยนต์ให้ทำความสะอาดแบบระบุจุดได้ หรือแจ้งสถานะแบตเตอรี่คงเหลือ

5. เอกสารอ้างอิง

ผศ.ธนศักดิ์ พันธุ์ประสิทธิ์. 2553 หุ่นยนต์ดูฝุ่นอัตโนมัติ. Executive Journal. มหาวิทยาลัยกรุงเทพ.

มนิสรา ชัยสุข และคณะ. 2558 การสร้างต้นแบบหุ่นยนต์ดูฝุ่นอัตโนมัติรองรับการควบคุมผ่านสมาร์ตโฟน. วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม. มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา.

รสสุคนธ์ ทองคำ และคณะ. 2561 เครื่องดูฝุ่นอเนกประสงค์. โครงการงานวิชาการวิทยาศาสตร์คุณภาพชีวิต. วิทยาลัยเทคโนโลยีอรรถวิทย์พัฒนศึกษา.

ศิวชล จุฬพันธ์ทอง วิลาลินี สลักลาย. 2553 เครื่องดูฝุ่นอัตโนมัติ. วิทยานิพนธ์ วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์. มหาวิทยาลัยนเรศวร.

เว็บแอปพลิเคชันแนะนำสถานที่ท่องเที่ยวสำหรับผู้สูงอายุ ภายใต้สังคมพหุวัฒนธรรม จังหวัดสงขลา

Web Application Recommending Tourist Attractions for the Elderly Under a Pluralistic Society Culture Songkhla Province

อานนท์ บัวศรี

Arnon Buasri

คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

Faculty of Business Administration, Rajamangala University Srivijaya

Arnon.b@rmutsv.ac.th tel.089-9775020

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันแนะนำสถานที่ท่องเที่ยวสำหรับผู้สูงอายุภายใต้สังคมพหุวัฒนธรรม จังหวัดสงขลา และเพื่อศึกษาระดับความพึงพอใจของผู้สูงอายุแอปพลิเคชันแนะนำสถานที่ท่องเที่ยวสำหรับผู้สูงอายุ ภายใต้สังคมพหุวัฒนธรรม จังหวัดสงขลา โดยมีการใช้การวิเคราะห์และออกแบบระบบด้วยกระบวนการพัฒนาระบบ (System Development Life Cycle: SDLC) ใช้แบบสอบถามเพื่อใช้ในการออกแบบเว็บแอปพลิเคชันแนะนำสถานที่ท่องเที่ยวสำหรับผู้สูงอายุภายใต้สังคมพหุวัฒนธรรม จังหวัดสงขลา แบบประเมินความพึงพอใจต่อเว็บแอปพลิเคชันแนะนำสถานที่ท่องเที่ยวสำหรับผู้สูงอายุภายใต้สังคมพหุวัฒนธรรม จังหวัดสงขลา และเว็บแอปพลิเคชันแนะนำสถานที่ท่องเที่ยวสำหรับผู้สูงอายุภายใต้สังคมพหุวัฒนธรรม จังหวัดสงขลา กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยประกอบไปกลุ่มผู้ใช้แอปพลิเคชันแนะนำสถานที่ท่องเที่ยวสำหรับผู้สูงอายุ ภายใต้สังคมพหุวัฒนธรรม จังหวัดสงขลา ประชากรในจังหวัดสงขลาที่อายุตั้งแต่ 60 ปี ขึ้นไป สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการศึกษาพบว่า เว็บแอปพลิเคชันแนะนำสถานที่ท่องเที่ยวสำหรับผู้สูงอายุภายใต้สังคมพหุวัฒนธรรม จังหวัดสงขลา ที่พัฒนาขึ้นได้ผ่านการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานเว็บแอปพลิเคชันแนะนำสถานที่ท่องเที่ยวสำหรับผู้สูงอายุภายใต้สังคมพหุวัฒนธรรม จังหวัดสงขลา โดยรวมความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย 4.03 ($\bar{X} = 4.03, S.D = 0.99$)

คำสำคัญ: ผู้สูงอายุ, ท่องเที่ยว, เว็บแอปพลิเคชัน

Abstract

The purpose of this research was to develop a web application to recommend travel destinations for the elderly under a multicultural society. Songkhla Province and to study the level of satisfaction of the elderly tourist attraction recommendation application for the elderly under the multicultural society in Songkhla Province. Development Life Cycle: SDLC). A questionnaire was used to design a web application to recommend tourist attractions for the elderly under a multicultural society in Songkhla Province; for the elderly under the multicultural society, Songkhla Province, and a web application recommending tourist attractions for the elderly under the multicultural society, Songkhla Province. The sample group used in the research consisted of users of tourist attraction recommendation applications for the elderly under a multicultural society. Songkhla Province Population in Songkhla Province aged 60 years and over. Statistics used in data analysis were mean and standard deviation. The study found that Web applications to recommend tourist attractions for the elderly under the multicultural society in Songkhla Province were developed through the satisfaction assessment of the users of tourist attraction Web applications. For the elderly under the multicultural society in Songkhla Province, the overall satisfaction of system users was at a high level with an average of 4.03 ($\bar{X} = 4.03, S.D = 0.99$).

Keywords: Elderly, Travel, Web Applications

1. บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันหลายประเทศรวมถึงประเทศไทยก้าวเข้าสู่การเปลี่ยนแปลงโดยมีเทคโนโลยีเข้ามามีบทบาทสำคัญต่อการเปลี่ยนแปลงในด้านต่าง ๆ ของสังคมตามการขยายตัวและความทันสมัยของเทคโนโลยีโดยเฉพาะเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์และอินเทอร์เน็ต ซึ่งผลการสำรวจของศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ พบว่าประเทศไทยมีผู้ใช้คอมพิวเตอร์และอินเทอร์เน็ตประชากรที่มีอายุ 60 ปีขึ้นไปคิดเป็นร้อยละ 0.9 ซึ่งการใช้คอมพิวเตอร์และอินเทอร์เน็ตในกลุ่มผู้สูงอายุอยู่ในระดับต่ำ ทั้ง ๆ ที่เทคโนโลยีทางคอมพิวเตอร์ยังเป็นที่หนึ่งช่องทางที่ช่วยให้ผู้สูงอายุสามารถพูดคุยแลกเปลี่ยนประสบการณ์รวมถึงการติดต่อข้อมูลของหน่วยงานต่าง ๆ ทั้งภาครัฐและเอกชน เช่น โรงพยาบาล สำนักที่ว่าการอำเภอ เป็นต้น โดยผ่านช่องทางอินเทอร์เน็ตรวมไปถึงลดปัญหาเรื่องการเดินทางของผู้สูงอายุ

จังหวัดสงขลาเป็นตัวอย่างหนึ่งในประเทศไทยที่มีความเด่นชัดเรื่องความหลากหลายทางวัฒนธรรม โดยคนในพื้นที่ประกอบด้วยไทยพุทธ ไทยมุสลิม และไทยเชื้อสายจีน ด้วยเหตุผลทางด้านเศรษฐกิจและสังคมของจังหวัดสงขลาและพื้นที่ใกล้เคียง คือ การเป็นเมืองศูนย์กลางการบริการ ทางด้านการศึกษาทั้งสถาบัน อุดมศึกษาและสถาบันกวดวิชาที่มีมากที่สุดในภาคใต้ การเป็นเมืองศูนย์กลางทางการคมนาคม การค้า การบริการ มีการขยายตัวของเมืองอย่างรวดเร็ว ผู้สูงอายุกับความหลากหลายทางวัฒนธรรมย่อมมีความสอดคล้องกัน เนื่องจากผู้สูงอายุถือเป็นทรัพยากรบุคคลที่ทรงคุณค่าเป็นแหล่งรวมภูมิปัญญาความรู้ ประสบการณ์ ดังนั้นสังคมจำเป็นต้องเป็นส่วนสำคัญในการให้ความดูแลเอาใจใส่และให้ความสำคัญต่อผู้สูงอายุในด้านต่าง ๆ ซึ่งรวมถึงการเข้าถึงเทคโนโลยีสารสนเทศ เนื่องจากเทคโนโลยีเป็นอีกช่องทางหนึ่งที่ช่วยให้ผู้สูงอายุสามารถดำเนินชีวิตได้อย่างมีความสุขลดการพึ่งพาผู้อื่นสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ ทำให้ผู้สูงอายุรู้สึกว่าคุณค่าในดำเนินชีวิตและไม่รู้สึกว่าตนเองถูกแบ่งแยกออกจากสังคม

ดังนั้นการศึกษาเพื่อให้ทราบถึงปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการยอมรับของผู้สูงอายุมาใช้ในการออกแบบเว็บไซต์ถือเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งจากเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาว่ามีปัจจัยใดที่สร้างการยอมรับภายใต้สังคมพหุวัฒนธรรมในการออกแบบแอปพลิเคชันของผู้สูงอายุ โดยการพัฒนาแอปพลิเคชันแนะนำสถานที่ท่องเที่ยวสำหรับผู้สูงอายุภายใต้สังคมพหุวัฒนธรรม จังหวัดสงขลา โดยการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยของเลือกเฉพาะบางองค์ประกอบมาเป็นแนวคิดพื้นฐานในการศึกษาแนวทางในการออกแบบแอปพลิเคชันแนะนำสถานที่ท่องเที่ยวสำหรับผู้สูงอายุภายใต้สังคมพหุวัฒนธรรม จังหวัดสงขลา

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1 เพื่อพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันแนะนำสถานที่ท่องเที่ยวสำหรับผู้สูงอายุภายใต้สังคมพหุวัฒนธรรม จังหวัดสงขลา

1.2.2 เพื่อศึกษาระดับความพึงพอใจของผู้สูงอายุต่อเว็บแอปพลิเคชันแนะนำสถานที่ท่องเที่ยวสำหรับผู้สูงอายุภายใต้สังคมพหุวัฒนธรรม จังหวัดสงขลา

1.3 ขอบเขตการศึกษา

1.3.1 ศึกษากลุ่มประชากร กลุ่มตัวอย่างและวิธีการสุ่มตัวอย่าง

ประชากรในจังหวัดสงขลาที่อายุตั้งแต่ 60 ปี ขึ้นไป กลุ่มประชากรผู้สูงอายุในจังหวัดสงขลาที่สามารถใช้มือถือได้ กลุ่มตัวอย่างจำนวน 10,000 คน

1.3.2 ศึกษาตัวแปรที่ใช้ในงานวิจัย

อินเทอร์เน็ต มือถือ เพศ

1.3.3 ศึกษาเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

- แบบสอบถามเพื่อใช้ในการออกแบบเว็บแอปพลิเคชันแนะนำสถานที่ท่องเที่ยวสำหรับผู้สูงอายุภายใต้สังคมพหุวัฒนธรรม จังหวัดสงขลา

- แบบประเมินความพึงพอใจต่อเว็บแอปพลิเคชันแนะนำสถานที่ท่องเที่ยวสำหรับผู้สูงอายุภายใต้สังคมพหุวัฒนธรรม จังหวัดสงขลา

- เว็บแอปพลิเคชันแนะนำสถานที่ท่องเที่ยวสำหรับผู้สูงอายุภายใต้สังคมพหุวัฒนธรรม จังหวัดสงขลา

1.3.4 ดำเนินการสร้างเครื่องมือในการวิจัย

เก็บข้อมูลจากแบบสอบถามที่ 1 เพื่อนำมาพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันแนะนำสถานที่ท่องเที่ยวสำหรับผู้สูงอายุภายใต้สังคมพหุวัฒนธรรม จังหวัดสงขลา และทำการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันแนะนำสถานที่ท่องเที่ยวสำหรับผู้สูงอายุภายใต้สังคมพหุวัฒนธรรม จังหวัดสงขลา

1.3.5 ดำเนินการวิจัยและเก็บข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามที่ 2 เพื่อปรับปรุงแก้ไขและวิเคราะห์ข้อมูล หลังการทดสอบเว็บไซต์ แอปพลิเคชันแนะนำสถานที่ท่องเที่ยวสำหรับผู้สูงอายุภายใต้สังคมพหุวัฒนธรรม จังหวัดสงขลา

1.3.6 วิเคราะห์ข้อมูลโดยไชคาทางสถิติ

วิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามที่ 3 เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับความพึงพอใจ หลังการใช้เว็บไซต์ แอปพลิเคชันแนะนำสถานที่ท่องเที่ยวสำหรับผู้สูงอายุภายใต้สังคมพหุวัฒนธรรม จังหวัดสงขลา

1.4 สมมติฐานหรือข้อตกลงเบื้องต้น

ความพึงพอใจต่อเว็บไซต์แอปพลิเคชันแนะนำสถานที่ท่องเที่ยวสำหรับผู้สูงอายุภายใต้สังคมพหุวัฒนธรรม จังหวัดสงขลา อยู่ในระดับดี โดยใช้แบบมาตราส่วนประมาณค่าของลิเคิร์ต แบ่งเกณฑ์การสำรวจความพึงพอใจเป็น 5 ระดับ คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อยและน้อยที่สุด

1.5 สถานะของปัญหาและวิธีการศึกษา

จากการที่ทางผู้วิจัยได้ไปสำรวจหรือสังเกตที่ สถานที่ท่องเที่ยวต่าง ๆ ของชุมชนตำบลบ่อยางเมืองสงขลา โดยมี 10 สถานที่ด้วยกันที่เป็นนิยมและจุดเช็คอินของนักท่องเที่ยว ได้แก่ หาดชลาทัศน์ เขาตังกวน พิพิธภัณฑ์สถานแห่งชาติ ศาลเจ้าพ่อหลักเมืองสงขลา พระอนุสาวรีย์กรมหลวงชุมพร สวนสองทะเล พิพิธภัณฑ์อำมระรงค์ วัดมัจฉิมาวาสวรรวิหาร วัดชัยมงคล หาดสมิหลา เป็นต้น และมีสถานที่อื่น ๆ ที่มีความน่าสนใจมากมายแต่ยังไม่ได้เป็นที่นิยมหรือเป็นที่รู้จักมากพอของนักท่องเที่ยว ทำให้การนำเสนอในการส่งเสริมท่องเที่ยวของเมืองสงขลายังไม่ทันสมัย และมีรายละเอียดที่ไม่ชัดเจน ยังไม่มีเว็บไซต์แอปพลิเคชันในการประชาสัมพันธ์สถานที่ 10 สถานที่นั้นในเมืองสงขลา ผู้วิจัยจึงได้นำหลักทฤษฎี System Development Life Cycle: SDLC วงจรการพัฒนากระบวน (System Development Life Cycle: SDLC) เป็นหนึ่งในทฤษฎีที่ใช้ในการพัฒนาระบบ ซึ่งระบบสารสนเทศทั้งหลายมีวงจรชีวิตที่เหมือนกันตั้งแต่เกิดจนตาย วงจรนี้จะเป็นขั้นตอนที่เป็นลำดับตั้งแต่ต้นจนเสร็จเรียบร้อยเป็นระบบที่ใช้งานได้ ซึ่งนักวิเคราะห์ระบบต้องทำความเข้าใจให้ได้ว่าในแต่ละขั้นตอนจะต้องทำอะไรและทำอย่างไร ขั้นตอนการพัฒนาระบบมีอยู่ 7 ขั้นตอนด้วยกัน

1.6 คำจำกัดความ

ระบบ หมายถึง เว็บไซต์แอปพลิเคชันแนะนำสถานที่ท่องเที่ยวสำหรับผู้สูงอายุภายใต้สังคมพหุวัฒนธรรม จังหวัดสงขลา

ผู้ใช้งาน หมายถึง ประชากรในจังหวัดสงขลาที่อายุตั้งแต่ 60 ปี ขึ้นไป

ผู้ดูแลระบบ หมายถึง นักวิจัย

พหุวัฒนธรรม หมายถึง การอยู่รวมกลุ่มของคนที่มีความหลากหลายทางด้านต่าง ๆ เช่น ภาษา ศาสนา การแต่งกาย [3]

2. วิธีการทดลองหรือวิธีการศึกษา

ผู้วิจัยจึงได้นำหลักทฤษฎี System Development Life Cycle: SDLC วงจรการพัฒนากระบวน (System Development Life Cycle: SDLC) เป็นหนึ่งในทฤษฎีที่ใช้ในการพัฒนาระบบ ซึ่งระบบสารสนเทศทั้งหลายมีวงจรชีวิตที่เหมือนกันตั้งแต่เกิดจนตาย วงจรนี้จะเป็นขั้นตอนที่เป็นลำดับตั้งแต่ต้นจนเสร็จเรียบร้อยเป็นระบบที่ใช้งานได้ ซึ่งนักวิเคราะห์ระบบต้องทำความเข้าใจให้ได้ว่าในแต่ละขั้นตอนจะต้องทำอะไรและทำอย่างไร ขั้นตอนการพัฒนาระบบมีอยู่ 7 ขั้นตอนด้วยกันคือ

1. เข้าใจปัญหา (Problem Recognition)
2. ศึกษาความเป็นไปได้ (Feasibility Study)
3. วิเคราะห์ (Analysis)
4. ออกแบบ (Design)
5. สร้างหรือพัฒนาระบบ (Construction)
6. การปรับเปลี่ยน (Conversion)
7. บำรุงรักษา (Maintenance)

ขั้นตอนที่ 1 : เข้าใจปัญหา (Problem Recognition) ผู้วิจัยจะทำการวิเคราะห์ถึงปัญหาที่มีผลต่อการพัฒนาสร้างระบบสารสนเทศอย่างละเอียด เพื่อให้ได้เว็บไซต์แอปพลิเคชันแนะนำสถานที่ท่องเที่ยวสำหรับผู้สูงอายุภายใต้สังคมพหุวัฒนธรรม จังหวัดสงขลาที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด

ขั้นตอนที่ 2 : ศึกษาความเป็นไปได้ (Feasibility Study) จุดประสงค์ของการศึกษาความเป็นไปได้นี้คือการกำหนดว่าปัญหาคืออะไร และตัดสินใจว่าการพัฒนาสร้างระบบสารสนเทศ เพื่อให้ได้เว็บไซต์แอปพลิเคชันแนะนำสถานที่ท่องเที่ยวสำหรับผู้

สูงอายุภายใต้สังคมพหุวัฒนธรรม จังหวัดสงขลามีความเป็นไปได้หรือไม่ และตรงตามความต้องการของผู้ใช้งาน และวัตถุประสงค์ที่วางไว้

ขั้นตอนที่ 3 : การวิเคราะห์ (Analysis) ในการพัฒนาระบบสารสนเทศ เพื่อให้ได้เว็บแอปพลิเคชันแนะนำสถานที่ท่องเที่ยวสำหรับผู้สูงอายุภายใต้สังคมพหุวัฒนธรรม จังหวัดสงขลา ผู้วิจัยจะทำการวิเคราะห์ รวบรวมข้อมูลเพื่อจะพัฒนาระบบสารสนเทศให้ตรงตามความต้องการของผู้ใช้งาน และวัตถุประสงค์ที่วางไว้

ขั้นตอนที่ 4 : การออกแบบ (Design) ในการพัฒนาระบบสารสนเทศ เพื่อให้ได้เว็บแอปพลิเคชันแนะนำสถานที่ท่องเที่ยวสำหรับผู้สูงอายุภายใต้สังคมพหุวัฒนธรรม จังหวัดสงขลา ผู้วิจัยจะได้ทำการออกแบบระบบให้มีความสอดคล้องกับตรงตามความต้องการของผู้ใช้งาน และวัตถุประสงค์ที่วางไว้เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งาน

ขั้นตอนที่ 5 : การพัฒนาระบบ (Construction) ทางผู้วิจัยการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันแนะนำสถานที่ท่องเที่ยวสำหรับผู้สูงอายุภายใต้สังคมพหุวัฒนธรรม จังหวัดสงขลา ตามรายละเอียดของการศึกษาข้างต้น เพื่อให้ได้ระบบที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด และจะนำไปใช้งานจริงต่อไป หลังจากนั้นจะจัดทำคู่มือการใช้งาน

ขั้นตอนที่ 6 : การปรับเปลี่ยน (Conversion) ทำการทดสอบเว็บแอปพลิเคชันแนะนำสถานที่ท่องเที่ยวสำหรับผู้สูงอายุภายใต้สังคมพหุวัฒนธรรม จังหวัดสงขลา ณ ชมรมผู้สูงอายุ วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนี สงขลา เพื่อเปลี่ยนแปลงแก้ไขสื่อให้มีความเหมาะสมกับ ตรวจสอบผิดพลาดที่เกิดขึ้น และทำการปรับปรุงจนกว่าสื่อจะสมบูรณ์มีประสิทธิภาพตรงตามความต้องการของผู้ใช้งาน และวัตถุประสงค์ที่วางไว้

ขั้นตอนที่ 7 : บำรุงรักษา (Maintenance) ผู้วิจัยจำเป็นต้องมีการพัฒนา และปรับปรุงระบบสารสนเทศ เพื่อให้เว็บแอปพลิเคชันแนะนำสถานที่ท่องเที่ยวสำหรับผู้สูงอายุภายใต้สังคมพหุวัฒนธรรม จังหวัดสงขลาไม่มีข้อผิดพลาดใด ๆ พร้อมจัดทำคู่มือการใช้งาน

3. ผลการทดลองและวิจารณ์ผล หรือผลการศึกษาและอภิปรายผล

จากการดำเนินงานของการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันแนะนำสถานที่ท่องเที่ยวสำหรับผู้สูงอายุภายใต้สังคมพหุวัฒนธรรม จังหวัดสงขลา สามารถแสดงผลการดำเนินงานได้ดังนี้

3.1 ผลการดำเนินงานของการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันแนะนำสถานที่ท่องเที่ยวสำหรับผู้สูงอายุภายใต้สังคมพหุวัฒนธรรม จังหวัดสงขลา ระบบสามารถทำงานได้ตามที่ได้วางแผนไว้ในทั้งด้านส่วนของผู้ใช้และผู้ดูแลระบบ

3.2 ผลการออกแบบของเว็บแอปพลิเคชันแนะนำสถานที่ท่องเที่ยวสำหรับผู้สูงอายุภายใต้สังคมพหุวัฒนธรรม จังหวัดสงขลา ผลที่ได้คือโครงสร้างเว็บในส่วนหัวของเว็บอยู่ส่วนบนสุดของหน้าเว็บคือเว็บอยู่ตรงกลาง ส่วนเมนูอยู่ทางซ้ายมือของหน้าเว็บแอปพลิเคชันใหญ่และไอคอนมีขนาดใหญ่พร้อมข้อความกำกับสัญลักษณ์ที่สื่อความหมายชัดเจน ส่วนเนื้อหาอยู่ตรงกลาง จัดกลุ่มข้อมูลไว้เป็นหมวดหมู่แบ่งเนื้อหาออกเป็นขงสั้น ๆ มีการเลือกใช้สีพื้นหลังเป็นแบบสีโทนอ่อนหรือสีธรรมชาติ ไม่มีความซ้ำที่ดูฉูดฉาดเช่น สีส้ม สีแดง เป็นต้น จัดกลุ่มข้อมูลไว้เป็นหมวดหมู่แบ่งเนื้อหาออกเป็นขงสั้น ๆ นำเสนอข้อมูลรวมกับภาพนิ่งที่เป็นภาพถ่ายหรือในลักษณะภาพอินโฟกราฟิก ใช้ตัวอักษรที่มีขนาดใหญ่และสามารถปรับขนาดของตัวอักษรที่แสดงได้ แสดงคลิกวิดีโอด้วยหน้าจอกที่สามารถเพิ่ม-ลดขนาดได้มีปุ่มกดเพิ่ม-ลดเสียงได้ที่หน้าจอกของสื่อ มีการการนำทางอยู่ในรูปแบบการไขว้ภาพหรือสัญลักษณ์

3.3 ผลการประเมินความพึงพอใจของการสร้างเว็บแอปพลิเคชันแนะนำสถานที่ท่องเที่ยวสำหรับผู้สูงอายุภายใต้สังคมพหุวัฒนธรรม จังหวัดสงขลา โดยการประเมินจะแยกเป็นออกเป็น 2 ส่วน คือ ด้านการออกแบบและการจัดรูปแบบ ด้านเนื้อหา ผลการประเมินระดับความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบ ในส่วนผู้ใช้เว็บแอปพลิเคชันแนะนำสถานที่ท่องเที่ยวสำหรับผู้สูงอายุภายใต้สังคมพหุวัฒนธรรม จังหวัดสงขลาจากการให้ผู้สูงในจังหวัดสงขลาทดสอบใช้งานเป็นระยะเวลา 1 เดือน

ตารางที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับความพึงพอใจ

หัวข้อการประเมิน	\bar{X}	S.D	ระดับความพึงพอใจ
1. ด้านการออกแบบและการจัดรูปแบบ			
1.1 การใช้งานมีความเข้าใจได้ง่าย	3.83	1.02	ปานกลาง
1.2 การออกแบบหน้าเว็บมีความน่าสนใจ	4.08	0.90	มาก
1.3 การจัดลำดับเข้าใจง่าย	4.08	0.99	มาก
1.4 สีพื้นหลังและสีตัวอักษรมีความเหมาะสม	4.16	1.11	มาก
1.5 รูปแบบของตัวอักษรมีความเหมาะสม	4.00	0.15	มาก
2. ด้านเนื้อหา			

หัวข้อการประเมิน	\bar{X}	S.D	ระดับความพึงพอใจ
2.1 เนื้อหามีความครบถ้วน	4.00	1.12	มาก
2.2 การนำเสนอเนื้อหาที่น่าสนใจ	3.83	0.83	ปานกลาง
2.3 ภาพประกอบมีความเหมาะสมสอดคล้องกับเนื้อหา	4.16	1.02	มาก
2.4 การจัดเนื้อหาสอดคล้องกับประเภทของหัวข้อ	4.16	0.19	มาก
รวม	4.03	0.99	มาก

จากตารางที่ 1 โดยรวมความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย 4.03 เมื่อพิจารณาด้านเนื้อหาเป็นรายข้อพบว่า ด้านภาพประกอบมีความเหมาะสมสอดคล้องกับเนื้อหา และการจัดเนื้อหาสอดคล้องกับประเภทของหัวข้อ อยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย 4.16 รองลงมาคือ เนื้อหาที่มีความครบถ้วน อยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย 4.00 และการนำเสนอเนื้อหาที่น่าสนใจ อยู่ในระดับปานกลาง มีค่าเฉลี่ย 3.83 เมื่อพิจารณาการออกแบบและการจัดรูปแบบ ด้านสีพื้นหลังและสีตัวอักษรมีความเหมาะสม อยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย 4.16 รองลงมาคือ การออกแบบหน้าเว็บมีความน่าสนใจ และการจัดลำดับเข้าใจง่าย อยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย 4.08 รูปแบบของตัวอักษรมีความเหมาะสม อยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย 4.00 และการใช้งานมีความเข้าถึงได้ง่าย มีค่าเฉลี่ย

4. สรุป

จากการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันแนะนำสถานที่ท่องเที่ยวสำหรับผู้สูงอายุภายใต้สังกัดมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี จังหวัดสงขลา ครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เริ่มดำเนินงานตาม ขั้นตอนการดำเนินงานที่เสนอในบทที่ 3 แล้ว เพื่อนำเสนอเผยแพร่ผลงานผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ที่สามารถเข้าถึงได้ทุกที่ทุกเวลา ซึ่งการจัดทำวิจัยในครั้งนี้สามารถปฏิบัติตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ สามารถสรุปผลได้ดังนี้

4.1 การวิเคราะห์และออกแบบเว็บแอปพลิเคชันแนะนำสถานที่ท่องเที่ยวสำหรับผู้สูงอายุภายใต้สังกัดมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี จังหวัดสงขลา ทางผู้วิจัยได้นำวงจรการพัฒนากระบวนการระบบสารสนเทศ (Systems Development Life Cycle : SDLC) มาเป็นเครื่องมือในการพัฒนา ซึ่งสามารถตอบสนองขั้นตอนการทำงานของโครงการและเพิ่มประสิทธิภาพในการดำเนินงานตามขั้นตอนที่ได้วางแผนงานไว้

4.2 การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันแนะนำสถานที่ท่องเที่ยวสำหรับผู้สูงอายุภายใต้สังกัดมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี จังหวัดสงขลา มีการพัฒนาให้สามารถตอบสนอง ความต้องการในการประชาสัมพันธ์ข้อมูล และข่าวสารต่าง ๆ และเป็นเว็บแอปพลิเคชันที่มีรูปแบบที่สวยงามใช้งานง่าย มีการนำเสนอข้อมูลต่างๆ เช่น เมนูสถานที่ท่องเที่ยว รายละเอียดสถานที่ท่องเที่ยว และข้อมูลติดต่อเรา เป็นต้น

4.3 องค์ความรู้ที่ได้จากการวิจัยเกี่ยวกับการออกแบบและพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันแนะนำสถานที่ท่องเที่ยวสำหรับผู้สูงอายุภายใต้สังกัดมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี จังหวัดสงขลา พบว่า โครงสร้างเว็บในส่วนหัวของเว็บอยู่ส่วนบนสุดของหน้าเว็บชื่อเว็บอยู่ตรงกลาง ส่วนเมนูอยู่ทางซ้ายมือของหน้าเว็บแอปพลิเคชันใหญ่และไอคอนมีขนาดใหญ่พร้อมข้อความกำกับสัญลักษณ์ที่ใช้สื่อความหมายชัดเจน ส่วนเนื้อหาอยู่ตรงกลางจัดกลุ่มข้อมูลไว้เป็นหมวดหมู่แบ่งเนื้อหาออกเป็นขงสั้นๆ มีการเลือกใช้สีพื้นเป็นสีพื้นหลังเป็นแบบสีโทนอ่อนหรือสีธรรมชาติ ไม่ควรมีสีที่ฉูดฉาดเช่น สีส้ม สีแดง เป็นต้น จัดกลุ่มข้อมูลไว้เป็นหมวดหมู่แบ่งเนื้อหาออกเป็นขงสั้น ๆ นำเสนอข้อมูลร่วมกับภาพนิ่งที่เป็นภาพถ่ายหรือในลักษณะภาพอินโฟกราฟิก ใช้ตัวอักษรที่มีขนาดใหญ่และสามารถปรับขนาดของตัวอักษรที่แสดงได้ แสดงคลิปวิดีโอด้วยหน้าต่างที่สามารถเพิ่ม-ลดขนาดได้มีปุ่มปิดเพิ่ม-ลดเสียงได้ที่หน้าจอของสื่อ มีการนำเสนอทางอยู่ในรูปแบบการใส่รูปภาพหรือสัญลักษณ์

5. กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยเรื่องเว็บแอปพลิเคชันแนะนำสถานที่ท่องเที่ยวสำหรับผู้สูงอายุภายใต้สังกัดมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี จังหวัดสงขลา ที่ได้รับความอนุเคราะห์จากหน่วยงานและบุคคลหลายฝ่าย ที่มีส่วนเกี่ยวข้องช่วยส่งเสริมและสนับสนุน ให้การดำเนินการวิจัยครั้งนี้สำเร็จ ลุล่วงและบรรลุเป้าหมายที่วางไว้ไม่ว่าจะเป็น คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีศรีวิชัยที่ได้ให้สนับสนุนงานวิจัย

ขอขอบคุณคณะอาจารย์และผู้สูงอายุชมรมผู้สูงอายุ วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนีสงขลา ที่อำนวยความสะดวกในการใช้สถานที่และกลุ่มตัวอย่างในการจัดทำวิจัยที่ได้สละเวลาในการแบบสอบถามเพื่อใช้ในการออกแบบเว็บแอปพลิเคชันแนะนำสถานที่ท่องเที่ยวสำหรับผู้สูงอายุภายใต้สังกัดมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี จังหวัดสงขลา และเพื่อใช้ในการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันแนะนำสถานที่ท่องเที่ยวสำหรับผู้สูงอายุภายใต้สังกัดมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี จังหวัดสงขลา

6. เอกสารอ้างอิง

กิตติ ภักดีวัฒนะกุล, และจำลอง ครูอุตสาหะ. (2554). การออกแบบฐานข้อมูล. กรุงเทพฯ, เคทีพี คอมพ์ แอนด์ คอมซัลต์.

กิตติคุณ วงษ์จ้อย. (2560). การบริหารจัดการที่พนักงานท่องเที่ยวในลักษณะวิสาหกิจชุมชนโฮมสเตย์ : กรณีศึกษา วิสาหกิจชุมชน

บางน้ำผึ้งโฮมสเตย์, จังหวัดสมุทรปราการ.เอกสารทางวิชาการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- ชุตติกาญจน์ กันทะอุ. (2560). การท่องเที่ยวโดยชุมชนเป็นฐาน : กรณีศึกษา บ้านร่องฟอง ตำบลร่องฟอง อำเภอเมืองแพร่ จังหวัดแพร่. วิทยานิพนธ์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชนนิกานต์ เขียวคล้าย, ฐิติมา นันทะใจ, ทิพย์หทัย ทองธรรมชาติ. (2562). การพัฒนาแอปพลิเคชันการท่องเที่ยว 5 อำเภอชายแดนจังหวัดตาก. การประชุมวิชาการระดับชาติและนานาชาติ.
- นิล บุญประเสริฐ (2561). การวิเคราะห์คุณลักษณะองค์ประกอบร่วมของความพึงพอใจในพฤติกรรมการท่องเที่ยวในเขตพุทธาวาสของผู้สูงอายุ จังหวัดนครปฐม. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- ประจักษ์ เพ็ญโพธิ์. (2563). ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมส่งเสริมสุขภาพของผู้สูงอายุอำเภอวังทรายพูน จังหวัดพิจิตร. กลุ่มงานส่งเสริมสุขภาพ สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดลำพูน.
- พงศ์แสวก อนเจนงานพร. (2560). พฤติกรรมการท่องเที่ยวของประชากรรุ่นเบบี้บูมในกรุงเทพมหานคร. เอกสารทางวิชาการ ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรมบริการและการท่องเที่ยวมหาวิทยาลัยกรุงเทพ.
- พฤทธิ์ กันนะ และ จอมภักดิ์ คลังระหัด. (2560). พฤติกรรมการท่องเที่ยวของผู้สูงอายุ ในอำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์. เอกสารทางวิชาการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.
- พิสมัย คงสุริยศักดิ์. (2559). การศึกษารูปแบบการดูแลผู้สูงอายุ ในชุมชน ต.ห้างฉัตร อ.ห้างฉัตร จ.ลำปาง วารสาร วิชาการการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศและนวัตกรรม.
- วรรษญา ทิพย์มาลัย. (2562). พฤติกรรมและการรับรู้ข้อมูลข่าวสารสิทธิของผู้สูงอายุผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์. วิทยานิพนธ์ ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการภาครัฐและภาคเอกชนมหาวิทยาลัยศิลปากร.
- ศาสน์ สุขประเสริฐ. (2559). มาตรฐานสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับผู้สูงอายุในที่พักอาศัย และสถานที่สาธารณะ. เอกสารทางวิชาการ สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.
- สุชาติ ใจชื่อ. (2560). ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมส่งเสริมสุขภาพของผู้สูงอายุที่พักในอาคารสูงกรุงเทพมหานครวารสาร วิชาการการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศและนวัตกรรม.
- สุธิดา จันท์ปุม, พิเชนทร์ จันท์ปุม, แพระตะวัน จารุตัน. (2560). การพัฒนาโมบายแอปพลิเคชัน แหล่งท่องเที่ยวในจังหวัดสกลนคร บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์. วารสาร วิชาการการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศและนวัตกรรม.
- สมิตรา วิชา ศิริรัตน์ ศรีภัทรางกูร เบญจพร เสาวภา ธนภุช หมั่นก้อนแก้ว สุภา ศิริรุ่งเรือง พันธ มานพ ญัฐกานต์ ตาบุตรวงศ์ (2561). การศึกษารูปแบบเครือข่ายบริการสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุ กลุ่มติดบ้านและกลุ่มติดเตียงในเขตรับผิดชอบของโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลอ้อยท่าอำเภอแม่ทะ จังหวัดลำปาง. วารสาร มฉก.วิชาการ วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนี นครลำปาง.
- สุรสีห์ น้อยมหาไวย, ปานจิตร หลงประดิษฐ์. (2559). แอปพลิเคชันรับรู้และแสดงตำแหน่ง สถานที่ท่องเที่ยวจังหวัดเพชรบุรีตามการจำแนกกลุ่มของผู้ใช้ด้วยยูทิลิตี้แมพเพ็โอบนมือถือระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์. วารสารโครงการงานวิชาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ.
- สารัช สุชาติพิทย์กุล และพิทักษ์ ศิริวงศ์. (2561). การเรียนรู้การใช้เทคโนโลยีของผู้สูงอายุ. เอกสารทางวิชาการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.
- อุทุมพร วาณิชคาม. (2562). การเตรียมความพร้อมเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุ: กรณีศึกษาเขตสายไหม กรุงเทพมหานคร. บทความวิจัย คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ.
- อรณิชฐ์ แสงทองสุข. (2562). การศึกษาคุณภาพชีวิตของผู้สูงอายุในประเทศไทย กรณีศึกษา เขตกรุงเทพมหานคร ปทุมธานี และนนทบุรี. รายงานการวิจัยวิชาการบริหารและการจัดการสมัยใหม่คณะบริหารธุรกิจมหาวิทยาลัยศรีปทุม.
- อารีย์ มัยพงษ์ และ เกื้อกุล ตายีน. (2559). ปัจจัยที่ส่งผลต่อความต้องการเรียนรู้สื่อเทคโนโลยี ของผู้สูงอายุในยุคหลอมรวมเทคโนโลยี. เอกสารทางวิชาการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.

การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันการจองสนามกีฬา

บุรัสกร อยู่สุข*¹ คงเทพ บุญมี² วรพันธ์ สาระสุรีย์ภรณ์² นงลักษณ์ พรหมทอง²
วรากร วิเชียร² และ จีรพันธุ์ พ่วงพลับ²

Burasakorn Yoosooka^{*1}, Khongthep Boonmee², Waraphan Sarasureeporn²,
Nongluk Promthong², Walagon Wichean², Jeeraphan puanplub²

¹สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

²สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

¹Division of Computer Engineering, Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Phra Nakhon

²Division of Computer Science, Faculty of Science and Technology, Rajamangala University of Technology Thanyaburi

*Corresponding author. Tel.:092-629-6388; E-mail address: burasakorn.y@rmutp.ac.th

บทคัดย่อ

เว็บแอปพลิเคชันการจองสนามกีฬาเป็นการนำเทคโนโลยีสารสนเทศเข้ามาช่วยอำนวยความสะดวกให้กับนักศึกษา อาจารย์และบุคคลภายนอกในการจองใช้งานสนามกีฬาและยืม-คืนอุปกรณ์กีฬาในแบบออนไลน์ โดยพัฒนาขึ้นด้วยภาษาเอชทีเอ็มแอล (HTML) ภาษาพีเอชพี (PHP) และภาษาจาวาสคริปต์ (JavaScript) ซึ่งเขียนโปรแกรมให้สามารถรองรับการทำงานได้หลากหลายฟังก์ชัน โดยจะแบ่งฟังก์ชันการทำงานออกเป็นสองส่วนคือส่วนของผู้ใช้และผู้ดูแลระบบ ในส่วนของผู้ใช้จะได้รับความสะดวกในด้านการจองสนามกีฬา การยืมและคืนอุปกรณ์กีฬา การแก้ไขข้อมูลส่วนตัวเป็นหลัก สำหรับส่วนของแอดมินจะมีฟังก์ชันเพิ่มเติมที่สำคัญคือ การจัดการข้อมูลสนามกีฬาและอุปกรณ์กีฬา การอนุมัติการจองสนามกีฬาและการยืม-คืนอุปกรณ์กีฬา และดูข้อมูลสถิติต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่อประโยชน์ในการบริหารจัดการสนามกีฬา เว็บแอปพลิเคชันการจองสนามกีฬาได้รับการทดลองใช้และประเมินผลความพึงพอใจจากผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ซึ่งได้ผลลัพธ์ที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.72 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.34 แสดงว่าผู้เชี่ยวชาญมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก และส่วนการประเมินผลความพึงพอใจในการใช้งานระบบของผู้ใช้ 20 คน พบว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.13 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.60 หมายความว่าผู้ใช้มีความพึงพอใจระดับมาก แสดงให้เห็นว่าเว็บแอปพลิเคชันการจองสนามกีฬานี้สามารถใช้งานได้จริงอย่างมีประสิทธิภาพและความสะดวกเป็นที่น่าพอใจ

คำสำคัญ: ระบบการจองออนไลน์, สนามกีฬา, เว็บแอปพลิเคชัน

Abstract

The sports field booking web application is developed using HTML, PHP, and JavaScript, incorporating information technology to enhance convenience for students, professors, and external individuals in reserving sports fields and borrowing/returning sports equipment online. The program is designed to support various functions and is divided into two parts: user and administrator. For users, the application provides convenience in terms of sports field reservation, equipment borrowing and returning, and personal data editing. As for administrators, there are additional essential functions such as managing sports field and equipment data, approving sports field reservations and equipment borrowing/returning requests, and viewing relevant statistics for effective sports field management. The sports field booking web application has been tested and evaluated by three experts, with an average satisfaction score of 3.72 and a standard deviation of 0.34, indicating a high level of satisfaction among the experts. Additionally, the user satisfaction evaluation, based on feedback from 20 individuals, yielded an average score of 4.13 with a standard deviation of 0.60, suggesting a high level of user satisfaction. These results demonstrate that the sports field booking web application is efficient, user-friendly, and highly satisfactory in its practical usability."

Keywords: Online Booking System, Sports Field, Web Application

1. บทนำ

ระบบการจองสนามกีฬาของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ยังมีการจัดเก็บข้อมูลในรูปแบบของการจัดบันทึกเป็นเอกสารอยู่ ซึ่งอาจทำให้ข้อมูลตรวจสอบได้ยาก การจัดเก็บและดึงข้อมูลมาใช้มีความไม่สะดวกส่งผลให้บริการล่าช้า คณะผู้จัดทำจึงได้มีแนวคิดในการนำเทคโนโลยีสารสนเทศเข้ามาช่วยในการพัฒนาระบบการจองสนามกีฬา ซึ่งจะช่วยให้การบริการในด้านต่าง ๆ ของสนามกีฬามีรวดเร็วยิ่งขึ้นผ่านระบบเว็บแอปพลิเคชัน ไม่ว่าจะเป็นระบบการจองสนามกีฬา การยืม-คืนอุปกรณ์กีฬา การจัดการข้อมูลต่าง ๆ ล้วนสามารถดำเนินการในรูปแบบออนไลน์ได้ทั้งสิ้น

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ระบบฐานข้อมูล

ฐานข้อมูลเป็นการจัดเก็บข้อมูลอย่างเป็นระบบ ทำให้ผู้ใช้สามารถใช้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องในระบบงานต่าง ๆ ร่วมกันได้ และยังสามารถหลีกเลี่ยงความขัดแย้งของข้อมูลด้วยอีกทั้ง ข้อมูลในระบบก็จะต้องเชื่อถือได้และเป็นมาตรฐานเดียวกัน โดยจะมีการกำหนดระบบความปลอดภัยของข้อมูลขึ้น โดยข้อมูลหมายถึงข้อเท็จจริงวัตถุหรือเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นสารสนเทศ หมายถึงข้อมูลที่ผ่านการประมวลผลแล้วและสามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ตามแต่ละบุคคลที่ ต้องการได้โดยในอดีตจะนิยมเก็บข้อมูลในรูปแบบฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ (Relational Database) ซึ่งจะเป็นลักษณะตารางและความสัมพันธ์เวลาต้องการจะดึงข้อมูลหรือทำอะไรกับข้อมูลก็ใช้ภาษาที่เรียกว่า SQL ในการจัดการเก็บข้อมูลซึ่งฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ นั้นเกิดมาตั้งแต่ประมาณปี 2513 แล้วซึ่งในปัจจุบันมีฐานข้อมูลในรูปแบบฐานข้อมูลไม่มีสัมพันธ์ (Non-Relational Database) ซึ่งเป็นที่นิยมใช้งานมากขึ้นซึ่งก็มีจุดเด่นจุดด้อยแตกต่างกันออกไปจากระบบฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์

2.2 เว็บแอปพลิเคชัน

เว็บแอปพลิเคชัน คือ โปรแกรมประยุกต์ที่จะเข้าถึงด้วยโปรแกรม อินเทอร์เน็ตเบราว์เซอร์ ซึ่งทำให้เหมาะสำหรับงานที่ต้องการข้อมูลแบบ Real Time จะพบข้อดีของเว็บแอปพลิเคชันคือข้อมูลต่าง ๆ ที่อยู่ในระบบที่มีการไหลเวียนในแบบออนไลน์จึงสามารถโต้ตอบกับผู้ใช้บริการแบบเวลาจริง ทำให้เกิดความประทับใจรวมทั้งสามารถใช้งานได้ง่ายโดยไม่จำเป็นต้องติดตั้ง โปรแกรมไคลเอนต์ จะทำให้ไม่ต้อง อัปเดตโปรแกรมไคลเอนต์ และสามารถใช้งาน การเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต ที่มีความเร็วต่ำกว่าส่งผลให้ผู้ใช้บริการสามารถใช้โปรแกรมได้จากทุกแห่งในโลกตัวอย่างระบบออนไลน์ที่เหมาะสมกับเว็บแอปพลิเคชัน เช่น ระบบการจองสินค้าหรือบริการต่าง ๆ ระบบงานบุคลากร ระบบงานแผนการตลาด และระบบการสั่งซื้อแบบพิเศษ เป็นต้น

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

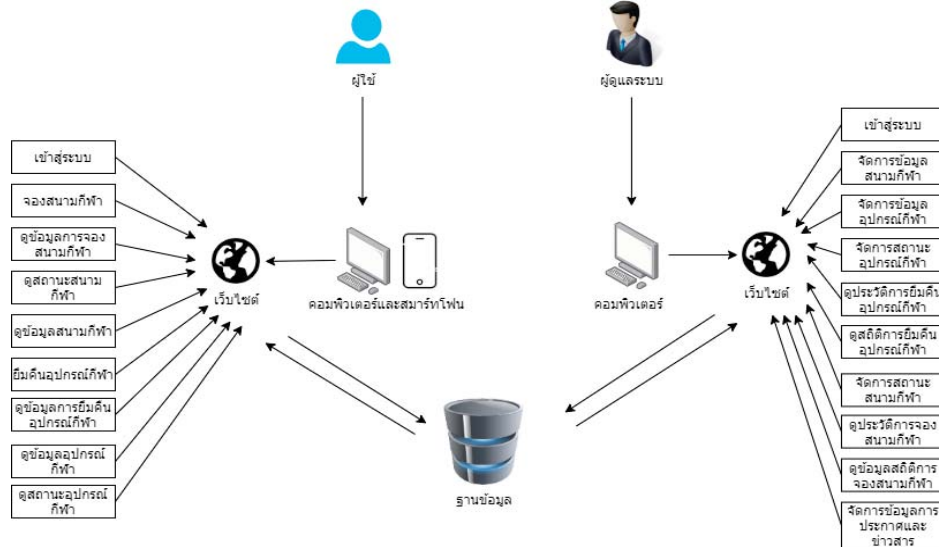
ปราโมทย์ และคณะ (2558) ได้ศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบการจัดเก็บ ยืม-คืน อุปกรณ์กีฬาของกลุ่มทดลองที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ ครูพลศึกษา และตัวแทนนักเรียนที่ทำหน้าเบิกจ่ายอุปกรณ์กีฬาของโรงเรียนวัดจันทราวาส อ.เมือง จ.เพชรบุรี ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในกิจกรรมของการจัดเก็บ ยืม-คืน อุปกรณ์กีฬาของโรงเรียน เลือกโดยวิธีเจาะจง จำนวน 18 คน เก็บข้อมูลโดยใช้แบบสอบถาม แบบสัมภาษณ์ ผู้วิจัยได้นำแบบสอบถามมาวิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่า ระบบการจัดเก็บ ยืม-คืนอุปกรณ์กีฬาของโรงเรียน มีลักษณะการทำงานของโปรแกรมเป็นระบบฐานข้อมูลประกอบด้วยเมนูของระบบ ซึ่งการเลือกชนิดอุปกรณ์กีฬา วันที่ เวลา การยืม-คืนอุปกรณ์กีฬา จำนวนอุปกรณ์ที่ สมาชิก ยืม-คืน จำนวนอุปกรณ์คงเหลือช่วยให้ผู้ใช้มีความสะดวก รวดเร็ว ถูกต้อง และผู้ใช้ระบบมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

พิศานันท์ และคณะ (2563) ได้ศึกษาการพัฒนาระบบการจองห้องประชุมออนไลน์คณะวิทยาการจัดการ มีวัตถุประสงค์ในการจัดตั้งนี้ 1) เพื่อพัฒนาระบบการจองห้องประชุมออนไลน์คณะวิทยาการจัดการ 2) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อระบบการจองห้องประชุมออนไลน์คณะวิทยาการจัดการ เพื่อช่วยในการอำนวยความสะดวกในการจองห้องประชุมให้สะดวกรวดเร็ว เพื่อศึกษาขั้นตอนระบบการจองห้องประชุมออนไลน์ การพัฒนาระบบในครั้งนี้ใช้โปรแกรมภาษาพีเอชพี ร่วมกับโปรแกรมระบบจัดการฐานข้อมูล มายเอสคิวเอล โปรแกรม Adobe Photoshop cs6 ใช้ในการตกแต่งรูปภาพและกราฟิกต่าง ๆ โปรแกรม Dreamweaver CS6 ใช้ในการพัฒนาระบบการจองห้องประชุมออนไลน์ ผลการพัฒนาพบว่า ผู้ใช้บริการมีความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับพอใจมาก

3. วิธีการดำเนินงาน

3.1 ศึกษาข้อมูลและวางกรอบแนวคิด

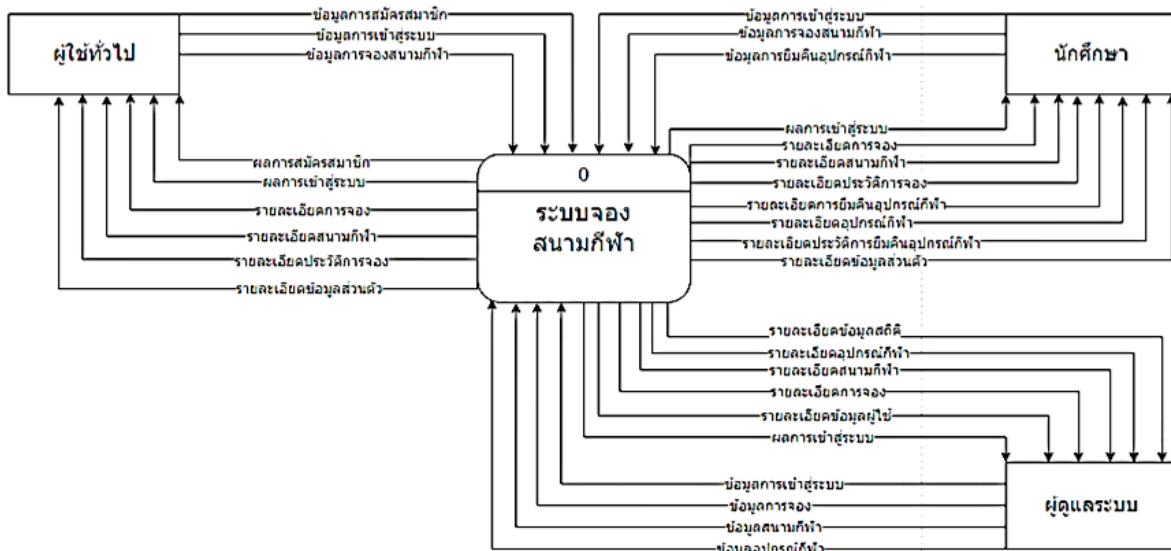
ทำการศึกษาความเป็นไปได้และเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับ ระบบการจองสนามกีฬา ทำการศึกษาโดยสัมภาษณ์ผ่านอาจารย์ ผู้สอน ที่ได้อธิบายตั้งแต่ขั้นตอนการจองสนามกีฬา การใช้งานสนามกีฬา การยืมคืนอุปกรณ์กีฬา หลังจากนั้นจะทำการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งหมดที่ได้จากการสัมภาษณ์นำไปวิเคราะห์ปัญหา และออกแบบกรอบแนวคิดเพื่อแก้ปัญหาดังรูปที่ 1



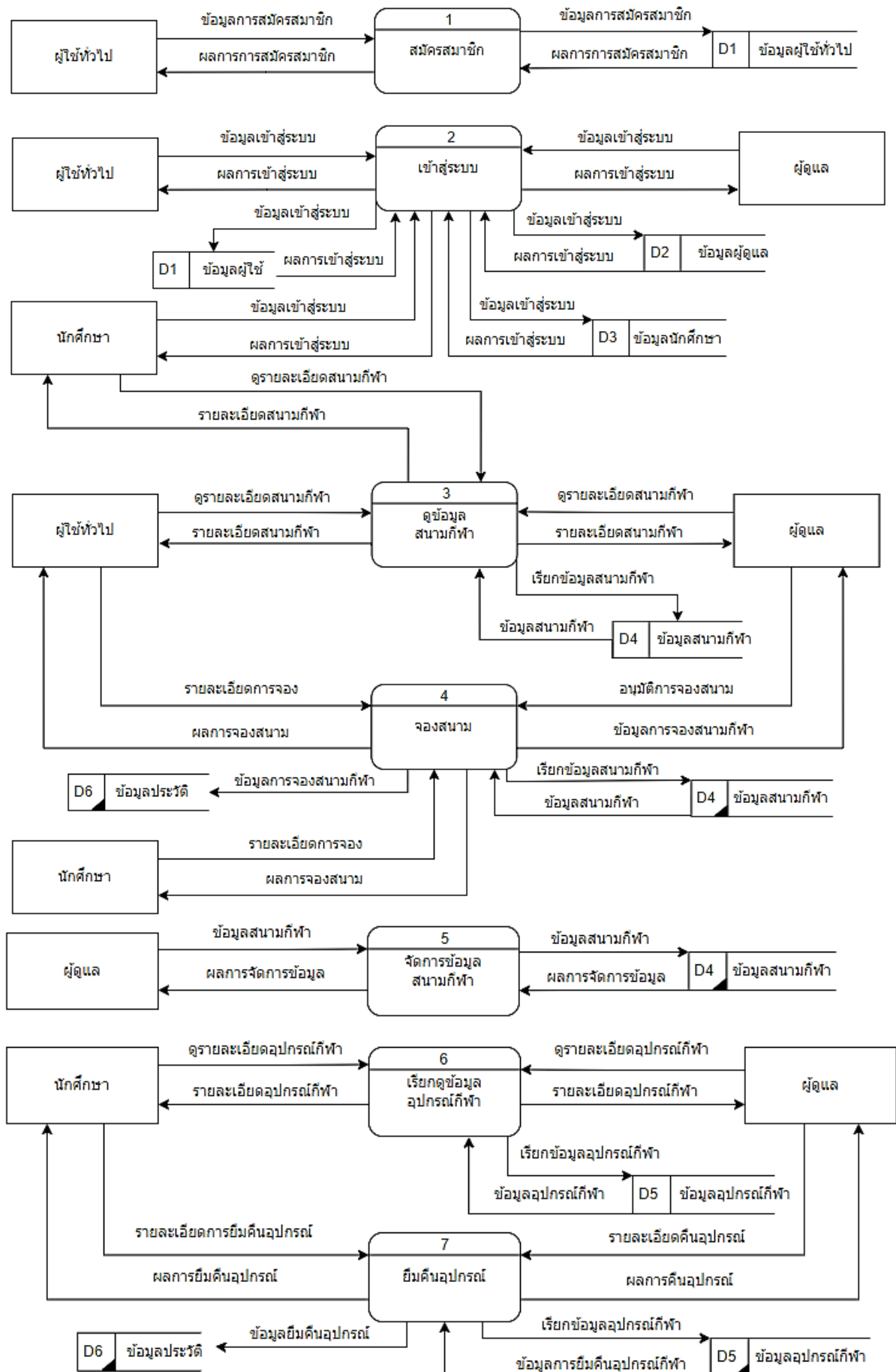
รูปที่ 1 : กรอบแนวคิดระบบการจองสนามกีฬาโดยรวม

3.2 วิเคราะห์ความต้องการของระบบ

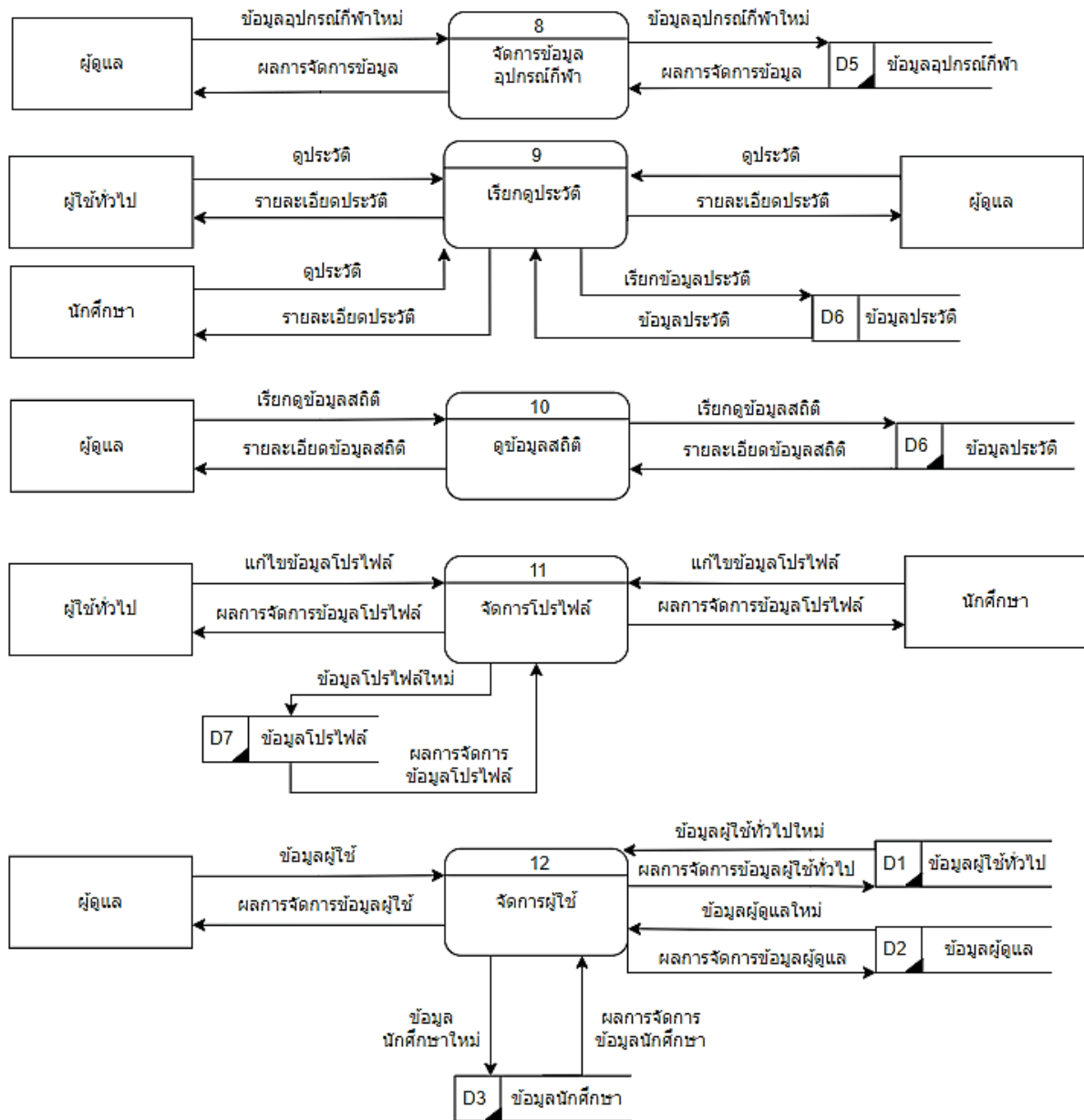
ทำการวิเคราะห์ระบบและมีแผนภาพการออกแบบ กำหนดขอบเขต ความต้องการของระบบ และการดำเนินงาน



รูปที่ 2 : แผนภาพกระแสการไหลข้อมูลระดับที่ 0 (Context Diagram)



รูปที่ 3 : แผนภาพกระแสการไหลข้อมูลระดับที่ 1 (Process ที่ 1-7)



รูปที่ 3 : แผนภาพกระแสการไหลข้อมูลระดับที่ 1 (Process ที่ 8-12)

3.3 วิธีการพัฒนาและทดสอบ

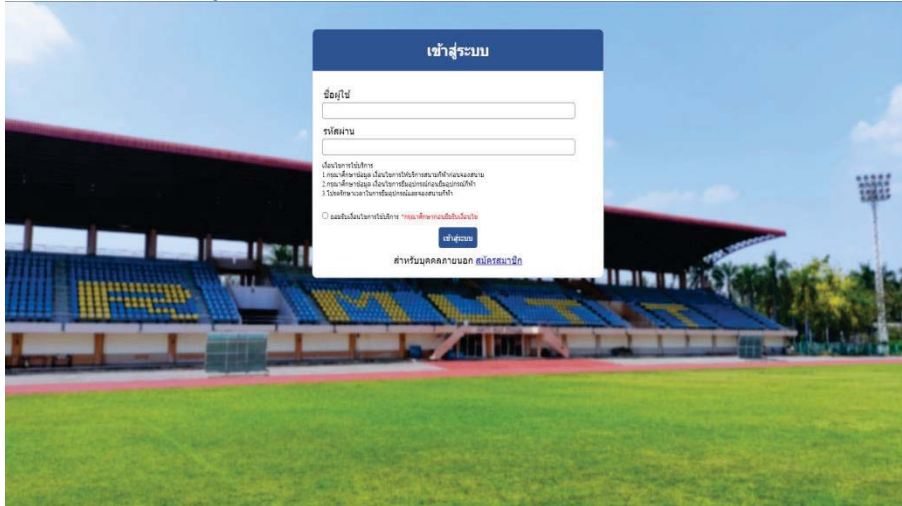
ในขั้นตอนการพัฒนาาระบบคณะผู้จัดทำเลือกใช้ Visual Studio Code เวอร์ชัน 1.52.1 โดยมีภาษาเอชทีเอ็มแอล (HTML) ภาษาพีเอชพี (PHP) ภาษาจาวาสคริปต์ (JavaScript) ในการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน สำหรับจัดการฐานข้อมูลใช้ MySQL เวอร์ชัน 19.2.0 และทำการจำลองเซิร์ฟเวอร์ด้วย XAMPP เวอร์ชัน 8.0.1

ในส่วนของวิธีการทดสอบคณะผู้จัดทำได้เลือกใช้วิธีการทดสอบโดยนำขึ้นสู่เซิร์ฟเวอร์จริงและทดลองทำงานในทุก ๆ ฟังก์ชัน ซึ่งหากพบข้อผิดพลาดจุดใดคณะผู้จัดทำจะทำการแก้ไขจนไม่พบข้อผิดพลาด หลังจากนั้นจะเปิดโอกาสให้แอดมินและผู้ใช้ได้ทดลองใช้งาน และทำแบบประเมินความพึงพอใจในการใช้งาน โดยกลุ่มเป้าหมายที่จะทำการประเมินก็คือนักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี จำนวน 20 คน เป็นผู้ใช้งานทั่วไป และท่านอาจารย์จำนวน 3 ท่าน เป็นผู้ใช้งานทั่วไปและแอดมิน โดยลักษณะแบบประเมินจะใช้มาตรวัดของลิเคิร์ต (Likert Scale) ซึ่งใช้เกณฑ์ 5 ระดับ แทน 5 ความหมายคือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด (5 4 3 2 1 ตามลำดับ)

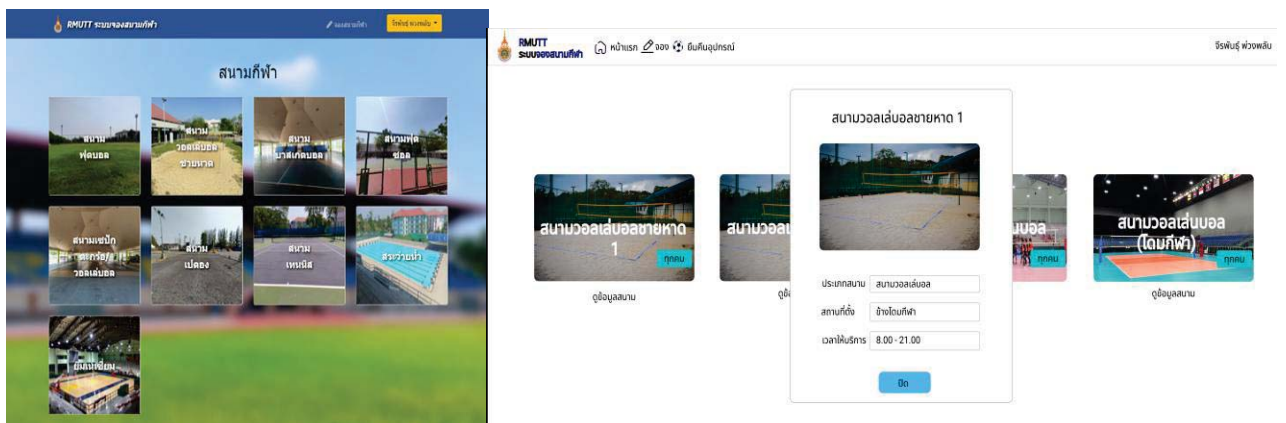
4. ผลการดำเนินงาน

หลังจากได้ทำการวิเคราะห์และออกแบบระบบเว็บไซต์การจองสนามกีฬา ผู้วิจัยได้จัดทำขึ้นเพื่อศึกษา พัฒนาระบบการจองสนามกีฬาของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ผ่านเบราว์เซอร์เพื่อเป็นศูนย์กลางในการจองสนามกีฬา ส่งผลให้การจองสนามกีฬา การยืนยันอุปกรณ์กีฬา การตรวจสอบสถานะ และการจัดการกับข้อมูลได้สะดวกและรวดเร็วยิ่งขึ้น

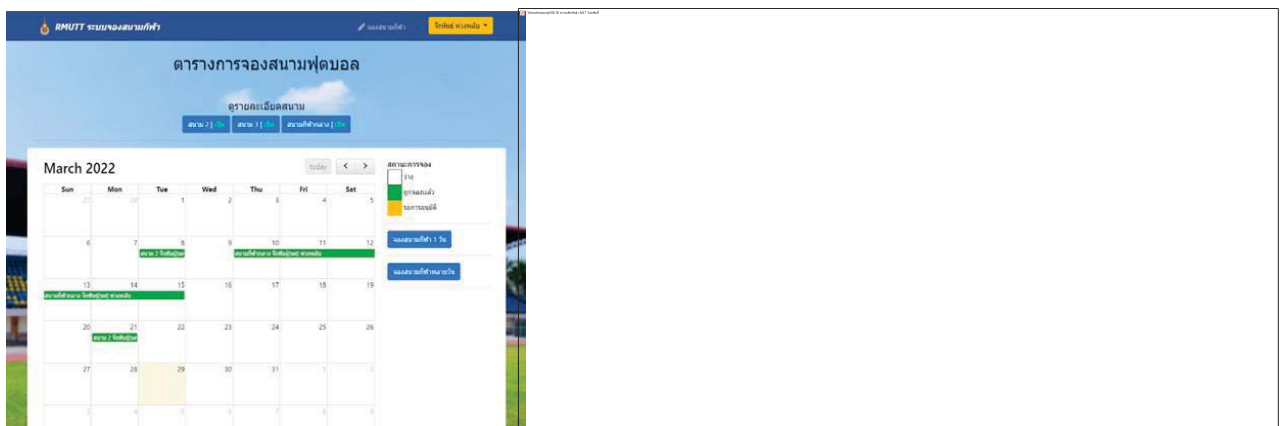
4.1 ตัวอย่างหน้าจอของผู้ใช้



รูปที่ 4 : หน้าเข้าสู่ระบบ



รูปที่ 5 : หน้าเลือกประเภทสนามกีฬา



รูปที่ 6 : หน้าตารางสำหรับจองสนามกีฬา

ชื่อผู้จ้าง	เบอร์โทร	ชื่อสนาม	ประเภทสนาม	วันที่เริ่ม	วันที่สิ้นสุด	ช่วงเวลาใช้งาน	จำนวนคน	หมายเหตุ	อนุมัติ/ไม่อนุมัติ	สถานะการใช้งาน
ไรฟิ้นซ์ พวงมณี	0958038419	สนาม 3	สนามฟุตบอล	2022-04-10	2022-04-10	ช่วงเช้า	200	ทดสอบ	อนุมัติ	ใช้งาน
ไรฟิ้นซ์ พวงมณี	0958038419	สนามเทนนิส 2	สนามเทนนิส	2022-03-10	2022-03-10	ช่วงเช้า	200	เพื่อการแข่งขัน	อนุมัติ	ใช้งาน
ไรฟิ้นซ์ พวงมณี	0958038419	สนาม 3	สนามฟุตบอล	2022-03-08	2022-03-08	ช่วงเช้า	200	ทดสอบ	ไม่อนุมัติ	ไม่ใช้งาน

รูปที่ 7 : หน้าอนุมัติการจองสนาม



รูปที่ 8 : หน้าเลือกประเภทอุปกรณ์กีฬา

ชื่ออุปกรณ์	ประเภทอุปกรณ์	หมายเลขซีเรียล	รูปภาพ	สถานะอุปกรณ์
ฟุตบอล	ลูกฟุตบอล	123456C		อุปกรณ์มีอยู่
ลูกฟุตบอล 1	ลูกฟุตบอล	123456A		อุปกรณ์มีอยู่
ลูกฟุตบอล 2	ลูกฟุตบอล	123456E		อุปกรณ์มีอยู่

คืนอุปกรณ์กีฬา

ข้อมูลผู้ใช้

ชื่อ	จิรพันธุ์(นศ)
นามสกุล	พวงพลับ
คณะ/หน่วยงาน	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
เบอร์โทรศัพท์	☎ 0958038419

รายการยืมอุปกรณ์

id	ชื่ออุปกรณ์	ประเภทอุปกรณ์	หมายเหตุ	วันที่ยืม	สถานะ	เวลาที่คืน
63	ลูกฟุตบอล 1	ลูกฟุตบอล	ทดสอบ	2022-02-23 : 11:49:23	ยังไม่คืน	0000-00-00 : คืน

4.2 ตัวอย่างหน้าจอของแอดมิน

รหัสสนามกีฬา	ชื่อสนามกีฬา	เวลาให้บริการ	รูปภาพ	ประเภทสนามกีฬา	สถานที่ตั้ง	แก้ไข/ลบ
W00001	สนามวอลเลย์บอลชายหาด 1	8.00 - 21.00		สนามฟุตบอล	ข้างโดมกีฬา	<input type="button" value="แก้ไข"/> <input type="button" value="ลบ"/>
W00002	สนามวอลเลย์บอลชายหาด 2	8.00 - 21.00		สนามวอลเลย์บอล	โดมกีฬา	<input type="button" value="แก้ไข"/> <input type="button" value="ลบ"/>
W00003	สนามวอลเลย์บอล (ยิม)	8.00 - 21.00		สนามวอลเลย์บอล	อาคารยิมเนเซียม	<input type="button" value="แก้ไข"/> <input type="button" value="ลบ"/>
W00004	สนามวอลเลย์บอล (โดมกีฬา)	8.00 - 21.00		สนามวอลเลย์บอล	ภายในโดมกีฬา	<input type="button" value="แก้ไข"/> <input type="button" value="ลบ"/>
F00005	สนามฟุตบอล 1	8.00 - 21.00		สนามฟุตบอล	สนามกีฬากลาง	<input type="button" value="แก้ไข"/> <input type="button" value="ลบ"/>
F00006	สนามฟุตบอล 2	8.00 - 21.00		สนามฟุตบอล		<input type="button" value="แก้ไข"/> <input type="button" value="ลบ"/>
B00007	สนามแบดมินตัน 1	8.00 - 21.00		สนามแบดมินตัน		<input type="button" value="แก้ไข"/> <input type="button" value="ลบ"/>

รูปที่ 10 : หน้าสำหรับจัดการข้อมูลสนามกีฬา

ตารางการจองสนาม

13/03/2021 | สนามวอลเลย์บอล

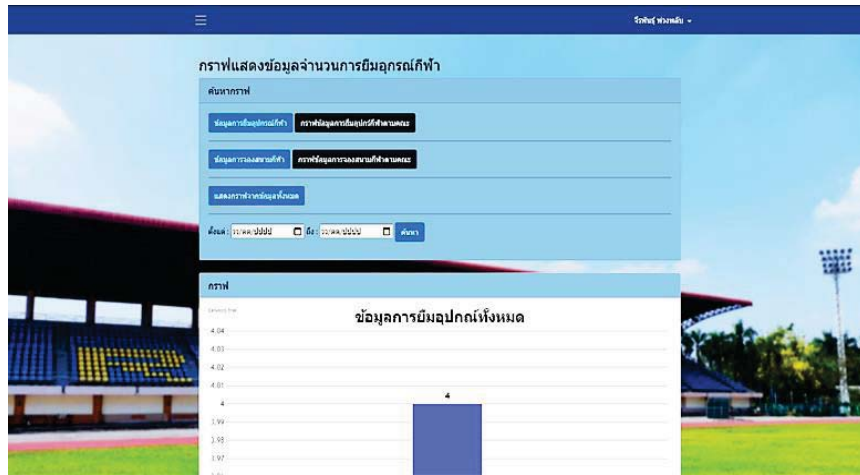
สนาม	8.30-9.00	9.00-9.30	9.30-10.00	10.00-10.30	10.30-11.00	11.00-11.30	11.30-12.00	12.00-13.00	13.00-14.00	14.00-15.00	15.00-16.00	16.00-17.00	17.00-18.00	18.00-18.30	18.30-19.00	19.00-19.30	19.30-20.00	20.00-20.30	20.30-21.00
สนามวอลเลย์บอลชายหาด 1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
สนามวอลเลย์บอลชายหาด 2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
สนามวอลเลย์บอล (ยิม)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
สนามวอลเลย์บอล (โดมกีฬา)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

จองสนาม (วันที่ 13/03/2021)

- สนาม A | เวลา : 9:00-9:30
- สนาม A | เวลา : 9:30-10:00
- สนาม A | เวลา : 10:00-10:30
- สนาม A | เวลา : 10:30-11:00

ประเภทสนาม: สนามฟุตบอล
 ชื่อจอง: จีรพันธุ์ พ่วงพลับ
 เบอร์โทร: 0958038419
 หมายเหตุ: ผักช้อน

รูปที่ 11 : หน้าสำหรับดูข้อมูลการอนุมัติการจองสนามกีฬา



รูปที่ 12 : หน้ารายงานกราฟการจองสนามและยื่นคืบอุปรณ์

4.3 การวิเคราะห์ผล

ในการประเมินระบบจองสนามกีฬา ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบหาความพึงพอใจการใช้งานด้วยแบบสอบถามความพึงพอใจจากผู้ใช้งานในการใช้งานระบบ โดยกลุ่มเป้าหมายที่จะทำการประเมินก็คือ นักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรีเป็นผู้ใช้งานทั่วไป จำนวน 20 คน และทำนอาจารย์จำนวน 3 คน โดยทำแบบประเมินความพึงพอใจ ซึ่งแบ่งเป็น 5 หัวข้อหลักคือ ด้านรูปแบบเว็บไซต์และวิธีการใช้งาน ด้านตรงความต้องการ ด้านความสามารถทำงานได้ตามหน้าที่ ด้านความง่ายต่อการใช้งาน และด้านประสิทธิภาพ แล้วนำผลที่ได้จากแบบประเมินความพึงพอใจมาคำนวณหาค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยมีหลักเกณฑ์การประเมินและการแปลความหมาย ดังตารางที่ 1 และตารางที่ 2

ตารางที่ 1: ค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประสิทธิภาพของระบบจองสนามกีฬา ส่วนของผู้เชี่ยวชาญ

ลำดับที่	เกณฑ์การประเมิน	N = 3		
		\bar{x}	S. D.	การแปลความหมาย
1	ด้านรูปแบบเว็บไซต์และวิธีการใช้งาน	3.86	0.34	พอใจมาก มีความแตกต่างกันเล็กน้อยหรือใกล้เคียงกัน
2	ด้านตรงความต้องการ	4.11	0.19	พอใจมาก มีความแตกต่างกันเล็กน้อยหรือใกล้เคียงกัน
3	ด้านความสามารถทำงานได้ตามหน้าที่	4.00	0.33	พอใจมาก มีความแตกต่างกันเล็กน้อยหรือใกล้เคียงกัน
4	ด้านความง่ายต่อการใช้งาน	4.00	0.14	พอใจมาก มีความแตกต่างกันเล็กน้อยหรือใกล้เคียงกัน
5	ด้านประสิทธิภาพ	2.67	0.71	ปานกลาง มีความแตกต่างค่อนข้างมาก
ค่าเฉลี่ยคะแนนรวม		3.72	0.34	พอใจมาก มีความแตกต่างกันเล็กน้อยหรือใกล้เคียงกัน

ตารางที่ 2: ค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประสิทธิภาพของระบบจองสนามกีฬา ส่วนของผู้ใช้

ลำดับที่	เกณฑ์การประเมิน	N = 20		
		\bar{x}	S. D.	การแปลความหมาย
1	ด้านรูปแบบเว็บไซต์และวิธีการใช้งาน	4.32	0.63	พอใจมาก มีความแตกต่างค่อนข้างมาก
2	ด้านตรงความต้องการ	4.30	0.62	พอใจมาก มีความแตกต่างค่อนข้างมาก
3	ด้านความสามารถทำงานได้ตามหน้าที่	4.11	0.85	พอใจมาก มีความแตกต่างกันมาก
4	ด้านความง่ายต่อการใช้งาน	4.00	0.33	พอใจมาก มีความแตกต่างกันเล็กน้อยหรือใกล้เคียงกัน
5	ด้านประสิทธิภาพ	3.93	0.57	พอใจมาก มีความแตกต่างค่อนข้างมาก
ค่าเฉลี่ยคะแนนรวม		4.13	0.60	พอใจมาก มีความแตกต่างค่อนข้างมาก

5. สรุป

การวิจัยเรื่องการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันการจองสนามกีฬา มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อพัฒนาระบบการจองและการยืนยันอุปกรณ์สนามกีฬา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี 2) เพื่อความรวดเร็วในการตรวจสอบสถานะของสนามกีฬาแต่ละประเภท 3) เพื่อความสะดวกในการบันทึกการจองสนามกีฬา 4) เพื่อความสะดวกสบายและรวดเร็วในการยืนยันอุปกรณ์กีฬา ซึ่งพบว่าผลลัพธ์จากการวิจัยสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ดังกล่าวทุกประการ โดยจะแบ่งฟังก์ชันการทำงานออกเป็น 2 ส่วนหลักคือ ส่วนของผู้ใช้และส่วนของผู้ดูแลระบบ สำหรับส่วนของผู้ใช้จะประกอบด้วยฟังก์ชัน การเข้าสู่ระบบและออกจากระบบ การจองสนามกีฬา การดูประวัติการจองสนามกีฬา การดูข้อมูลสนามกีฬา การดูข้อมูลอุปกรณ์ การยืนยันและคืนอุปกรณ์กีฬา การดูประวัติการยืนยันและคืนอุปกรณ์กีฬา การจัดการโปรไฟล์ส่วนตัว และสำหรับส่วนของผู้ดูแลระบบจะครอบคลุมฟังก์ชันทั้งหมดของผู้ใช้ และยังเพิ่มเติมด้วยฟังก์ชันสำคัญเพื่อการบริหารจัดการคือ การจัดการข้อมูลผู้ใช้ข้อมูลสนามกีฬาและข้อมูลอุปกรณ์กีฬา การจัดการสถานะสนามกีฬาและอุปกรณ์กีฬา การอนุมัติการจองสนามกีฬา การจัดการอนุมัติการยืนยันและคืนอุปกรณ์กีฬา การดูประวัติการยืนยันและคืนอุปกรณ์กีฬา และประวัติการจองสนามกีฬา รวมถึงข้อมูลสถิติการจองสนามกีฬาและยืนยันอุปกรณ์กีฬา ซึ่งเมื่อทำการประเมินผลความพึงพอใจในการใช้งานระบบพบว่าจากการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ได้ผลลัพธ์ที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.72 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.34 แสดงว่าผู้เชี่ยวชาญมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก และส่วนการประเมินผลความพึงพอใจในการใช้งานระบบของผู้ใช้ 20 คน พบว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.13 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.60 หมายความว่าผู้ใช้มีความพึงพอใจระดับมาก สรุปได้ว่าระบบนี้สามารถช่วยในการจองสนามและยืนยันอุปกรณ์กีฬาผ่านเว็บไซต์ได้อย่างสะดวกสบาย ง่ายต่อการใช้งาน มีประสิทธิภาพและรวดเร็วยิ่งขึ้น ซึ่งสามารถใช้เป็นระบบต้นแบบในด้านการให้บริการต่าง ๆ ของหน่วยงานได้ต่อไป

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณงบประมาณสนับสนุนจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร สำหรับการพัฒนาและการนำเสนอผลงานวิจัยเพื่อเผยแพร่องค์ความรู้ทางวิชาการในงานประชุมวิชาการ

7. เอกสารอ้างอิง

- Chandra. (2544). "ระบบฐานข้อมูลเป็นการจัดเก็บข้อมูลอย่างเป็นระบบ". มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม.
- K&O. (2563). "ระบบฐานข้อมูล". สืบค้นเมื่อ 1 กุมภาพันธ์ 2564, [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <https://www.ko.in.th/ประโยชน์ของระบบฐานข้อมูล-มีอะไรบ้าง-อยากรู้ไหม>
- Ultimate Digital Service. (2563). "เว็บแอปพลิเคชัน". สืบค้นเมื่อ 11 มกราคม 2564. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <https://www.uds.co.th/article /2020/06/24/web-application/>
- Webdodee. (2563). "ข้อมูลเกี่ยวกับ phpMyAdmin". สืบค้นเมื่อ 5 มีนาคม 2564. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <https://www.web-dodee.com/>
- จตุรงค์ เว็บไซต์ขายส่งอุปกรณ์กีฬา. (2562). "ความหมายของอุปกรณ์กีฬา". สืบค้นเมื่อ 11 มกราคม 2564. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <https://xn--12cabu5d3b7bl3d0af0dk4b1bzttc.com/>
- รัชชัย สุริยะทองธรรม. (2548). "พัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน ASP.NET". กรุงเทพฯ: ชัคเชส มีเดีย.
- ปราโมทย์ ตงฉิน, กฤษดา ด้านประสิทธิ์พร, และ ไตรทศ มากมูล. (2558). "การพัฒนาระบบคอมพิวเตอร์เพื่อการจัดเก็บ ยืม-คืน อุปกรณ์กีฬาโรงเรียนวัดจันทราวาส (ศุขประสารราษฎร์)". คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- พิศขานันท์ สนธิธรรม, ชูวงศ์ พรหมบุตร, ถนอมทรัพย์ ตรงสายดี, และรุ่งนภา ดัดฤยาวัตร. (2563). "ระบบการจองห้องประชุมออนไลน์คณะวิทยาการจัดการ". วารสารวิจัยวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ (มกราคม - มิถุนายน 2561) ปีที่ 2 ฉบับที่ 1. หน้า 81-90.

การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันสื่อเสมือนจริงภูมิปัญญาเครื่องปั้นดินเผา โบราณ และบริหารจัดการข้อมูลภายใน กรณีศึกษา สถานศิลปะ ประติมากรรมสวนไม้ไทย บ้านพ่อเลี้ยงหมื่น จังหวัดลำพูน

The Development of Web Application and Virtual Reality for Ancient Pottery

Wisdom and Information Management, the Terracotta Garden:

Ban Phor Liang Meun, Lamphun Province

จตุพร ศิลพรชัย¹ และ ณฐา อภิธาวิณวสุ^{2*}

Jatuporn Silapornchai¹ and Natha Apithawinwasu²

¹หลักสูตรระบบสารสนเทศทางธุรกิจ คณะบริหารธุรกิจและศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

²หลักสูตรการจัดการธุรกิจระหว่างประเทศ คณะบริหารธุรกิจและศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

¹Bachelor of Business Administration Program in Business Information System,

Faculty of Business Administration and Liberal Arts, Rajamangala University of Technology

²Bachelor of Business Administration Program in International Business Management,

Faculty of Business Administration and Liberal Arts, Rajamangala University of Technology

bank4605145@rmutl.ac.th, natha_apj@rmutl.ac.th 086-920-2820, 061-629-7447

บทคัดย่อ

การจัดทำงานวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันสื่อเสมือนจริงภูมิปัญญาเครื่องปั้นดินเผาโบราณ และบริหารจัดการข้อมูลภายใน กรณีศึกษา สถานศิลปะประติมากรรมสวนไม้ไทย บ้านพ่อเลี้ยงหมื่น จังหวัดลำพูน ซึ่งตั้งอยู่ที่เลขที่ 137/1 หมู่ 6 ตำบลริมปิง อำเภอเมือง จังหวัดลำพูน โดยในปัจจุบันสวนไม้ไทยบ้านพ่อเลี้ยงหมื่นมีความต้องการที่จะเผยแพร่ภูมิปัญญาศิลปะประติมากรรมเครื่องปั้นดินเผาโบราณของเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ให้เป็นที่รู้จักอย่างแพร่หลาย ต้องการที่จะเปิดการลงทะเบียนเพื่อให้ผู้ใช้บริการได้เรียนรู้เกี่ยวกับเครื่องปั้นดินเผา แต่เนื่องจากยังไม่เป็นที่รู้จักมากเพียงพอและยังไม่มีระบบการจองสถานที่ล่วงหน้า ทำให้การบริหารจัดการของสถานที่ไม่เต็มที่ควร ผู้จัดทำจึงได้เสนอแนวคิดในการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันสื่อเสมือนจริงภูมิปัญญาเครื่องปั้นดินเผาโบราณ และบริหารจัดการข้อมูลขึ้น โดยใช้เครื่องมือการพัฒนา ดังนี้ เอชทีเอ็มแอล (HTML), พีเอชพี (PHP), เอสคิวแอล (SQL), ซีเอสเอส (CSS) เป็นต้น เพื่อให้รองรับการใช้งาน และสามารถทำงานในรูปแบบเว็บแอปพลิเคชัน (Web Application) รวมถึงการนำแผนภาพกระแสดำเนินการ, อี-อาร์ไอเอแกรม, พจนานุกรมข้อมูล, ผังงานและแผนภูมิแกนต์ มาช่วยในการวางแผนระบบงาน โดยได้แบ่งกลุ่มผู้ใช้งานออกเป็น 5 กลุ่ม คือ ผู้ดูแลระบบ เจ้าของกิจการ พนักงาน สมาชิก และผู้ใช้งานทั่วไป ซึ่งระบบจะมีการทำงานหลักๆ คือ การจัดการข้อมูลผู้ใช้ การจัดการข้อมูลการขายสินค้าหน้าร้าน การจัดการข้อมูลวัตถุดิบ การจัดการข้อมูลลงทะเบียนเรียนรู้กิจกรรม การจัดการข้อมูลการจองสถานที่ และการออกรายงานสรุปต่างๆ ของกิจการ เป็นต้น

การประเมินโครงการจากผลการดำเนินงานการสำรวจการใช้งานระบบการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันสื่อเสมือนจริงภูมิปัญญาเครื่องปั้นดินเผาโบราณ และบริหารจัดการข้อมูลภายใน กรณีศึกษา สถานศิลปะประติมากรรมสวนไม้ไทย บ้านพ่อเลี้ยงหมื่น จังหวัดลำพูน จากกลุ่มผู้ใช้งานทั่วไป ค่าเฉลี่ย 3.95 (S.D. = 0.63) อยู่ในเกณฑ์ระดับดี และกลุ่มเจ้าของกิจการ ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.42 (S.D. = 0.57) อยู่ในเกณฑ์ระดับดีมาก จากการศึกษาและจัดทำงานวิจัย ผู้จัดทำพบว่า ได้ช่วยให้การบริหารจัดการของสถานประกอบการเป็นไปได้อย่างสะดวก รวดเร็ว และถูกต้อง ใช้งานง่าย ช่วยลดขั้นตอน รวมทั้งเพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารจัดการ และเป็นการปรับปรุงกระบวนการทำงานของสถานประกอบการให้เกิดประสิทธิภาพ และประสิทธิผลมากที่สุด

คำสำคัญ: การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน, สื่อเสมือนจริงวีอาร์, การประเมินความพึงพอใจของเว็บแอปพลิเคชัน,

สถานศิลปะประติมากรรม

Abstract

The purpose of this research is to develop a web application and virtual reality for ancient pottery wisdom and information management, The Terracotta Garden: Ban Phor Liang Meun, located at No. 137/1 Moo 6, Rimping Sub-district, Mueang District, Lamphun Province. Currently, The Terracotta Garden: Ban Phor Liang Meun has the desire to make the knowledge of ancient pottery sculptures of Southeast Asia to be widely known and also wants to have a registration process for users to learn about pottery wisdom. But because it is not well known and there is no reservation system, this cause the management to be not as

good as it should be. The authors then proposed an idea to develop a virtual reality web application based on the wisdom of ancient pottery. and information management by using the following development tools: HTML, PHP, SQL, CSS, etc. to create web application and also including data flow diagrams, ER diagrams, data dictionaries, flowcharts, and Gantt charts. in the planning process. The user groups are divided into 5 groups: administrators, business owners, employees, members, and general users. The main function of the system is to manage user data, Point of sale data management, raw material data management, Information management, registration for learning activities and venues, booking information management, and issuing various reports of the business.

The evaluation of the project based on performance, system usability survey, the web application and virtual reality for ancient pottery wisdom and information management, The Terracotta Garden: Ban Phor Liang Meun, from the group of general users, the average is 3.95 (S.D. = 0.63), in a good level and from business owners group is 4.42 (S.D. = 0.57), in a very good level. From studies and surveys, this research has helped the management to be convenient, fast and accurate, easy to use, reduces steps, and increases the efficiency of management. and to improve the work process of The Terracotta Garden: Ban Phor Liang Meun to be more efficient and the most effective.

Keywords: Web application development, Virtual Reality, Assessment of web application satisfaction, Pottery sculptures, Terracotta

1. บทนำ

ปัจจุบันเทคโนโลยีสารสนเทศเข้ามามีบทบาทความสำคัญต่อชีวิตผู้คนในยุคปัจจุบัน และยังมีเครื่องมือที่จะนำสารสนเทศมาใช้ให้เกิดประโยชน์ได้นั้นก็เพิ่มขึ้นอย่างมาก ไม่ว่าจะเป็นการรับสารสนเทศจากอินเทอร์เน็ตแอปพลิเคชันบนมือถือ หรือการพาทัวร์สถานที่ต่างๆ ด้วยระบบเสมือนจริงวีอาร์ (Virtual Reality) ซึ่งสิ่งเหล่านี้สามารถเข้าถึงผู้ใช้ได้ง่าย และสะดวกกว่าเมื่อก่อนมากยังมีการนำเทคโนโลยีระบบสารสนเทศเพื่อการบริหาร เข้ามาช่วยภายในองค์กร เพื่อให้สามารถการทำงานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพจะสังเกตได้ชัดเจนว่าเทคโนโลยีต่างๆ นั้นได้มีการพัฒนาอย่างล้ำสมัยซึ่งส่งผลให้เกิดความสะดวกต่อการใช้งานในปัจจุบัน และในอนาคต ปัจจุบันความก้าวหน้าของเทคโนโลยีสารสนเทศได้มีบทบาทสำคัญต่อวิถีชีวิตและสังคมของมนุษย์ เทคโนโลยีสารสนเทศได้บูรณาการเข้าสู่ระบบธุรกิจดังนั้นองค์กรที่จะอยู่รอด และมีพัฒนาการต้องสามารถปรับตัว และจัดการกับเทคโนโลยีอย่างเหมาะสม

“สวนไม้ไทยบ้านพ่อเลี้ยงหมื่น” ก่อตั้งเมื่อปี พ.ศ. 2525 ครอบคลุมพื้นที่ดินค่าน้ำชุ่มมากกว่า 500 ไร่ เป็นศิลปะประติมากรรมเครื่องปั้นดินเผาโบราณของเอเชียตะวันออกเฉียงใต้และจัดตั้งร้านกาแฟ เมื่อวันที่ 9 พฤษภาคม 2564 ณ เลขที่ 137/1 หมู่ 6 ตำบลริมปิง อำเภอเมือง จังหวัดลำพูน ผู้เป็นเจ้าของและบริหารจัดการคือ คุณสุทธิพงษ์ ใหม่วัน หรือ “พ่อเลี้ยงแดง” (ส่วนคำว่า “พ่อเลี้ยงหมื่น” นั้นเป็นชื่อปู่ของคุณสุทธิพงษ์) ในฐานะ “สถา” ทำหน้าที่สืบสานงานปั้นดินเผาตามอย่างสมัย ทรียุชโย ในทุกรายละเอียด นับแต่เครื่องปั้นดินเผา หม้อ ไห กระถางดอกไม้ โคมไฟ อัฐมอญ ที่นำไปใช้ในการก่อสร้างประดับตกแต่งผนัง กำแพง ถือเป็นอัฐมอญที่มีคุณภาพดีกว่าอัฐมอญที่จำหน่ายตามท้องตลาดทั่วไป เนื่องจากเนื้อแน่นมีน้ำหนักมาก คุณภาพแกร่ง คงทน ใช้เวลาเผาานานกว่าอัฐมอญทั่วไป นอกจากนี้ยังมีงานผลิตสินค้าของที่ระลึกชิ้นไม่ใหญ่เกินไปนักในลักษณะ Antique หรือ Souvenir สำหรับขายนักท่องเที่ยวโดยมีโชว์รูมอยู่ที่ร้านบ้านพ่อเลี้ยงหมื่น ประตูเชียงใหม่ ใกล้วัดพันแหวน ในอำเภอเมือง เชียงใหม่ งานประติมากรรมดินเผาชิ้นใหญ่รูปเทพกษัตริย์ของศาสนาฮินดูประยุกต์ให้งดงามเพื่อนำไปติดตั้งในสวนตามรีสอร์ท โรงแรม สำนักงาน หรือบ้านพักอาศัยของคหบดีทั้งในและนอกประเทศ ก็เป็นงานประติมากรรมดินเผาอีกประเภทหนึ่งที่ต้องทำความเข้าใจกับงานผลิตสินค้าที่ระลึก เนื่องจากเป็นงานที่มีผู้สนใจสั่งทำด้วยการออกแบบเฉพาะให้เข้ากับภูมิทัศน์ของแต่ละสถานที่ งานทุกชิ้นคุณสุทธิพงษ์จะทำหน้าที่ออกแบบและกำกับดูแลความงามด้านสรีระ สัดส่วน เครื่องทรง ภาษารมณ์ สีหน้า อารมณ์ และการจัดวางองค์ประกอบในทุกรายละเอียดอย่างพิถีพิถันสวนไม้ไทยบ้านพ่อเลี้ยงหมื่น จึงมีคุณค่ายิ่งในฐานะแหล่งเรียนรู้ด้านวัฒนธรรมการปั้นดินเผาแหล่งใหญ่ และสำคัญยิ่งในภาคเหนือ สวนไม้ไทยบ้านพ่อเลี้ยงหมื่น ในปัจจุบันยังไม่เป็นที่รู้จักมากพอจึงต้องการที่จะเผยแพร่ภูมิปัญญาศิลปะประติมากรรมเครื่องปั้นดินเผาโบราณของเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ให้เป็นที่รู้จักอย่างแพร่หลาย และยังไม่มียุทธศาสตร์ของสถานที่ล่วงหน้าทำให้การบริหารจัดการของสถานที่ไม่ตีพ้อ สถานประกอบการต้องการที่จะเปิดการลงทะเบียนเพื่อให้ผู้ใช้บริการได้เรียนรู้เกี่ยวกับเครื่องปั้นดินเผา และยังไม่มีการเปิดการขายของฝากในรูปแบบออนไลน์

จากปัญหาดังกล่าว จึงพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันสื่อเสมือนจริงภูมิปัญญาเครื่องปั้นดินเผาโบราณ และบริหารจัดการข้อมูลภายใน กรณีศึกษา สถานศิลปะประติมากรรมสวนไม้ไทย บ้านพ่อเลี้ยงหมื่น จังหวัดลำพูนเกี่ยวกับการแจ้งข่าวสารประชาสัมพันธ์ ความรู้ต่าง ๆ ผ่านทางเว็บไซต์ การเข้าชมศิลปะประติมากรรมสวนไม้ไทยบ้านพ่อเลี้ยงหมื่นในรูปแบบ VR และจัดทำระบบการจองสถานที่ ซื่อขายของฝากออนไลน์ เพื่อความสะดวกสบายของลูกค้าที่มาใช้บริการ ทั้งนี้ได้มีการพัฒนาระบบโดยใช้ภาษา PHP, CSS, HTML-5 ในการออกแบบเว็บไซต์ ฐานข้อมูลที่ใช้จะประกอบไปด้วย ระบบ MySQL เพื่อใช้เก็บข้อมูลต่าง ๆ ส่วนอุปกรณ์ที่ใช้ในการพัฒนาสื่อเสมือนจริง VR ได้แก่ โปรแกรม Street View, Unity 3D และใช้สถาปัตยกรรมพื้นฐานประกอบด้วย Browser, Web Server, PHP สามารถดู และออกรายงานสารสนเทศของระบบ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันสื่อเสมือนจริงภูมิปัญญาเครื่องปั้นดินเผาโบราณ และบริหารจัดการข้อมูลภายใน กรณีศึกษา สถานศิลปะประติมากรรมสวนไม้ไทย บ้านพ่อเลี้ยงหมื่น จังหวัดลำพูน เผยแพร่ศิลปะประติมากรรมในรูปแบบ VR เสมือนจริง ระบบการจองสถานที่สำหรับสมาชิกเพื่อเข้าใช้สถานที่จัดทำกิจกรรมต่าง ๆ การขายของฝากออนไลน์ กระบวนการทำงานที่มีความสะดวก และรวดเร็ว ช่วยลดขั้นตอนในการทำงาน และเพิ่มประสิทธิภาพให้ดียิ่งขึ้น

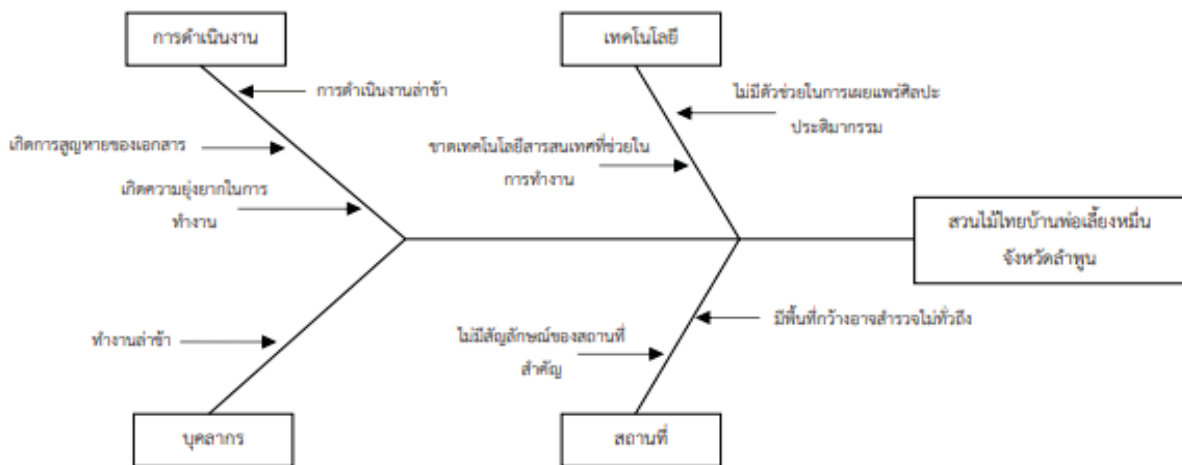
วัตถุประสงค์วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันสื่อเสมือนจริงภูมิปัญญาเครื่องปั้นดินเผาโบราณ และบริหารจัดการข้อมูลภายใน กรณีศึกษา สถานศิลปะประติมากรรมสวนไม้ไทย บ้านพ่อเลี้ยงหมื่น จังหวัดลำพูน
2. เพื่อประเมินความพึงพอใจของใช้งานเว็บแอปพลิเคชัน

2. วิธีการทดลองหรือวิธีการศึกษา

การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันสื่อเสมือนจริงภูมิปัญญาเครื่องปั้นดินเผาโบราณ และบริหารจัดการข้อมูลภายใน กรณีศึกษา สถานศิลปะประติมากรรมสวนไม้ไทย บ้านพ่อเลี้ยงหมื่น จังหวัดลำพูน ได้การดำเนินการวิจัยใช้หลักการพัฒนาระบบสารสนเทศตามวงจรการพัฒนาระบบในรูปแบบจำลองแบบน้ำตกในการวางแผนและพัฒนาโดยมีขั้นตอนในการพัฒนาดังนี้

1) **ศึกษาและรวบรวมข้อมูล** ทำการศึกษาและรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับขั้นตอนการทำงานในสวนไม้ไทยบ้านพ่อเลี้ยงหมื่น ศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้นว่า มีปัญหาใดบ้างที่จะต้องทำการแก้ไข ศึกษาความต้องการของผู้ใช้งาน ผ่านการสัมภาษณ์ผู้เกี่ยวข้อง ดังนี้ เจ้าของกิจการ พนักงาน คนสวน ช่างปั้น ศึกษาถึงเครื่องมือที่จะนำมาใช้ในการพัฒนาระบบ และศึกษารวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง โดยสามารถสรุปปัญหาของระบบงานเดิมได้ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 วิเคราะห์แผนภูมิปัญหาของระบบงานเดิม (แผนภูมิแกงปลา)

และสรุปความต้องการของผู้ใช้ สามารถแยกสรุปแยกตามประเภทผู้ใช้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องได้ดังนี้

- 1) ผู้ดูแลระบบ สามารถจัดการข้อมูลผู้ใช้งาน จัดการข้อมูลสมาชิก ข้อมูลเจ้าของกิจการและข้อมูลพนักงานได้
- 2) เจ้าของกิจการ สามารถเข้าสู่ระบบเพื่อจัดการข้อมูลส่วนตัว และเรียกดูข้อมูลรายงานสารสนเทศต่างๆได้

3) พนักงาน สามารถเข้าสู่ระบบเพื่อจัดการข้อมูลส่วนตัว สามารถจัดการการขายหน้าร้าน สามารถจัดการข้อมูลวัตถุดิบ สามารถอนุมัติการจองสถานที่ สามารถอนุมัติการลงทะเบียนเรียนเรียนรู้กิจกรรมเครื่องปั้นดินเผา และสามารถเรียกดูรายงานต่างๆรายวัน ออกรายงานรายเดือนได้

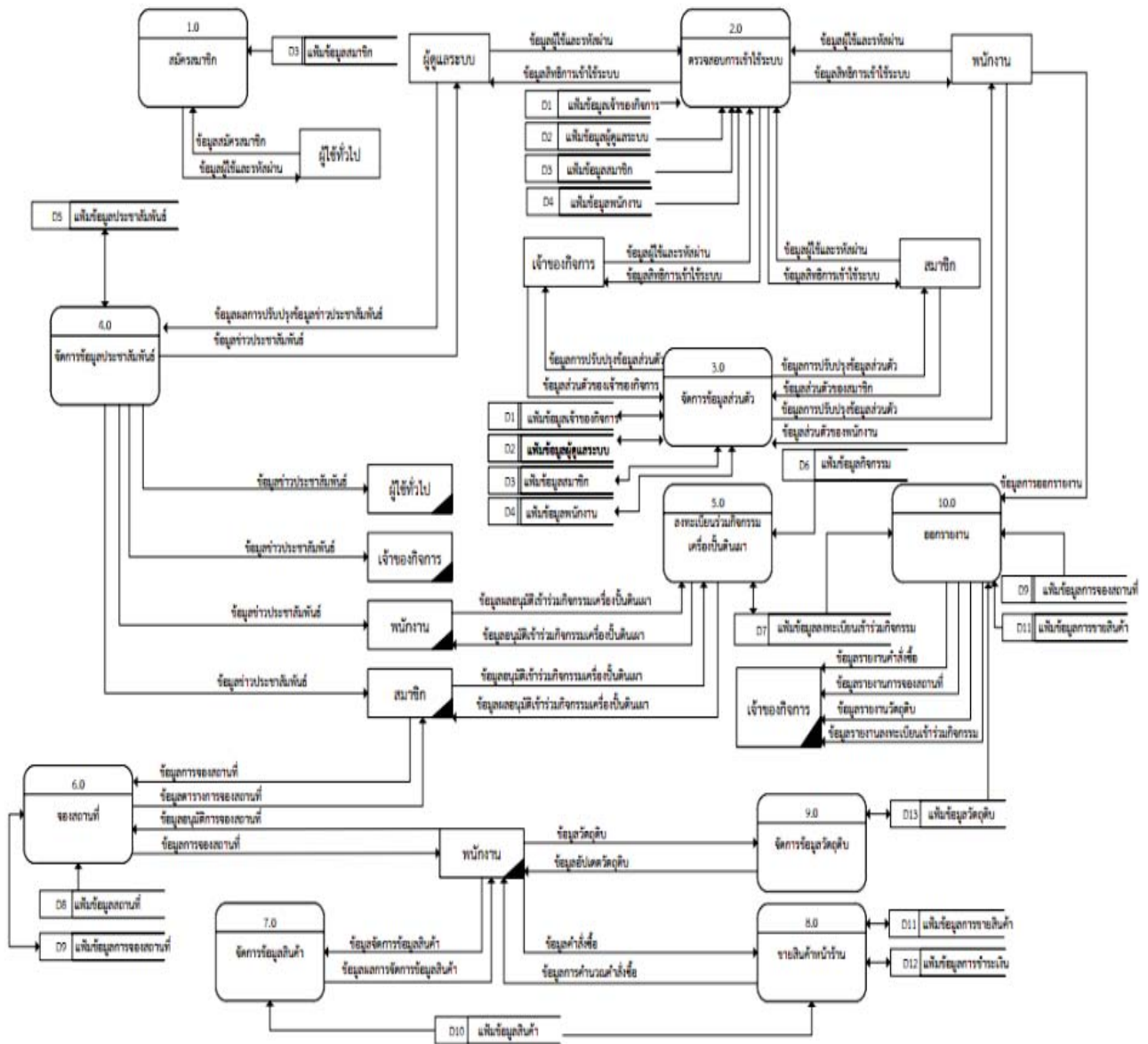
4) สมาชิก สามารถเข้าสู่ระบบเพื่อจัดการข้อมูลส่วนตัว สามารถจองสถานที่ สามารถการลงทะเบียนเรียนเรียนรู้กิจกรรมเครื่องปั้นดินเผา และเข้าชมเว็บไซต์ การเข้าชมเทคโนโลยีเสมือนจริง หรือ VR ได้

5) ผู้ใช้ทั่วไป สามารถเข้าชมเว็บไซต์ การเข้าชมเทคโนโลยีเสมือนจริง หรือ VR ได้

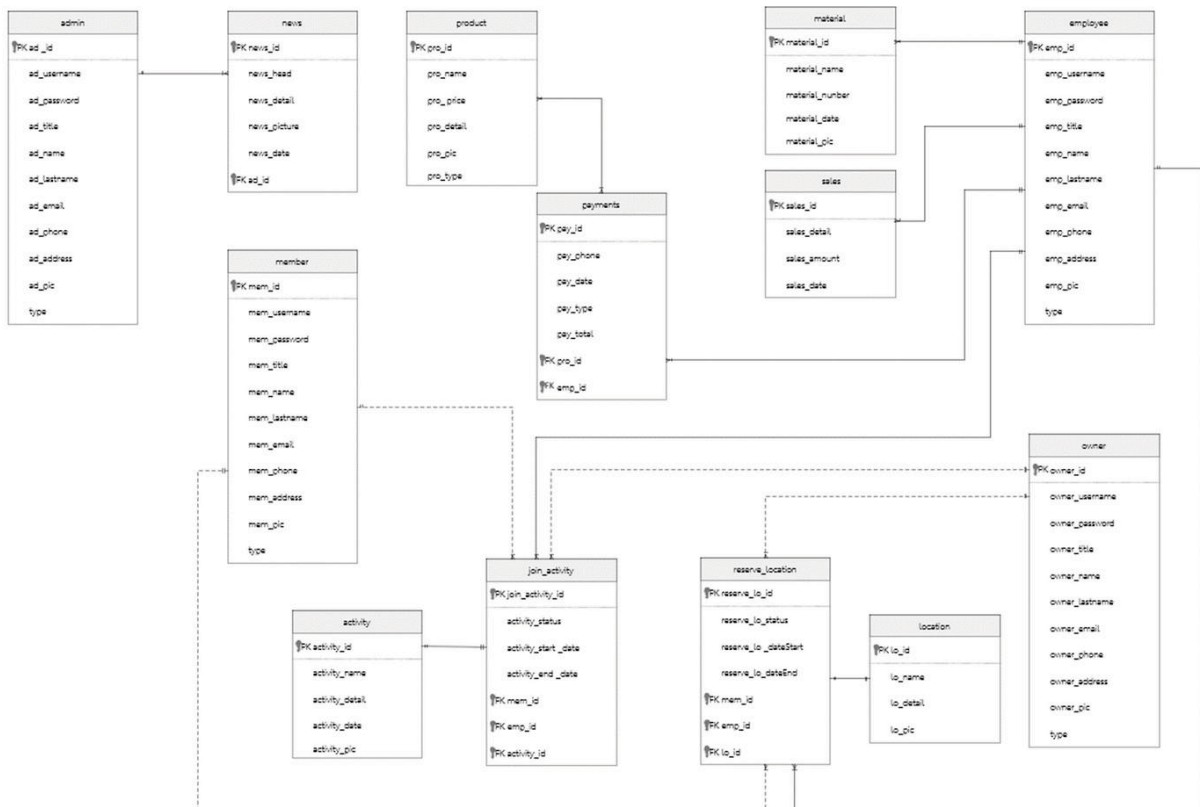
2) วิเคราะห์และออกแบบเชิงตรรกะ เมื่อทำการศึกษาและรวบรวมข้อมูลแล้ว จะนำข้อมูลที่ศึกษาได้มาวิเคราะห์ระบบ แล้วเขียนข้อระบุจำเพาะของความต้องผู้ใช้ จากนั้นนำข้อมูลออกแบบเชิงตรรกะโดยมีตารางแสดงรายละเอียดเอ็กเทิร์นลเอนท์และโปรเซสของระบบงานใหม่ ดังตารางที่ 1 ใช้สัญลักษณ์แผนภาพบริบท (Context Diagram) แสดงภาพรวมของระบบงานใหม่ แผนภาพกระแสข้อมูล (Data Flow Diagram) ดังแสดงในภาพที่ 2 แสดงการไหลของข้อมูลและการประมวลผลต่างๆ ในระบบสัมพันธ์กับแหล่งเก็บข้อมูลที่ใช้ แผนภาพความสัมพันธ์ (ER-Diagram) ดังแสดงในภาพที่ 3 ใช้อธิบายโครงสร้างความสัมพันธ์ของฐานข้อมูล และพจนานุกรมข้อมูล (Data Dictionary) เพื่อที่จะนำมาใช้ในการออกแบบระบบใน ขั้นตอนต่อไป

ตารางที่ 1 ตารางรายละเอียดของเอ็กเทิร์นลเอนท์และโปรเซสที่เกี่ยวข้องของระบบงานใหม่

ผู้ใช้	รายการข้อมูล	รายการโปรเซส
1) ผู้ดูแลระบบ	1) เพิ่มข้อมูลเจ้าของกิจการ	1) การสมัครสมาชิก
2) เจ้าของกิจการ	2) เพิ่มข้อมูลผู้ดูแลระบบ	2) การตรวจสอบการเข้าสู่ระบบ
3) พนักงาน	3) เพิ่มข้อมูลสมาชิก	3) การจัดการข้อมูลส่วนตัว
4) สมาชิก	4) เพิ่มข้อมูลพนักงาน	4) การจัดการข้อมูลประชาสัมพันธ์
5) ผู้ใช้ทั่วไป	5) เพิ่มข้อมูลชาวประชาสัมพันธ์	5) การลงทะเบียนเข้าร่วมกิจกรรมเครื่องปั้นดินเผา
	6) เพิ่มข้อมูลกิจกรรม	5.1) แสดงข้อมูลกิจกรรม
	7) เพิ่มข้อมูลลงทะเบียนเข้าร่วมกิจกรรม	5.2) รับข้อมูลการลงทะเบียนเข้าร่วมกิจกรรม
	8) เพิ่มข้อมูลสถานที่	5.3) อนุมัติจากพนักงาน
	9) เพิ่มข้อมูลการจองสถานที่	5.4) แสดงผลการอนุมัติ
	10) เพิ่มข้อมูลสินค้า	6) การจองสถานที่
	11) เพิ่มข้อมูลการขายสินค้า	6.1) แสดงข้อมูลการจองสถานที่
	12) เพิ่มข้อมูลการชำระเงิน	6.2) รับข้อมูลการจองสถานที่
	13) เพิ่มข้อมูลวัตถุดิบ	6.3) อนุมัติจากพนักงาน
		6.4) แสดงผลการอนุมัติ
		7) การจัดการข้อมูลสินค้า
		8) การซื้อขายสินค้าหน้าร้าน
		8.1) แสดงข้อมูลสินค้า
		8.2) รับข้อมูลคำสั่งซื้อ
		8.3) คำนวณราคาสินค้า
		8.4) บันทึกข้อมูลการขาย
		8.5) พิมพ์ใบเสร็จ
		9) จัดการข้อมูลวัตถุดิบ
		9.1) แสดงข้อมูลวัตถุดิบ
		9.2) เพิ่มรายการข้อมูลวัตถุดิบ
		9.3) บันทึกข้อมูลการอัปเดต
		10) การออกรายงาน
		- รายงานการจองสถานที่
		- รายงานการขายสินค้า
		- รายงานข้อมูลวัตถุดิบ
		- รายงานการลงทะเบียนเข้าร่วมกิจกรรม



รูปภาพที่ 2 แสดงแผนภาพกระแสข้อมูล (Data Flow Diagram)



ภาพที่ 3 แผนภาพความสัมพันธ์ (ER-Diagram)

3) การออกแบบระบบเชิงกายภาพ ทำการเขียนแผนภาพและการออกแบบระบบ โดยประกอบไปด้วย การออกแบบฐานข้อมูล ออกแบบหน้าจอหลัก และออกแบบหน้าจอส่วนติดต่อผู้ใช้ ให้ครบตามขอบเขตความต้องการของผู้ใช้งาน ดังแสดงในภาพที่ 4



ภาพที่ 4 แสดงการออกแบบหน้าจอหลักของเว็บไซต์

จากนั้นมีการสอบถามผู้เกี่ยวข้องถึงความพึงพอใจของหน้าจอต้อนรับและมีการแก้ไขตามความต้องการก่อนนำไปพัฒนาโปรแกรม

4) พัฒนาระบบ ทำการพัฒนาระบบตามที่ได้ทำการวิเคราะห์และออกแบบไว้ โดยได้เลือกใช้ซอฟต์แวร์คือ

- 1) โปรแกรมจำลองเซิร์ฟเวอร์ XAMPP
- 2) ชุดคำสั่งภาษาพีเอชพี (PHP7) ใช้เขียนโครงสร้างหลักการทำงานของโปรแกรมบนเว็บไซต์และสร้างรูปแบบของโปรแกรมใช้ร่วมกับระบบการจัดการฐานข้อมูล
- 3) ชุดคำสั่งภาษาเอชทีเอ็มแอล (HTML5) ใช้กำหนดการแสดงผลของข้อมูลหน้าเว็บเพจ
- 4) โปรแกรมวิซวล สตูดิโอ โค้ด (Visual Studio Code) ใช้ในการเขียนโปรแกรม
- 5) โปรแกรมพีเอชพีมายแอดมิน (PHPMyAdmin) ใช้จัดการฐานข้อมูล
- 6) โปรแกรม มายเอสคิวแอล (MySQL) ใช้เป็นฐานข้อมูล
- 7) Cascading Style Sheet (CSS) สำหรับตกแต่งเอกสาร HTML
- 8) Bootstrap สำหรับใช้ในการออกแบบเว็บไซต์แบบ Responsive
- 9) โปรแกรม FileZilla สำหรับรับส่งข้อมูลไปยังเซิร์ฟเวอร์
- 10) โปรแกรม Adobe Photoshop CC สำหรับตัดต่อรูปภาพประกอบบนเว็บไซต์
- 11) โปรแกรม Unity 3D สำหรับการพัฒนาการจำลองเสมือนจริง VR
- 12) โปรแกรม Pano2VR6 สำหรับการพัฒนาการจำลองเสมือนจริง V

แอปพลิเคชันได้ถูกพัฒนาขึ้นให้สามารถแสดงผลได้ในทุกอุปกรณ์การแสดงผล (Responsive Website)

5) ทดสอบและติดตั้งระบบ เมื่อพัฒนาระบบเสร็จสมบูรณ์แล้ว จะเข้าสู่กระบวนการทดสอบโดยผู้พัฒนาเลือกใช้โปรแกรมทดสอบอัตโนมัติ Selenium-IDE ช่วยในการสร้าง Test Case และทดสอบซ้ำที่ใช้งานง่ายและรวดเร็ว โดยสร้างสถานการณ์การตรวจสอบให้ครอบคลุมการทำงานตามข้อกำหนดความต้องการผู้ใช้งาน ทั้งในส่วนพฤติกรรมพิเศษและชุดข้อมูลที่ผิดพลาด เพื่อให้ระบบสมบูรณ์ก่อนส่งมอบ จากนั้นจึงติดตั้งระบบและนำระบบมาทดลองใช้งานกับผู้ใช้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในสภาวะสิ่งแวดล้อมจริง เมื่อทดสอบแล้วพบว่าระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถใช้งานได้จริงโดยไม่มีข้อบกพร่องจึงทำการอัปโหลดเว็บขึ้นเซิร์ฟเวอร์

6) การประเมิน ทำการประเมินผลการใช้งานระบบ โดยจัดทำแบบประเมินการทำงานของระบบจากนั้นปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ นำแบบประเมินที่แก้ไขแล้วไปใช้งานกับกลุ่มตัวอย่างจากนั้น ทำการแบ่งการประเมินผลจากผู้ใช้งานส่วนบุคคลทั่วไป จากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 20 ชุด และการประเมินผลจากผู้ใช้งานส่วนพนักงานและเจ้าของร้าน จากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 10 ชุด เพื่อประเมินว่าระบบสามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งาน และระบบมีประสิทธิภาพมากได้มากน้อยเพียงใด โดยมีเกณฑ์ประเมินส่วนบุคคลทั่วไป 3 ด้าน คือ

- ความพึงพอใจในด้านเนื้อหา
- พึงพอใจในด้านการออกแบบและการจัดรูปแบบเว็บไซต์
- พึงพอใจในด้านการเข้าเยี่ยมชมสื่อเสมือนจริง หรือ VR

และโดยมีเกณฑ์ประเมินส่วนพนักงานและเจ้าของร้าน 1 ด้าน คือ

- ความพึงพอใจในการใช้งาน

โดยแบบประเมินแบ่งออกเป็น 2 ตอน คือ ข้อมูลพื้นฐานผู้ตอบแบบสอบถาม และข้อมูลความพึงพอใจต่อการใช้ระบบการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันโดยนำค่าที่ได้จาก Likert Scale มาใช้เพื่อแปลผลความพึงพอใจของผู้ตอบแบบสอบถาม ได้ดังนี้

ค่าเฉลี่ยคะแนนความพึงพอใจ

- ช่วงคะแนน 4.50 – 5.00 หมายถึง ความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด
- ช่วงคะแนน 3.50 – 4.49 หมายถึง ความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก
- ช่วงคะแนน 2.50 – 3.49 หมายถึง ความพึงพอใจอยู่ในระดับปานกลาง
- ช่วงคะแนน 1.50 – 2.49 หมายถึง ความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อย
- ช่วงคะแนน 1.00 – 1.49 หมายถึง ความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อยที่สุด

7) จัดทำคู่มือใช้งาน จัดทำเอกสารคู่มือการใช้งานและการอบรมเพื่ออธิบายกระบวนการทำงานของระบบเพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถใช้งานระบบได้อย่างถูกต้อง

3. ผลการทดลองและวิจารณ์ผล หรือผลการศึกษาและอภิปรายผล

จากการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันสื่อเสมือนจริงภูมิปัญญาเครื่องปั้นดินเผาโบราณ และบริหารจัดการข้อมูลภายใน กรณีศึกษาสถานศิลปะประติมากรรมสวนไม้ไทย บ้านพ่อเลี้ยงหมื่น จังหวัดลำพูน ตั้งอยู่ที่ 137/1 หมู่ 6 ตำบลริมปิง อำเภอเมือง จังหวัดลำพูน เป็นสถานที่ศิลปะประติมากรรมเครื่องปั้นดินเผาโบราณของเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ มีการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันร่วมกับโปรแกรมจำลองฐานข้อมูลพีเอชพีมายเอดมิน (PhpMyAdmin) โปรแกรมฐานข้อมูลมายเอสคิวเอล (MySQL) เพื่อทดสอบการใช้งานของระบบ รวมไปถึงการปรับแก้ไขส่วนต่าง ๆ ของระบบ โดยมีการนำภาษาที่ใช้ในการพัฒนา และจัดรูปแบบหน้าตาภายในระบบ ได้แก่ พีเอชพี (PHP) ภาษาซีเอสเอส (CSS) ภาษาเอชทีเอ็มแอล (HTML) เป็นต้น ร่วมกันในการพัฒนาระบบ

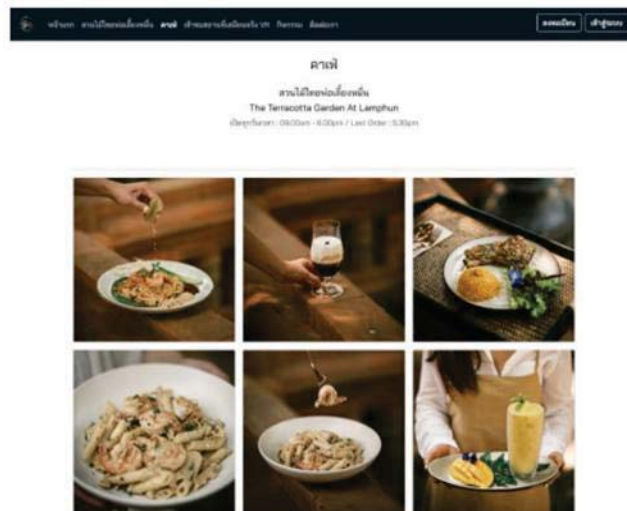
จากการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันสื่อเสมือนจริงภูมิปัญญาเครื่องปั้นดินเผาโบราณ และบริหารจัดการข้อมูลภายใน กรณีศึกษาสถานศิลปะประติมากรรมสวนไม้ไทย บ้านพ่อเลี้ยงหมื่น จังหวัดลำพูน เป็นระบบการจองสถานที่ล่วงหน้าทำให้การบริหารจัดการของสถานที่ที่ดีขึ้น ระบบการลงทะเบียนเพื่อให้ผู้ใช้บริการได้เรียนรู้เกี่ยวกับเครื่องปั้นดินเผา ระบบการขายสินค้าหน้าร้าน มีทั้งอาหารและเครื่องดื่มของร้านกาแฟ มีการเข้าชมแบบสื่อเสมือนจริง หรือ VR และยังสามารถรับข่าวสาร การประชาสัมพันธ์ได้ผ่านทางเว็บไซต์ได้อย่างรวดเร็ว เว็บแอปพลิเคชันได้ถูกพัฒนาขึ้นให้สามารถแสดงผลได้ในทุกอุปกรณ์การแสดงผล (Responsive Website) โดยมีตัวอย่างหน้าการแสดงผลดังแสดงในภาพที่ 5-10



ภาพที่ 5 แสดงหน้าเว็บไซต์หลัก



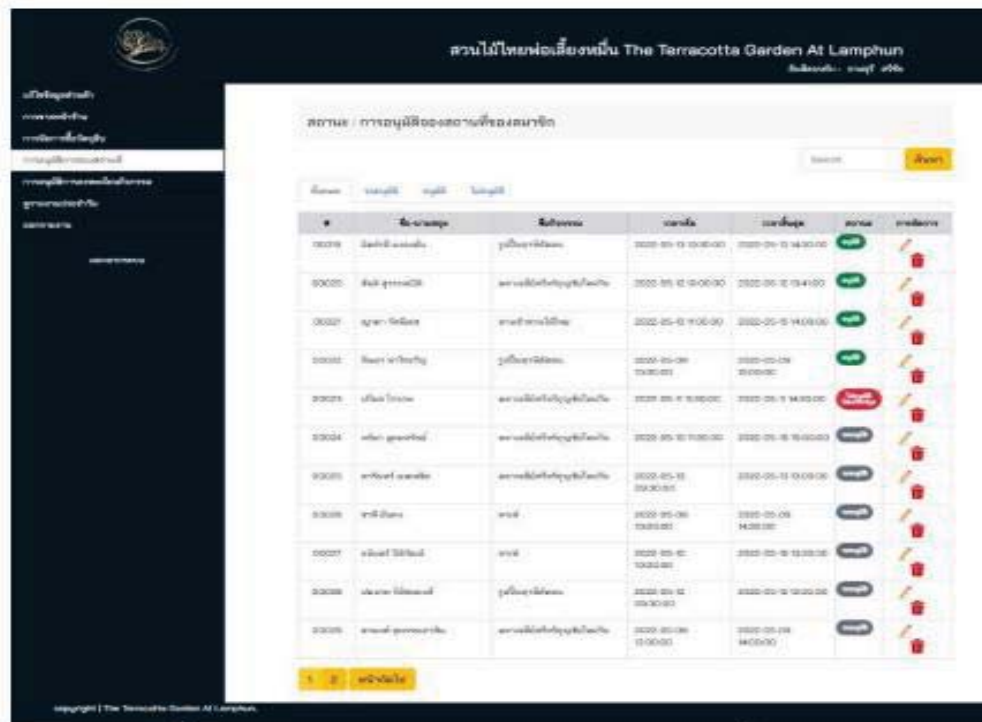
ภาพที่ 6 แสดงหน้าเข้าสู่ระบบ



ภาพที่ 7 แสดงหน้าเว็บไซต์เมนูกาแฟ



ภาพที่ 8 แสดงหน้าสื่อเสมือนจริง VR



ID	ชื่อลูกค้า	ชื่อสถานที่	วันที่	เวลาที่ซื้อ	สถานะ	วิธีการชำระเงิน
00018	สุวิมล วัฒนศิริ	ศูนย์วิจัยพัฒนา	2022-05-03	10:30:00	เสร็จ	เงินสด
00019	สุวิมล วัฒนศิริ	ศูนย์วิจัยพัฒนา	2022-05-03	10:00:00	เสร็จ	เงินสด
00020	สุวิมล วัฒนศิริ	ศูนย์วิจัยพัฒนา	2022-05-03	10:00:00	เสร็จ	เงินสด
00021	สุวิมล วัฒนศิริ	ศูนย์วิจัยพัฒนา	2022-05-03	10:00:00	เสร็จ	เงินสด
00022	สุวิมล วัฒนศิริ	ศูนย์วิจัยพัฒนา	2022-05-03	10:00:00	เสร็จ	เงินสด
00023	สุวิมล วัฒนศิริ	ศูนย์วิจัยพัฒนา	2022-05-03	10:00:00	เสร็จ	เงินสด
00024	สุวิมล วัฒนศิริ	ศูนย์วิจัยพัฒนา	2022-05-03	10:00:00	เสร็จ	เงินสด
00025	สุวิมล วัฒนศิริ	ศูนย์วิจัยพัฒนา	2022-05-03	10:00:00	เสร็จ	เงินสด
00026	สุวิมล วัฒนศิริ	ศูนย์วิจัยพัฒนา	2022-05-03	10:00:00	เสร็จ	เงินสด
00027	สุวิมล วัฒนศิริ	ศูนย์วิจัยพัฒนา	2022-05-03	10:00:00	เสร็จ	เงินสด
00028	สุวิมล วัฒนศิริ	ศูนย์วิจัยพัฒนา	2022-05-03	10:00:00	เสร็จ	เงินสด
00029	สุวิมล วัฒนศิริ	ศูนย์วิจัยพัฒนา	2022-05-03	10:00:00	เสร็จ	เงินสด

ภาพที่ 9 แสดงหน้าดูรายงานการขายสินค้า รายวัน



ภาพที่ 10 แสดงหน้าตารางการอนุมัติลงทะเบียนกิจกรรม

โดยผลการสำรวจความพึงพอใจในการใช้งานเว็บแอปพลิเคชันสื่อเสมือนจริงภูมิปัญญาเครื่องปั้นดินเผาโบราณ และบริหารจัดการข้อมูลภายใน กรณีศึกษา สถานศิลปะประติมากรรมสวนไม้ไทย บ้านพ่อเลี้ยงหมื่น จังหวัดลำพูน สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 2-3

ตารางที่ 2 แสดงผลการประเมินความพึงพอใจในการใช้งานส่วนบุคคลทั่วไป

รายการประเมิน	จำนวนผู้ตอบแบบสอบถาม	\bar{x}	S.D.	ผลการประเมิน
1. ด้านเนื้อหา				
1.1) มีความชัดเจน ถูกต้อง น่าเชื่อถือ	20	4.30	0.56	ดีมาก
1.2) การประชาสัมพันธ์ข่าวสาร ภาพ มีความเหมาะสม	20	4.25	0.62	ดีมาก
1.3) ความเหมาะสมของข้อมูลภายในเว็บไซต์	20	3.85	0.57	ดี
1.4) ข้อความในเว็บไซต์ถูกต้องตามหลักภาษาและไวยากรณ์	20	3.65	0.65	ดี
1.5) มีการจัดหมวดหมู่ให้ง่ายต่อการค้นหา	20	3.05	1.02	ปานกลาง
2. ด้านการออกแบบและการจัดรูปแบบเว็บไซต์				
2.1) หน้าโฮมเพจมีความสวยงาม มีความน่าสนใจ	20	3.90	0.62	ดี
2.2) สีพื้นหลังและสีตัวอักษรมีความเหมาะสมต่อการอ่าน	20	4.15	0.73	ดี
2.3) เนื้อหากับภาพมีความสอดคล้องกัน	20	3.85	0.57	ดี
3. ด้านการเข้าเยี่ยมชมสื่อเสมือนจริง หรือ VR				
3.1) รูปภาพสวยงาม มีความน่าสนใจ	20	4.40	0.58	ดีมาก
3.2) มีเนื้อหา คำอธิบายภายในสื่อเสมือนจริงเหมาะสม	20	4.05	0.67	ดี
รวม		3.95	0.66	ดี

จากตารางที่ 2 พบว่าระดับความพึงพอใจของผู้ตอบแบบสอบถามต่อการวิเคราะห์ข้อมูล โดยภาพรวมอยู่ในระดับที่ดี ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.95 โดยการพิจารณารายข้อมีค่าคะแนนเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 3.41 - 4.20

ตารางที่ 3 แสดงผลการประเมินความพึงพอใจในการใช้งานส่วนพนักงานและเจ้าของ

รายการประเมิน	จำนวนผู้ตอบแบบสอบถาม	\bar{x}	S.D.	ผลการประเมิน
1. ความพึงพอใจในการใช้งาน				
1.1) มีความชัดเจน ถูกต้อง น่าเชื่อถือ	10	4.80	0.40	ดีมาก
1.2) มีการจัดหมวดหมู่ให้ง่ายต่อการค้นหา	10	4.10	0.54	ดี
1.3) รูปภาพสวยงาม มีความน่าสนใจ	10	4.60	0.49	ดีมาก
1.4) มีเนื้อหา คำอธิบายภายในสื่อเสมือนจริงเหมาะสม	10	4.50	0.50	ดีมาก
1.5) ความง่ายต่อการจัดการการค้าสินค้าหน้าร้าน	10	4.30	0.64	ดีมาก
1.6) ความง่ายต่อการจัดการข้อมูลลูกค้า	10	4.50	0.50	ดีมาก
1.7) ความง่ายต่อการจัดการรายการอาหาร	10	4.50	0.50	ดีมาก
1.8) ความง่ายต่อการจัดการข้อมูลการลงทะเบียนกิจกรรมของสมาชิก	10	4.30	0.46	ดีมาก
1.9) ความง่ายต่อการจัดการข้อมูลการจองสถานที่ของสมาชิก	10	4.40	0.49	ดีมาก
1.10) การออกรายงานมีความเหมาะสม	10	4.20	1.17	ดี
รวม		4.42	0.57	ดีมาก

จากตารางที่ 3 พบว่าระดับความพึงพอใจของผู้ตอบแบบสอบถามต่อการวิเคราะห์ข้อมูล โดยภาพรวมอยู่ในระดับที่ดีมาก ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.42 โดยการพิจารณารายข้อมีค่าคะแนนเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 4.21 - 5.00

4. สรุป

จากพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันสื่อเสมือนจริงภูมิปัญญาเครื่องปั้นดินเผาโบราณ และบริหารจัดการข้อมูลภายใน กรณีศึกษา สถานศิลปะประติมากรรมสวนไม้ไทย บ้านพ่อเลี้ยงหมื่น จังหวัดลำพูน ผู้จัดทำได้ทำการศึกษา และรวบรวมข้อมูลในทางทฤษฎี รวมไปถึงขั้นตอนการออกแบบพัฒนาเว็บไซต์โดยเริ่มจากการศึกษาภาษาที่ใช้สำหรับการพัฒนาระบบ คือ พีเอชพี (PHP) ภาษาซี

เอสเอส (CSS) ภาษาเอชทีเอ็มแอล (HTML) ทำการวิเคราะห์ และออกแบบระบบฐานข้อมูล ออกแบบหน้าจอส่วนต่อประสานกับ ผู้ใช้งาน พร้อมกับการเขียนระบบ และทดสอบระบบในส่วนงานต่าง ๆ จนกระทั่งเสร็จสมบูรณ์

จากการทดสอบเว็บแอปพลิเคชันสื่อเสมือนจริงภูมิปัญญาเครื่องปั้นดินเผาโบราณ และบริหารจัดการข้อมูลภายใน กรณีศึกษา สถานศิลปะประติมากรรมสวนไม้ไทย บ้านพ่อเลี้ยงหมื่น จังหวัดลำพูน สามารถนำระบบไปใช้งานได้จริง ในด้านการซื้อขายหน้าร้าน การลงทะเบียนเข้าร่วมกิจกรรม การจองสถานที่ การจัดการข้อมูลสินค้า การจัดการข้อมูลวัตถุดิบ การจัดการข้อมูลสมาชิก พนักงาน รวมไปถึงการออกรายงานต่าง ๆ ได้หลายรูปแบบ การทำงานของระบบพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันสื่อเสมือนจริงภูมิปัญญาเครื่องปั้นดินเผาโบราณ และบริหารจัดการข้อมูลภายใน กรณีศึกษา สถานศิลปะประติมากรรมสวนไม้ไทย บ้านพ่อเลี้ยงหมื่น จังหวัดลำพูน

จากคะแนนในแต่ละด้านที่กลุ่มผู้เข้าใช้งานเว็บไซต์ ได้ประเมินผ่านแบบสอบถามความพึงพอใจผู้ใช้งานบุคคลทั่วไป จากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 20 ชุด ได้คะแนนเฉลี่ย รวม 3.95 คะแนน อยู่ในระดับพึงพอใจ และได้ประเมินผ่านแบบสอบถามความพึงพอใจผู้ใช้งานพนักงานและเจ้าของร้าน จากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 10 ชุด ได้คะแนนเฉลี่ย รวม 4.42 คะแนน อยู่ในระดับพึงพอใจมาก ซึ่งสามารถนำมาใช้ได้จริงบนเว็บไซต์ มีประสิทธิภาพ ลดความซ้ำซ้อนของข้อมูล ใช้งานได้จริงในเชิงคุณภาพ สมาชิกสามารถลงทะเบียนเข้าร่วมกิจกรรมได้ สมาชิกสามารถจองสถานที่ได้ และเข้าชมชมเทคโนโลยีเสมือนจริง หรือ VR ได้ และผู้ใช้ทั่วไปเข้าชมชมเทคโนโลยีเสมือนจริง หรือ VR ได้ ตรงกับวัตถุประสงค์

5. เอกสารอ้างอิง

- ชาญชัย ศุภอรธกร (2561). สร้างเว็บแอปพลิเคชัน และเชื่อมต่อฐานข้อมูลด้วย PHP+MySQL. ชิมพลีฟาย. กรุงเทพฯ. นวลมีศรี ส., เกษเมธีการุณ ป., พุ่มหิรัญ ล., สอนอ่อง อ., นาวาโยธิน อ., และ ภู่อี่ยม ธ., “การเผยแพร่ภูมิปัญญาด้านวัฒนธรรม ศิลปเครื่องแขวนดอกไม้ไทยด้วยระบบสื่อเสมือนจริง”, Crma. J., ปี 14, ฉบับที่ 1, น. 35–47, ธ.ค. 2016.
- พรพิมล อุดมเกษมทรัพย์. การพัฒนาความจริงเสมือนเพื่อนำเสนอ การศึกษาการส่งเสริมการท่องเที่ยว ท้องเที่ยวหัวหิน . (2560) . สืบค้นเมื่อ 8 ธันวาคม 2021 . สืบค้นจาก : <http://dspace.bu.ac.th/handle/123456789/3729>
- พิมพ์ชนก สุวรรณศรี, ไพโรจน์ สุวรรณศรี, ศศิณิสภา พัชรธนโรจน์, ปฏิภาณพัฒน์ เพชรอินทร์. การพัฒนาเว็บไซต์นำเสนอภูมิปัญญาล้านนาเชิงหัตถกรรมในพื้นที่ชุมชนวัดศรีสุพรรณ(วัวลาย) อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่. วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยธนบุรี. ปีที่ 12 ฉบับที่ 29 เดือนกันยายน-ธันวาคม 2561
- พิชานันท์ สนธิธรรม, ชวงค์ พรหมบุตร, ธนอมทรัพย์ ตรงสายดี. ระบบการจองห้องประชุมออนไลน์ คณะวิทยาการจัดการ. (2563). สืบค้นเมื่อ 8 ธันวาคม 2021. สืบค้นจาก : <https://so2.tci-thaijo.org/index.php/jmsr/article/view/246513>
- รัตนธศักดิ์ เฟื่องชะตา, สัมพันธ์ หยวิชัย, กานต์มณี อุ่นคำมี, และธัญสินี อินทรจุฑกุล. การศึกษาข้อมูลทรัพยากรทางวัฒนธรรมของชุมชนรอบกว๊านพะเยาและการศึกษามาตรฐานเว็บไซต์เพื่อพัฒนาระบบข้อมูลสนับสนุนการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคม. วารสารวิชาการเพื่อการพัฒนาวัฒนธรรมเชิงพื้นที่ ปีที่ 2 ฉบับที่ 1 ม.ค.-เม.ย. 2564 หน้า 77-87
- วิวิฒน์ สมตน. การพัฒนาเว็บไซต์ประชาสัมพันธ์ พิพิธภัณฑ์ภูมิปัญญาไทย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. วารสารสถาบันวัฒนธรรมและศิลปะ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ปีที่ 16 ฉบับที่ 2 (2015): มกราคม - มิถุนายน 2558
- วิวัฒน์ มีสุวรรณ, 2554, การรู้ด้วยการสร้างโลกเสมือนผสมผสานโลกจริง, วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์ อำเภอ ยงกุลวณิช, รติ ท่าโพธิ์. การพัฒนาเว็บไซต์ประชาสัมพันธ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านการแกะสลักเทียนพรรษาแบบมีส่วนร่วมของวัดมหาวนาราม จังหวัดอุบลราชธานี. วารสารบริหารศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. ปีที่ 7 ฉบับที่ 14 (2018): กรกฎาคม-ธันวาคม 2561
- โอภาส เอี่ยมสิริวงศ์. (2555). การวิเคราะห์และออกแบบระบบ (System Analysis and Design). ซีเอ็ด ยูเคชั่น. กรุงเทพฯ.

การวิเคราะห์ความเสถียรและประสิทธิภาพ H_∞ สำหรับระบบที่เป็นกลางพร้อมตัวหน่วงเวลาที่
แปรผันตามการกระจายและการก่อกวนแบบไม่เชิงเส้น
Stability and H_∞ Performance Analysis for Neutral Systems with
Distributed Time-varying Delays and Nonlinear Perturbations

Anucha Klamnoi, Watcharin Chabuphaphan, Sunisa Lueamsai, Siriluk Wangrat,
Piyanch Pongkan, Pornthip Pongchalee, Yada Pornpakdee
and Peerapongpat Singkibud

Department of Applied Mathematics and Statistics, Faculty of Science and Liberal Arts, Rajamangala University of Technology
Isan, Nakhon Ratchasima 30000, Thailand

*Corresponding author. E-mail : peerapongpat.si@rmuti.ac.th

บทคัดย่อ

การศึกษานี้ครอบคลุมถึงปัญหาด้านความเสถียรและประสิทธิภาพ H_∞ สำหรับระบบที่เป็นกลางซึ่งมีการหน่วงเวลาที่แตกต่างกันแบบกระจายและการก่อกวนแบบไม่เชิงเส้น ประการแรก ขอบเขตจริงของขอบเขตที่ขึ้นอยู่กับการหน่วงเวลา (BRL) ที่ได้รับการปรับปรุงให้ดีขึ้นสำหรับระบบนั้นถูกสร้างขึ้นในรูปของอสมการเมทริกซ์เชิงเส้น (LMIs) โดยการใช้แนวทางเชิงฟังก์ชันแบบใหม่ของ Lyapunov-Krasovskii เทคนิคเมทริกซ์ค่าคงที่ การแปลงแบบจำลองเชิงพรรณนา สูตรไลบ์นิซ นิวตัน และการใช้สมการศูนย์ ต่อจากนั้น ความต้องการความเสถียรขึ้นอยู่กับความล่าช้าแบบอนุกรมกันยมน้อยลงสำหรับระบบที่เป็นกลางซึ่งมีความล่าช้าที่แปรผันตามเวลาแบบกระจายและการก่อกวนแบบไม่เชิงเส้นได้รับการพัฒนาตาม BRL และเกณฑ์ประสิทธิภาพ H_∞ ที่ได้รับการปรับปรุงนั้นจัดทำขึ้นโดยใช้กรอบ LMI สุดท้าย มีการให้ตัวอย่างเชิงตัวเลขเพื่อแสดงประสิทธิผลของแนวทางที่แนะนำ

คำสำคัญ: ความเสถียร, ประสิทธิภาพ H-infinity, อสมการเมทริกซ์เชิงเส้น, ระบบเป็นกลาง

Abstract

The stability and H_∞ performance issue for a neutral system with distributed time varying delays and nonlinear perturbations is covered in this study. First, an improved delay-dependent bounded real lemma (BRL) for a system is established in terms of linear matrix inequalities (LMIs) by applying a novel Lyapunov-Krasovskii functional approach, Wirtinger-based integral inequality, Peng-Park's integral inequality, decomposition technique of constant matrix, descriptor model transformation, Leibniz Newton formula, and use of zero equation. Following that, a less conservative delay-dependent stability requirement for a neutral system with distributed time-varying delays and nonlinear perturbations is developed based on the BRL, and an improved H_∞ performance criterion is provided using the LMIs framework. Finally, a numerical example is provided to show the effectiveness of the suggested approach.

Keywords: Stability, H-infinity performance, Linear matrix inequality, Neutral system

1. Introduction

In many dynamic systems, including networked control systems, biological systems, mechanical systems, and chemical or process control systems (J.P. Richard, 2003), time delay is frequently a source of instability and a source of oscillation production. As a result, analysis and synthesis issues for systems with time-varying delay systems have gained importance. Since the 1990s, many researchers (L.D. Guo, H. Gu and D.Q. Zhang, 2010.; Q.L. Han, 2004.; H. Li, S.M. Zhong and H.B. Li, 2012.) have studied a wide range of issues, including H_∞ performance (X. Jiang and Q.L. Han, 2005; C. Jeong, P. Park and S.H. Kim, 2012; O.M. Kwon, M.J. Park, J.H. Park, S.M. Lee and E.J. Cha, 2013) and a variety of analysis and synthesis issues.

In some physical systems, functional differential equations of the neutral type can be used to describe the system models. These functional differential equations are frequently used in a variety of

fields, including population ecology (Y. Kuang, 1993), distributed networks with lossless transmission lines (R.K. Brayton, 1966), heat exchangers, robots interacting with rigid environments (S. I. Niculescu, 2001), and so on. Since an accurate model cannot be easily obtained, the addressed systems in some existing works always assume that there are uncertainties on the parameters or contain both linear terms and nonlinear ones. Stability criteria for application neutral stochastic systems and neural networks have been discussed for interesting research methods in [13, 17, 28, 29, 30]. Due to the difficulty in obtaining an accurate model, some recent works usually assume that parameter uncertainties exist or that the addressed systems contain both linear and nonlinear elements. On the one hand, certain LMI criteria on robust stability for uncertain ones have been thoroughly derived in (P. Balasubramaniam and S. Lakshmanan, 2011; Y.G. Chen, W. Qian and S.M. Fei, 2015; J. Cheng, H. Zhu, S.M. Zhong and G.H. Li, 2013; Y. Ren, Z.G. Feng and G.H. Sun, 2016). Recent proposals in (C. Jeong, P. Park and S.H. Kim, 2012,; O.M. Kwon, M.J. Park, J.H. Park, S.M. Lee and E.J. Cha, 2013,; C. Peng and Y.C. Tian, 2009) enhanced H_∞ performance analysis and stability for uncertain systems with interval time-varying delays. However, there is still opportunity for advancement in the achievable range of performance and stability criteria for H_∞ .

There are two categories of stability criteria for time-delay systems: delay-independent criteria and delay-dependent criteria. Particularly for small size delays, delay-independent stability criteria tend to be more cautious because they provide no information about the delay's size. The size of the delay is an issue for delay-dependent stability criteria, which typically set a maximum delay size. In general, when the time-delay values are minimal, the latter ones are less cautious than the former ones. The choice of Lyapunov-Krasovskii functional and estimating an upper bound of time-derivative of Lyapunov-Krasovskii functional play key roles in improving the feasible region of stability criteria, so much time and effort has been put into developing new techniques and Lyapunov-Krasovskii functional. These systems delay-dependent stability requirements are defined in terms of linear matrix inequalities (LMIs).

With the aforementioned reasons in mind, the framework of LMIs, which will be introduced in Theorem 3.1, is able to derive an improved H_∞ performance criterion and stability analysis for a neutral system with distributed time-varying delays and nonlinear perturbations delays. A numerical example is provided to demonstrate the usefulness of the suggested approach.

2. Problem formulation and preliminaries

We introduce some notations and lemmas that will be used throughout the paper. \mathbf{R}^+ denotes the set of all real non-negative numbers; \mathbf{R}^n denotes the n -dimensional space with the vector norm $\|\cdot\|$; $\|x\|$ denotes the Euclidean vector norm of $x \in \mathbf{R}^n$; $\mathbf{R}^{n \times r}$ denotes the set $n \times r$ real matrices; A^T denotes the transpose of the matrix A ; A is symmetric if $A = A^T$; I denotes the identity matrix; $\lambda(A)$ denotes the set of all eigenvalues of A ; $\lambda_{\max}(A) = \max\{\operatorname{Re}\lambda : \lambda \in \lambda(A)\}$; $\lambda_{\min}(A) = \min\{\operatorname{Re}\lambda : \lambda \in \lambda(A)\}$; matrix A is called semi-positive definite ($A \geq 0$) if $x^T A x \geq 0$, for all $x \in \mathbf{R}^n$; A is positive definite ($A > 0$) if $x^T A x > 0$ for all $x \neq 0$; matrix B is called semi-negative definite ($B \leq 0$) if $x^T B x \leq 0$, for all $x \in \mathbf{R}^n$; B is negative definite ($B < 0$) if $x^T B x < 0$ for all $x \neq 0$; $A > B$ means $A - B > 0$ ($B - A < 0$); $A \geq B$ means $A - B \geq 0$ ($B - A \leq 0$); $C([-\bar{h}, 0] \mathbf{R}^n)$, denotes the space of all continuous vector functions mapping $[-\bar{h}, 0]$ into \mathbf{R}^n when $\bar{h} = \max\{r_2, h_M\}$, $r_2, h_M \in \mathbf{R}^+$; $x_t = x(t+s)$, $s \in [-\bar{h}, 0]$; * represents the elements below the main diagonal of a symmetric matrix.

Consider the following neutral system with distributed time-varying delays of the form

$$\begin{cases} \dot{x}(t) - Cx(t-r(t)) = Ax(t) + Bx(t-h(t)) + D \int_{t-h(t)}^t x(s) ds + B_w w(t) \\ \quad + f_1(t, x(t)) + f_2(t, x(t-h(t))) + f_3(t, x(t-r(t))), \\ z(t) - C_x x(t) + C_y x(t-h(t)) + D_w w(t), & t > 0; \\ x(t) = \phi(t), & t \in [-\bar{h}, 0], \end{cases} \quad (2.1)$$

where $x(t) \in \mathbb{R}^n$ is the state variable, $w(t) \in \mathbb{R}^p$ is the disturbance input that belongs to $L_2[0, \infty]$, $z(t) \in \mathbb{R}^q$ is the controlled output. $r(t)$ is neutral interval time-varying delays, $h(t)$ is the time-varying delay satisfying

$$0 \leq r_1 \leq r(t) \leq r_2, 0 \leq \dot{r}(t) \leq r_d, \quad (2.2)$$

$$0 \leq h(t) \leq h_M, \quad (2.3)$$

where r_1, r_2 and h_M are positive real constants. $\phi(t)$ is initial condition function, A, B, C and D are appropriate matrices. The uncertainties $f_1(\cdot), f_2(\cdot)$ and $f_3(\cdot)$ represent the nonlinear parameter perturbations with respect to the current state $x(t)$, the delayed state $x(t-h(t))$ and the neutral delayed state $x(t-r(t))$, respectively, and are bounded in magnitude

$$f_1^T(t, x(t)) f_1(t, x(t)) \leq \alpha^2 x^T(t) x(t), \quad (2.4)$$

$$f_2^T(t, x(t-h(t))) f_2(t, x(t-h(t))) \leq \beta^2 x^T(t-h(t)) x(t-h(t)), \quad (2.5)$$

$$f_3^T(t, x(t-r(t))) f_3(t, x(t-r(t))) \leq \eta^2 x^T(t-r(t)) x(t-r(t)), \quad (2.6)$$

where η, ρ and γ are given positive real constants.

Definition 2.1 Given a scalar $\gamma > 0$, system (2.1) is said to be asymptotically stable with the H_∞ performance level γ , if it is asymptotically stable and satisfies the H_∞ -norm constraint $\|z(t)\|_2 \leq \gamma \|w(t)\|_2$, for all nonzero $w(t) \in L_2[0, \infty)$ under zero initial condition.

Lemma 2.2 (Jensen's Inequality) For any symmetric positive definite matrix Q , positive real number h , and vector function $x(t) : [-h, 0] \rightarrow \mathbb{R}^n$ such that the following integral is well defined, then

$$-h \int_{-h}^0 \dot{x}(s+t) Q \dot{x}(s+t) ds \leq -\left(\int_{-h}^0 \dot{x}(s+t) ds \right)^T Q \left(\int_{-h}^0 \dot{x}(s+t) ds \right).$$

Lemma 2.3 (Wirtinger-based integral inequality (A. Seuret and F. Gouaisbaut, 2013)) For any matrix $Z > 0$, the following inequality holds for all continuously differentiable function $x : [\alpha, \beta] \rightarrow \mathbb{R}^n$:

$$-(\beta - \alpha) \int_{\alpha}^{\beta} \dot{x}(s) Z \dot{x}(s) ds \leq \omega^T \Theta \omega$$

$$\text{where } \omega = \left[x^T(\beta), x^T(\alpha), \frac{1}{\beta - \alpha} \int_{\alpha}^{\beta} x^T(s) ds \right]^T \text{ and } \Theta = \begin{bmatrix} -4Z & -2Z & 6Z \\ * & -4Z & 6Z \\ * & * & -12Z \end{bmatrix}$$

Lemma 2.4 (Peng-Park’s integral inequality (C. Peng and M.R. Fei, 2013; P.G. Park, J. W. Ko and C.K. Jeong, 2011))

For any matrix $\begin{bmatrix} Z & S \\ * & Z \end{bmatrix} \geq 0$, positive

scalars τ and $\tau(t)$ satisfying $0 < \tau(t) < \tau$, vector function $\mathbf{x}:[-\tau, 0] \rightarrow R^n$ such that the concerned

integrations are well defined, then $-\tau \int_{-\tau}^t \mathbf{x}(s) Z \mathbf{x}(s) ds \leq \omega^T \Theta \omega$

where $\omega = [x^T(t), x^T(t - \tau(t)), x^T(t - \tau)]^T$ and $\Theta = \begin{bmatrix} -Z & Z - S & S \\ * & -2Z + S + S^T & Z - S \\ * & * & -Z \end{bmatrix}$

Lemma 2.5 (O.M. Kwon, M.J. Park, J.H. Park, S.M. Lee and E.J. Cha, 2013) For a positive matrix M , the following inequality holds:

$$-\frac{(\alpha - \beta)^2}{2} \int_{\beta}^{\alpha} \int_s^{\alpha} x^T(u) M x(u) du ds \leq -\left(\int_{\beta}^{\alpha} \int_s^{\alpha} x(u) du ds \right)^T M \left(\int_{\beta}^{\alpha} \int_s^{\alpha} x(u) du ds \right).$$

Lemma 2.6 (O.M. Kwon, M.J. Park, J.H. Park, S.M. Lee and E.J. Cha, 2013) For a positive matrix M , the following inequality holds:

$$\begin{aligned} &-\frac{(\alpha - \beta)^3}{6} \int_{\beta}^{\alpha} \int_s^{\alpha} \int_u^{\alpha} x^T(\lambda) M x(\lambda) d\lambda du ds \\ &\leq -\left(\int_{\beta}^{\alpha} \int_s^{\alpha} \int_u^{\alpha} x(\lambda) d\lambda du ds \right)^T M \left(\int_{\beta}^{\alpha} \int_s^{\alpha} \int_u^{\alpha} x(\lambda) d\lambda du ds \right). \end{aligned}$$

Lemma 2.7 (P. Singkibud, P. Niamsup and K. Mukdasai, 2017) For any constant symmetric positive definite matrix $Q \in R^{n \times n}$, $h(t)$ is discrete time-varying delays with (2.3), vector function $\omega:[-h_M, 0] \rightarrow R^n$ such that the integrations concerned are well defined, then

$$\begin{aligned} &-h_M \int_{-h_M}^0 \omega^T(s) Q \omega(s) ds \\ &\leq -\int_{-h(t)}^0 \omega^T(s) ds Q \int_{-h(t)}^0 \omega(s) ds - \int_{-h_M}^{-h(t)} \omega^T(s) ds Q \int_{-h_M}^{-h(t)} \omega(s) ds. \end{aligned}$$

Lemma 2.8 (P. Singkibud, P. Niamsup and K. Mukdasai, 2017) For any constant matrices

$$Q_1, Q_2, Q_3 \in R^{n \times n}, Q_1 \geq 0, Q_3 > 0, \begin{bmatrix} Q_1 & Q_2 \\ * & Q_3 \end{bmatrix}$$

≥ 0 , $h(t)$ is discrete time-varying delays with (2.3) and vector function $\mathbf{x}:[-h_M, 0] \rightarrow R^n$ such that the following integration is well defined, then

$$\begin{aligned}
 & -h_M \int_{t-h_M}^t \begin{bmatrix} x(s) \\ \mathfrak{X}(s) \end{bmatrix}^T \begin{bmatrix} Q_1 & Q_2 \\ * & Q_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x(s) \\ \mathfrak{X}(s) \end{bmatrix} ds \\
 & \leq \begin{bmatrix} x(t) \\ x(t-h(t)) \\ x(t-h_M) \\ \int_{t-h(t)}^t x(s) ds \\ \int_{t-h_M}^{t-h(t)} x(s) ds \end{bmatrix}^T \begin{bmatrix} -Q_3 & Q_3 & 0 & -Q_2^T & 0 \\ * & -Q_3 - Q_3^T & Q_3 & Q_2^T & -Q_2^T \\ * & * & -Q_3 & 0 & Q_2^T \\ * & * & * & -Q_1 & 0 \\ * & * & * & * & -Q_1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x(t) \\ x(t-h(t)) \\ x(t-h_M) \\ \int_{t-h(t)}^t x(s) ds \\ \int_{t-h_M}^{t-h(t)} x(s) ds \end{bmatrix}.
 \end{aligned}$$

Lemma 2.9 (P. Singkibud, P. Niamsup and K. Mukdasai, 2017) Let $x(t) \in \mathbb{R}^n$ be a vector-valued function with first-order continuous-derivative entries. Then, the following integral inequality holds for any constant matrices $X, M_i \in \mathbb{R}^{n \times n}$, $i = 1, 2, \dots, 5$ and $h(t)$ is discrete time-varying delays with (2.3),

$$\begin{aligned}
 & - \int_{t-h_M}^t \mathfrak{X}(s) X \mathfrak{X}(s) ds \\
 & \leq \begin{bmatrix} x(t) \\ x(t-h(t)) \\ x(t-h_M) \end{bmatrix}^T \begin{bmatrix} M_1 + M_1^T & -M_1^T + M_2 & 0 \\ * & M_1 + M_1^T - M_2 - M_2^T & -M_1^T + M_2 \\ * & * & -M_2 + M_2^T \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x(t) \\ x(t-h(t)) \\ x(t-h_M) \end{bmatrix} \\
 & - + h_M \begin{bmatrix} x(t) \\ x(t-h(t)) \\ x(t-h_M) \end{bmatrix}^T \begin{bmatrix} M_3 & M_4 & 0 \\ * & M_3 + M_5 & M_4 \\ * & * & M_5 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x(t) \\ x(t-h(t)) \\ x(t-h_M) \end{bmatrix},
 \end{aligned}$$

where

$$\begin{bmatrix} X & M_1 & M_2 \\ * & M_3 & M_4 \\ * & * & M_5 \end{bmatrix} \geq 0.$$

Remark 2.1 In Lemma 2.7, 2.8 and 2.9, we have modified the method from X. Jiang and Q.L. Han, (2005); C. Peng and Y.C. Tian, (2009), and X.M. Zhang, M. Wu, J.H. She and Y. He, (2005). respectively.

3. Main results

We introduce the following notations for later use:

$$\Sigma = \left[\Sigma_{(i,j)} \right]_{19 \times 19}, \quad (3.1)$$

where $\Sigma_{i,j} = \Sigma_{j,i}^T$, $i, j = 1, 2, 3, \dots, 18$,

$$\begin{aligned}
 \Sigma_{1,1} = & \alpha^2 I + W_1 + W_2 + W_1^T + W_2^T + P_2^T A_1 + P_2^T B_1 + A_1^T P_2 + B_1^T P_2 + P_3^T + P_3 + Q_1 + R_1 + h_M^2 Q_2 \\
 & + M_1 + M_1^T + h_M M_3 - 4Q_4 - Q_5 + h_M^2 R_4 + R_6 + \frac{h_M^4}{4} Q_6 - 2h_M^2 Q_7 - \frac{h_M^4}{4} Q_8 + Z_3,
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \Sigma_{1,2} &= P_1 - P_2^T + A_1^T P_{14} + B_1^T P_{14} + P_{15} + R_2 + h_M^2 R_5, \\
 \Sigma_{1,3} &= A_1^T P_{11} + B_1^T P_{11} + P_{12} - P_4^T - 2Q_4 + S, \\
 \Sigma_{1,4} &= -W_1 + P_2^T A_2 + P_2^T B_2 + A_1^T P_5 + B_1^T P_5 - P_3^T + P_6 + P_4^T - M_1^T + M_2 + h_M M_4 + Q_5 - S + R_6, \\
 \Sigma_{1,5} &= -W_2 + L_1, \quad \Sigma_{1,6} = -W_1 - P_2^T B_1 + P_2^T A_2 - P_3^T + L_2, \quad \Sigma_{1,7} = -W_2 + L_3, \\
 \Sigma_{1,8} &= -P_4^T, \quad \Sigma_{1,9} = \Sigma_{1,10} = 0, \quad \Sigma_{1,11} = -R_5^T + P_2^T D + A_1^T P_8 + B_1^T P_8 + P_9, \\
 \Sigma_{1,12} &= \frac{6}{h_M} Q_4, \quad \Sigma_{1,13} = \sqrt{2} h_M Q_7, \quad \Sigma_{1,14} = \frac{2}{h_M} Q_8, \quad \Sigma_{1,15} = P_2^T C, \quad \Sigma_{1,16} = \Sigma_{1,17} = \Sigma_{1,18} = P_2^T, \quad \Sigma_{1,19} = 0, \\
 \Sigma_{2,2} &= (r_2 - r_1) Q_9 - P_{14}^T - P_{14} + R_3 + h_M Q_3 + h_M^2 Q_4 + h_M^2 Q_5 + h_M^2 R_6 + \frac{h_M^4}{4} Q_7 + \frac{h_M^6}{36} Q_8 + h_M^2 Z_1 + r^2 Z_2, \\
 \Sigma_{2,3} &= -P_{11} - P_{16}^T, \quad \Sigma_{2,4} = -P_5 + P_{14}^T A_2 + P_{14}^T B_2 - P_{15}^T + P_{16}, \quad \Sigma_{2,5} = 0, \\
 \Sigma_{2,6} &= -P_{14}^T B_1 + P_{14}^T A_2 - P_{15}^T, \quad \Sigma_{2,7} = 0, \quad \Sigma_{2,8} = -P_{16}^T, \quad \Sigma_{2,9} = \Sigma_{2,10} = 0, \quad \Sigma_{2,11} = P_{14}^T D - P_8, \\
 \Sigma_{2,12} &= \Sigma_{2,13} = \Sigma_{2,14} = 0, \quad \Sigma_{2,15} = P_{14}^T C, \quad \Sigma_{2,16} = \Sigma_{2,17} = \Sigma_{2,18} = P_{14}^T, \quad \Sigma_{2,19} = 0, \\
 \Sigma_{3,3} &= -P_{13}^T - P_{13} - Q_1 - R_1 - M_2 - M_2^T + h_M M_5 - 4Q_4 - Q_5 - R_6, \\
 \Sigma_{3,4} &= P_{11}^T A_2 + P_{11}^T B_2 - P_{12}^T - P_7 + P_{13}^T - M_1 + M_2^T + h_M M_4^T + Q_5^T - S^T + R_6, \quad \Sigma_{3,5} = 0, \\
 \Sigma_{3,6} &= -P_{11}^T B_1 + P_{11}^T A_2 - P_{12}^T, \quad \Sigma_{3,7} = 0, \quad \Sigma_{3,8} = P_{13}^T, \quad \Sigma_{3,9} = -R_2, \quad \Sigma_{3,10} = R_5^T, \\
 \Sigma_{3,11} &= P_{11}^T D - P_{10}, \quad \Sigma_{3,12} = \frac{6}{h_M} Q_4, \quad \Sigma_{3,13} = \Sigma_{3,14} = 0, \quad \Sigma_{3,15} = P_{11}^T C, \\
 \Sigma_{3,16} &= \Sigma_{3,17} = \Sigma_{3,18} = P_{11}^T, \quad \Sigma_{3,19} = 0, \\
 \Sigma_{4,4} &= \partial_2 \beta^2 I + P_5^T A_2 + P_5^T B_2 + A_2^T P_5 + B_2^T P_5 - P_6^T - P_6 + P_7^T + P_7 + M_1 + M_1^T - M_2 \\
 &\quad - M_1^T + S^T + h_M M_3 + h_M M_5 - 2Q_5 + S - R_6 - R_6^T, \quad \Sigma_{4,5} = 0, \\
 \Sigma_{4,6} &= -P_5^T B_1 + P_5^T A_2 - P_6^T - L_2, \quad \Sigma_{4,7} = 0, \quad \Sigma_{4,8} = -P_7^T, \quad \Sigma_{4,9} = 0, \quad \Sigma_{4,10} = -R_5^T, \\
 \Sigma_{4,11} &= R_5^T + P_5^T D + A_2^T P_8 + B_2^T P_8 - P_9 + P_{10}, \quad \Sigma_{4,12} = \Sigma_{4,13} = \Sigma_{4,14} = 0, \quad \Sigma_{4,15} = P_5^T C, \\
 \Sigma_{4,16} &= \Sigma_{4,17} = \Sigma_{4,18} = P_5^T, \quad \Sigma_{4,19} = 0, \quad \Sigma_{5,5} = -L_1^T - L_1 - Z_3 + r_d Z_3, \quad \Sigma_{5,6} = 0, \quad \Sigma_{5,7} = -L_1^T - L_3, \\
 \Sigma_{5,8} &= \Sigma_{5,9} = \Sigma_{5,10} = \Sigma_{5,11} = \Sigma_{5,12} = \Sigma_{5,13} = \Sigma_{5,14} = \Sigma_{5,15} = \Sigma_{5,16} = \Sigma_{5,17} = \Sigma_{5,18} = 0, \quad \Sigma_{5,19} = 0, \\
 \Sigma_{6,6} &= -L_2^T - L_2 - Z_1, \quad \Sigma_{6,7} = 0, \quad \Sigma_{6,8} = -Z_1, \quad \Sigma_{6,9} = \Sigma_{6,10} = 0, \quad \Sigma_{6,11} = -B_1^T P_8 + A_2^T P_8 - P_9, \\
 \Sigma_{6,12} &= \Sigma_{6,13} = \Sigma_{6,14} = \Sigma_{6,15} = \Sigma_{6,16} = \Sigma_{6,17} = \Sigma_{6,18} = 0, \quad \Sigma_{6,19} = 0, \\
 \Sigma_{7,7} &= -L_3^T - L_3 - Z_2, \quad \Sigma_{7,8} = \Sigma_{7,9} = \Sigma_{7,10} = \Sigma_{7,11} = \Sigma_{7,12} = \Sigma_{7,13} = \Sigma_{7,14} = \Sigma_{7,15} = 0, \\
 \Sigma_{7,16} &= \Sigma_{7,17} = \Sigma_{7,18} = 0, \quad \Sigma_{7,19} = 0, \quad \Sigma_{8,8} = -Z_1, \quad \Sigma_{8,9} = \Sigma_{8,10} = 0, \quad \Sigma_{8,11} = -P_{10}, \\
 \Sigma_{8,12} &= \Sigma_{8,13} = \Sigma_{8,14} = \Sigma_{8,15} = \Sigma_{8,16} = \Sigma_{8,17} = \Sigma_{8,18} = 0, \quad \Sigma_{8,19} = 0, \quad \Sigma_{9,9} = -R_3, \\
 \Sigma_{9,10} &= \Sigma_{9,11} = \Sigma_{9,12} = \Sigma_{9,13} = \Sigma_{9,14} = \Sigma_{9,15} = \Sigma_{9,16} = \Sigma_{9,17} = \Sigma_{9,18} = 0, \quad \Sigma_{9,19} = 0, \quad \Sigma_{10,10} = -Q_2 - R_4, \\
 \Sigma_{10,11} &= \Sigma_{10,12} = \Sigma_{10,13} = \Sigma_{10,14} = 0, \quad \Sigma_{10,15} = \Sigma_{10,16} = \Sigma_{10,17} = \Sigma_{10,18} = 0, \quad \Sigma_{10,19} = 0, \\
 \Sigma_{11,11} &= -Q_2 - R_4 + P_8^T D + D^T P_8, \quad \Sigma_{11,12} = \Sigma_{11,13} = \Sigma_{11,14} = 0, \quad \Sigma_{11,15} = P_8^T C, \\
 \Sigma_{11,16} &= \Sigma_{11,17} = \Sigma_{11,18} = P_8^T, \quad \Sigma_{11,19} = 0, \quad \Sigma_{12,12} = \frac{-12}{h^2} Q_4, \\
 \Sigma_{12,13} &= \Sigma_{12,14} = \Sigma_{12,15} = \Sigma_{12,16} = \Sigma_{12,17} = \Sigma_{12,18} = 0, \quad \Sigma_{12,19} = 0, \quad \Sigma_{13,13} = -Q_7, \\
 \Sigma_{13,14} &= \Sigma_{13,15} = \Sigma_{13,16} = \Sigma_{13,17} = \Sigma_{13,18} = 0, \quad \Sigma_{13,19} = 0, \quad \Sigma_{14,14} = -Q_6 - Q_8,
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \Sigma_{14,15} &= \Sigma_{14,16} = \Sigma_{14,17} = \Sigma_{14,18} = 0, & \Sigma_{14,19} &= 0, & \Sigma_{15,15} &= \dot{\alpha}_3 \eta^2 I - (r_2 - r_1)(1 - r_d) Q_9, \\
 \Sigma_{15,16} &= \Sigma_{15,17} = \Sigma_{15,18} = 0, & \Sigma_{15,19} &= 0, & \Sigma_{16,16} &= \dot{\alpha}_1 I, & \Sigma_{16,17} &= \Sigma_{16,18} = 0, & \Sigma_{16,19} &= 0 \\
 \Sigma_{17,17} &= \dot{\alpha}_2 I, & \Sigma_{17,18} &= 0, & \Sigma_{17,19} &= 0 & \Sigma_{18,18} &= \dot{\alpha}_3 I, & \Sigma_{18,19} &= 0, & \Sigma_{19,19} &= D_w^T D_w - \gamma^2 I
 \end{aligned}$$

$$\hat{\Sigma} = \left[\hat{\Sigma}_{(i,j)} \right]_{19 \times 19}, \quad (3.2)$$

where $\hat{\Sigma}_{i,j} = \hat{\Sigma}_{i,j}^T = \Sigma_{i,j}$, $i, j = 1, 2, 3, K, 19$, except

$$\begin{aligned}
 \hat{\Sigma} &= \dot{\alpha}_1 \alpha^2 I + W_1 + W_2 + W_1^T + W_2^T + P_2^T A_1 + P_2^T B_1 + A_1^T P_2 + B_1^T P_2 + P_3^T + P_3 + Q_1 + R_1 + h_M^2 Q_2 + M_1 \\
 &\quad + M_1^T + h_M M_3 - 4Q_4 - Q_5 + h_M^2 R_4 - R_6 + \frac{h_M^4}{4} Q_6 - 2h_M^2 Q_7 - \frac{h_M^4}{4} Q_8 + Z_3 + C_x^T C_x, \\
 \hat{\Sigma}_{1,4} &= -W_1 + P_2^T A_2 + P_2^T B_2 + A_1^T P_5 + B_1^T P_5 - P_3^T + P_6 + P_4^T - M_1^T + M_2 + h_M M_4 + Q_5, -S + R_6 + C_x^T C_y, \\
 \hat{\Sigma}_{1,19} &= C_x^T D_w + P_2^T B_w, & \hat{\Sigma}_{2,19} &= P_{14}^T B_w, & \hat{\Sigma}_{3,19} &= P_{11}^T B_w, \\
 \hat{\Sigma}_{4,4} &= \dot{\alpha}_2 \beta^2 I + P_5^T A_2 + P_5^T B_2 + A_2^T P_5 + B_2^T P_5 - P_6^T - P_6 + P_7^T + P_7 + M_1 + M_1^T - M_2 - M_2^T + S^T + h_M M_3 \\
 &\quad + h_M M_5 - 2Q_5 + S - R_6 - R_6^T + C_y^T C_y, \\
 \hat{\Sigma}_{4,19} &= C_y^T D_w + P_5^T B_w, & \hat{\Sigma}_{11,19} &= P_8^T B_w,
 \end{aligned}$$

Theorem 3.1 For a prescribed scalar $\gamma > 0$ and some given scalars $r_2 > 0$, $r_d > 0$ and $h_M > 0$ the system (2.1) is asymptotically stable with the H_∞ performance γ , if there exist positive definite symmetric matrices P_1, R_4, R_6, Q_i, Z_j , $i = 1, 2, K, 9$, $j = 1, 2, 3$, any appropriate dimensional matrices, S, J, K, R_k, M_l, P_m , $k = 1, 2, K, 6$, $l = 1, 2, K, 5$, $m = 2, 3, K, 16$ and positive real constants ϵ_1, ϵ_2 and ϵ_3 satisfying the following LMIs

$$\begin{bmatrix} R_1 & R_2 \\ R_2^T & R_3 \end{bmatrix} > 0, \quad (3.3)$$

$$\begin{bmatrix} R_4 & R_5 \\ R_5^T & R_6 \end{bmatrix} > 0, \quad (3.4)$$

$$\begin{bmatrix} Q_5 & S \\ S^T & Q_5 \end{bmatrix} \geq 0, \quad (3.5)$$

$$\begin{bmatrix} Q_3 & M_1 & M_2 \\ M_1^T & M_3 & M_4 \\ M_2^T & M_4^T & M_5 \end{bmatrix} \geq 0, \quad (3.6)$$

$$\hat{\Sigma} < 0. \quad (3.7)$$

Proof. Under the condition of the theorem, we first show the asymptotic stability of system (2.1). To this end, we consider system (2.1) with $w(t) = 0$, that is,

$$\begin{aligned}
 \dot{x}(t) - Cx(t - r(t)) &= Ax(t) + Bx(t - h(t)) + D \int_{t-h(t)}^t x(s) ds \\
 &\quad + f_1(t, x(t)) + f_2(t, x(t - h(t))) + f_3(t, x(t - r(t))). \quad (3.8)
 \end{aligned}$$

From model transformation method, we rewrite the nominal system (3.8) in the following system:

$$\dot{x}(t) = y(t) \tag{3.9}$$

$$0 = -y(t) + Ax(t) + Bx(t-h(t)) + D \int_{t-h(t)}^t x(s) ds + f_1(t, x(t)) + f_2(t, x(t-h(t))) + f_3(t, y(t-r(t))) + Cy(t-r(t)). \tag{3.10}$$

In order to improve of the discrete delay $h(t)$ in (2.3), let us decompose constant matrix A and B as

$$A = A_1 + A_2 \tag{3.11}$$

$$B = B_1 + B_2 \tag{3.12}$$

where A_1, A_2, B_1 and $B_2 \in R^{n \times n}$ are real constant matrices. By utilizing the following zero equation, we obtain

$$0 = Jx(t) - Jx(t-h(t)) - J \int_{t-h(t)}^t \dot{x}(s) ds \tag{3.13}$$

$$0 = Kx(t) - Kx(t-r(t)) - K \int_{t-r(t)}^t \dot{x}(s) ds \tag{3.14}$$

Where $J, K \in R^{n \times n}$ will be chosen to guarantee the asymptotic stability of the system (2.1).

By (3.11)- (3.14), the system and can be represented by the form

$$\begin{aligned} \dot{x}(t) = & y(t) + Jx(t) - Jx(t-h(t)) - J \int_{t-h(t)}^t y(s) ds \\ & + Kx(t) - Kx(t-r(t)) - K \int_{t-r(t)}^t y(s) ds \end{aligned} \tag{3.15}$$

$$\begin{aligned} 0 = & -y(t) + (A_1 + B_1)x(t) + (A_2 + B_2)(t)x(t-h(t)) - (B_1 - A_2) \int_{t-h(t)}^t y(s) ds \\ & + D \int_{t-h(t)}^t x(s) ds + f_1(t, x(t)) + f_2(t, x(t-h(t))) + f_3(t, y(t-r(t))) + Cy(t-r(t)). \end{aligned} \tag{3.16}$$

Construct a Lyapunov-Krasovskii functional candidate for the system (3.15) - (3.16) of the form

$$V(t) = \sum_{i=1}^9 V_i(t), \tag{3.17}$$

where

$$V_1(t) = \zeta^T(t) EP \zeta(t),$$

$$V_2(t) = \int_{t-h_M}^t x^T(s) Q_1 x(s) ds + \int_{t-h_M}^t \begin{bmatrix} x(s) \\ y(s) \end{bmatrix}^T \begin{bmatrix} R_1 & R_2 \\ * & R_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x(s) \\ y(s) \end{bmatrix} ds,$$

$$V_3(t) = h_M \int_{t-h_M}^0 \int_{t+s}^t x^T(\theta) Q_2 x(\theta) d\theta ds + \int_{t-h_M}^0 \int_{t+s}^t y^T(\theta) Q_3 y(\theta) d\theta ds,$$

$$V_4(t) = h_M \int_{t-h_M}^0 \int_{t+s}^t y^T(\theta) Q_4 y(\theta) d\theta ds + h_M \int_{t-h_M}^0 \int_{t+s}^t y^T(\theta) Q_5 y(\theta) d\theta ds,$$

$$V_5(t) = h_M \int_{t-h_M}^0 \int_{t+s}^t \begin{bmatrix} x(\theta) \\ y(\theta) \end{bmatrix}^T \begin{bmatrix} R_4 & R_5 \\ * & R_6 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x(\theta) \\ y(\theta) \end{bmatrix} d\theta ds,$$

$$V_6(t) = h_M \int_{t-h_M}^0 \int_{t+s}^t y^T(\theta) Z_1 y(\theta) d\theta ds + r_2 \int_{t-r_2}^0 \int_{t+s}^t y^T(\theta) Z_2 y(\theta) d\theta ds,$$

$$V_7(t) = \frac{(h_M)^2}{2} \int_{t-h_M}^t \int_s^t \int_u^t x^T(\lambda) Q_6 x(\lambda) d\lambda du ds + h_M^2 \int_{t-h_M}^t y^T(\lambda) Q_7 y(\lambda) d\lambda du ds,$$

$$V_8(t) = \frac{(h_M)^3}{6} \int_{t-h_M}^t \int_s^t \int_\lambda^t y^T(\theta) Q_8 y(\theta) d\theta d\lambda duds,$$

$$V_9(t) = \int_{t-r(t)}^t x^T(s) Z_3 x(s) ds + (r_2 - r_1) \int_{t-r(t)}^t y^T(s) Q_9 y(s) ds,$$

with

$$E = \begin{bmatrix} I & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}, \quad P = \begin{bmatrix} P_1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ P_2 & P_5 & P_8 & P_{11} & P_{14} \\ P_3 & P_6 & P_9 & P_{12} & P_{15} \\ P_4 & P_7 & P_{10} & P_{13} & P_{16} \end{bmatrix}, \quad \zeta(t) = \begin{bmatrix} x(t) \\ x(t-h(t)) \\ \int_{t-h(t)}^t x(s) ds \\ x(t-h_M) \\ y(t) \end{bmatrix},$$

The time derivative of $V(t)$ along the trajectory of system (3.15)-(3.16) is given by

$$\dot{V}(t) = \sum_{i=1}^9 \dot{V}_i(t) \quad (3.18)$$

It is noted that $\zeta^T(t) E P \zeta(t)$ is really $x^T(t) P_1 x(t)$. Then the time derivative of $V_1(t)$ is calculated as

$$\begin{aligned} \dot{V}_1(t) &= 2x^T(t) P_1 \dot{\zeta}(t) = 2\zeta^T(t) P^T \begin{bmatrix} \dot{\zeta}(t) \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \\ &= 2 \begin{bmatrix} x(t) \\ x(t-h(t)) \\ \int_{t-h(t)}^t x(s) ds \\ x(t-h_M) \\ y(t) \end{bmatrix}^T \times \begin{bmatrix} P_1 & P_2^T & P_3^T & P_4^T \\ 0 & P_5^T & P_6^T & P_7^T \\ 0 & P_8^T & P_9^T & P_{10}^T \\ 0 & P_{11}^T & P_{12}^T & P_{13}^T \\ 0 & P_{14}^T & P_{15}^T & P_{16}^T \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} \dot{\zeta}(t) \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \\ &= 2x^T(t) P_1 \times \left[y(t) + Jx(t) - Jx(t-h(t)) - J \int_{t-h(t)}^t y(s) ds \right. \\ &\quad \left. + Kx(t) - Kx(t-r(t)) - K \int_{t-r(t)}^t y(s) ds \right] \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & + 2 \left[x^T(t) P_2^T + x^T(t-h(t)) P_5^T + \left(\int_{t-h(t)}^t x(s) ds \right)^T P_8^T + x^T(t-h_M) P_{11}^T + y^T(t) P_{14}^T \right] \\
 & \times \left[-y(t) + (A_1 + B_1)x(t) + (A_2 + B_2)(t)x(t-h(t)) - (B_1 - A_2) \int_{t-h(t)}^t y(s) ds \right. \\
 & \left. + D \int_{t-h(t)}^t x(s) ds + f_1(t, x(t)) + f_2(t, x(t-h(t))) + f_3(t, y(t-r(t))) + Cy(t-r(t)) \right] \\
 & + 2 \left[x^T(t) P_3^T + x^T(t-h(t)) P_6^T + \left(\int_{t-h(t)}^t x(s) ds \right)^T P_9^T + x^T(t-h_M) P_{12}^T + y^T(t) P_{15}^T \right] \\
 & \times \left[x(t) - x(t-h(t)) - \int_{t-h(t)}^t y(s) ds \right] \\
 & + 2 \left[x^T(t) P_4^T + x^T(t-h(t)) P_7^T + \left(\int_{t-h(t)}^t x(s) ds \right)^T P_{10}^T + x^T(t-h_M) P_{13}^T + y^T(t) P_{16}^T \right] \\
 & \times \left[x(t-h(t)) - x(t-h_M) - \int_{t-h_M}^{t-h(t)} y(s) ds \right] \\
 & + 2L_1^T x^T(t-r(t)) \left[x(t) - x(t-r(t)) - \int_{t-r(t)}^t y(s) ds \right] \\
 & + 2L_2^T \int_{t-h(t)}^t y(s) ds \left[x(t) - x(t-h(t)) - \int_{t-h(t)}^t y(s) ds \right] \\
 & + 2L_3^T \int_{t-r(t)}^t y(s) ds \left[x(t) - x(t-r(t)) - \int_{t-r(t)}^t y(s) ds \right].
 \end{aligned} \tag{3.19}$$

Differentiating $V_2(t)$, we have

$$\begin{aligned}
 \dot{V}_2(t) & = x^T(t) Q_1 x(t) - x^T(t-h_M) Q_1 x(t-h_M) \\
 & + \begin{bmatrix} x(t) \\ y(t) \end{bmatrix}^T \begin{bmatrix} R_1 & R_2 \\ R_2^T & R_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x(t) \\ y(t) \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} x(t-h_M) \\ y(t-h_M) \end{bmatrix}^T \begin{bmatrix} R_1 & R_2 \\ R_2^T & R_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x(t-h_M) \\ y(t-h_M) \end{bmatrix}.
 \end{aligned} \tag{3.20}$$

Using Lemma 2.7 and Lemma 2.9, $V_3(t)$ is calculated as

$$\begin{aligned}
 \dot{V}_3(t) & = h_M \int_{t-h_M}^0 (x^T(t) Q_2 x(t) - x^T(t+s) Q_2 x(t+s)) ds \\
 & + \int_{t-h_M}^0 (y^T(t) Q_3 y(t) - y^T(t+s) Q_3 y(t+s)) ds \\
 & = h_M \int_{t-h_M}^0 x^T(t) Q_2 x(t) ds - h_M \int_{t-h_M}^0 x^T(t+s) Q_2 x(t+s) ds \\
 & + \int_{t-h_M}^0 y^T(t) Q_3 y(t) ds - \int_{t-h_M}^0 y^T(t+s) Q_3 y(t+s) ds \\
 & = h_M^2 x^T(t) Q_2 x(t) - h_M \int_{t-h_M}^t x^T(s) Q_2 x(s) ds \\
 & + h_M y^T(t) Q_3 y(t) - \int_{t-h_M}^t y^T(s) Q_3 y(s) ds
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &\leq h_M^2 x^T(t) Q_2 x(t) + h_M y^T(t) Q_3 y(t) \\
 &\quad - \int_{t-h(t)}^t x^T(s) ds Q_2 \int_{t-h(t)}^t x(s) ds - \int_{t-h_M}^{t-h(t)} x^T(s) ds Q_2 \int_{t-h_M}^{t-h(t)} x(s) ds \\
 &\quad + \begin{bmatrix} x(t) \\ x(t-h(t)) \\ x(t-h_M) \end{bmatrix}^T \begin{bmatrix} M_1 + M_1^T & -M_1^T + M_2 & 0 \\ -M_1 + M_2^T & M_1 + M_1^T - M_2 - M_2^T & -M_1^T + M_2 \\ 0 & -M_1 + M_2^T & -M_2 + M_2^T \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x(t) \\ x(t-h(t)) \\ x(t-h_M) \end{bmatrix} \\
 &\quad + h_M \begin{bmatrix} x(t) \\ x(t-h(t)) \\ x(t-h_M) \end{bmatrix}^T \begin{bmatrix} M_3 & M_4 & 0 \\ M_4^T & M_3 + M_5 & M_4 \\ 0 & M_4^T & M_5 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x(t) \\ x(t-h(t)) \\ x(t-h_M) \end{bmatrix}. \tag{3.21}
 \end{aligned}$$

Using Wirtinger-base integral inequality and Peng-Park's integral inequality, an upper bound of $V_4(t)$ can be obtained as

$$\begin{aligned}
 \mathcal{V}_4(t) &= h_M^2 y^T(t) Q_4 y(t) - h_M \int_{t-h_M}^t \mathcal{X}(s) Q_4 \mathcal{X}(s) ds \\
 &\quad + h_M^2 y^T(t) Q_5 y(t) - h_M \int_{t-h_M}^t \mathcal{X}(s) Q_5 \mathcal{X}(s) ds \\
 &\leq h_M^2 y^T(t) Q_4 y(t) + h_M^2 y^T(t) Q_5 y(t) \\
 &\quad + \begin{bmatrix} x^T(t) & x^T(t-h_M) & \frac{1}{h_M} \int_{t-h_M}^t x^T(s) ds \end{bmatrix} \begin{bmatrix} -4Q_4 & -2Q_4 & 6Q_4 \\ -2Q_4^T & -4Q_4 & 6Q_4 \\ 6Q_4^T & 6Q_4^T & -12Q_4 \end{bmatrix} \\
 &\quad \times \begin{bmatrix} x(t) \\ x(t-h_M) \\ \frac{1}{h_M} \int_{t-h_M}^t x(s) ds \end{bmatrix} \\
 &\quad + \begin{bmatrix} x^T(t) & x^T(t-h(t)) & x^T(t-h_M) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} -Q_5 & Q_5 - S & S \\ Q_5^T - S^T & -2Q_5 + S + S^T & Q_5 - S \\ S^T & Q_5^T - S^T & -Q_5 \end{bmatrix} \\
 &\quad \times \begin{bmatrix} x(t) \\ x(t-h(t)) \\ x(t-h_M) \end{bmatrix}. \tag{3.22}
 \end{aligned}$$

It is from the Lemma 2.8 that we have

$$\begin{aligned}
 \mathcal{V}_5(t) &= h_M \int_{t-h_M}^0 \left(\begin{bmatrix} x(t) \\ y(t) \end{bmatrix}^T \begin{bmatrix} R_4 & R_5 \\ R_5^T & R_6 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x(t) \\ y(t) \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} x(t+s) \\ y(t+s) \end{bmatrix}^T \begin{bmatrix} R_4 & R_5 \\ R_5^T & R_6 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x(t+s) \\ y(t+s) \end{bmatrix} \right) ds \\
 &= h_M^2 \begin{bmatrix} x(t) \\ y(t) \end{bmatrix}^T \begin{bmatrix} R_4 & R_5 \\ R_5^T & R_6 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x(t) \\ y(t) \end{bmatrix} - h_M \int_{t-h_M}^t \begin{bmatrix} x(s) \\ y(s) \end{bmatrix}^T \begin{bmatrix} R_4 & R_5 \\ R_5^T & R_6 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x(s) \\ y(s) \end{bmatrix} ds
 \end{aligned}$$

$$\leq h_M^2 \begin{bmatrix} x(t) \\ y(t) \end{bmatrix}^T \begin{bmatrix} R_4 & R_5 \\ R_5^T & R_6 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x(t) \\ y(t) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} x(t) \\ x(t-h(t)) \\ x(t-h_M) \\ \int_{-h(t)}^t x(s) ds \\ \int_{-h_M}^{t-h(t)} x(s) ds \end{bmatrix}^T \begin{bmatrix} -R_6 & R_6 & 0 & -R_5^T & 0 \\ R_6^T & -R_6 - R_6^T & R_6 & R_5^T & -R_5^T \\ 0 & R_6^T & -R_6 & 0 & R_5^T \\ -R_5 & R_5 & 0 & -R_4 & 0 \\ 0 & -R_5 & R_5 & 0 & -R_4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x(t) \\ x(t-h(t)) \\ x(t-h_M) \\ \int_{-h(t)}^t x(s) ds \\ \int_{-h_M}^{t-h(t)} x(s) ds \end{bmatrix}. \tag{3.23}$$

Using Jensen’s Inequality Lemma 2.2 that we have

$$\begin{aligned} \mathcal{V}_6(t) &\leq h_M^2 y^T(t) Z_1 y(t) - \int_{-h_M}^t y^T(s) ds Z_1 \int_{-h_M}^t y(s) ds \\ &\quad + r_2^2 y^T(t) Z_2 y(t) - \int_{-r_2}^t y^T(s) ds Z_2 \int_{-r_2}^t y(s) ds \\ &\leq h_M^2 y^T(t) Z_1 y(t) \\ &\quad - \left[\int_{-h(t)}^t y^T(s) ds + \int_{-h_M}^{t-h(t)} y^T(s) ds \right] Z_1 \left[\int_{-h(t)}^t y(s) ds + \int_{-h_M}^{t-h(t)} y(s) ds \right] \\ &\quad + r_2^2 y^T(t) Z_2 y(t) - \int_{-h(t)}^t y(s) ds. \end{aligned} \tag{3.24}$$

By Lemma 2.5, we can obtain $\mathcal{V}_7(t)$ as follows

$$\begin{aligned} \mathcal{V}_7(t) &= \frac{h_M^2}{2} \left(\frac{h_M^2}{2} x^T(t) Q_6 x(t) - \int_{-h_M}^t \int_u^t x^T(\lambda) Q_6 x(\lambda) d\lambda du \right) \\ &\quad + h_M^2 \left(\frac{h_M^2}{2} y^T(t) Q_7 y(t) - \int_{-h_M}^t \int_u^t \mathfrak{X}(\lambda) Q_7 \mathfrak{X}(\lambda) d\lambda du \right) \\ &= \frac{h_M^4}{2} x^T(t) Q_6 x(t) - \frac{h_M^2}{2} \int_{-h_M}^t \int_u^t x^T(\lambda) Q_6 x(\lambda) d\lambda du \\ &\quad + \frac{h_M^2}{2} y^T(t) Q_7 y(t) - h_M^2 \int_{-h_M}^t \int_u^t \mathfrak{X}(\lambda) Q_7 \mathfrak{X}(\lambda) d\lambda du \\ &\leq \frac{h_M^4}{4} x^T(t) Q_6 x(t) - \int_{-h_M}^t \int_u^t x^T(\lambda) d\lambda du Q_6 \int_{-h_M}^t \int_u^t x(\lambda) d\lambda du \\ &\quad + \frac{h_M^2}{2} y^T(t) Q_7 y(t) - 2 \int_{-h_M}^t \int_u^t \mathfrak{X}(\lambda) d\lambda du Q_7 \int_{-h_M}^t \int_u^t \mathfrak{X}(\lambda) d\lambda du \\ &= \frac{h_M^4}{4} x^T(t) Q_6 x(t) + \frac{h_M^4}{2} y^T(t) Q_7 y(t) - \int_{-h_M}^t \int_u^t x^T(\lambda) d\lambda du Q_6 \int_{-h_M}^t \int_u^t x(\lambda) d\lambda du \\ &\quad - \left[\sqrt{2} h_M x^T(t) - \sqrt{2} \int_{-h_M}^t x^T(u) du \right] Q_7 \left[\sqrt{2} h_M x(t) - \sqrt{2} \int_{-h_M}^t x(u) du \right]. \end{aligned} \tag{3.25}$$

By Lemma 2.6 and calculating $V_8(t)$, we have

$$\begin{aligned}
 V_8(t) &= \frac{h_M^3}{6} \left(\frac{h_M^3}{6} y^T(t) Q_8 y(t) - \int_{t-h_M}^t \int_u^t \mathcal{X}(\theta) Q_8 \mathcal{X}(\theta) d\theta d\lambda du \right) \\
 &\leq \frac{h_M^3}{36} y^T(t) Q_8 y(t) - \frac{h_M^3}{6} \int_{t-h_M}^t \int_u^t \mathcal{X}(\theta) Q_8 \mathcal{X}(\theta) d\theta d\lambda du \\
 &= \frac{h_M^3}{36} y^T(t) Q_8 y(t) \\
 &\quad - \left[\frac{h_M^2}{2} x^T(t) - \int_{t-h_M}^t \int_u^t x^T(\lambda) d\lambda du \right] Q_8 \left[\frac{h_M^2}{2} x(t) - \int_{t-h_M}^t \int_u^t x(\lambda) d\lambda du \right]. \quad (3.26)
 \end{aligned}$$

Calculating $V_9(t)$ leads to

$$\begin{aligned}
 V_9(t) &= x^T(t) Z_3 x(t) - (1-r(t)) x^T(t-r(t)) Z_3 x(t-r(t)) \\
 &\quad + (r_2-r_1) y^T(t) Q_9 y(t) - (r_2-r_1)(1-r(t)) y^T(t-r(t)) Q_9 y(t-r(t)) \\
 &\leq x^T(t) Z_3 x(t) - (1-r_d) x^T(t-r(t)) Z_3 x(t-r(t)) \\
 &\quad + (r_2-r_1) y^T(t) Q_9 y(t) - (r_2-r_1)(1-r_d) y^T(t-r(t)) Q_9 y(t-r(t)). \quad (3.27)
 \end{aligned}$$

From (2.4), (2.5) and (2.6), we obtain for any positive real constants $\delta_1, \delta_2, \delta_3$,

$$\delta_1 \left(\alpha^2 x^T(t) x(t) - f_1^T(t, x(t)) f_1(t, x(t)) \right) \geq 0, \quad (3.28)$$

$$\delta_2 \left(\beta^2 x^T(t-h(t)) x(t-h(t)) - f_2^T(t, x(t-h(t))) f_2(t, x(t-h(t))) \right) \geq 0, \quad (3.29)$$

$$\delta_3 \left(\eta^2 y^T(t-r(t)) y(t-r(t)) - f_3^T(t, y(t-r(t))) f_3(t, y(t-r(t))) \right) \geq 0. \quad (3.30)$$

According to (3.18) - (3.30), it is straightforward to see that

$$\dot{V}(t) \leq \zeta^T(t) \Sigma \zeta(t), \quad (3.31)$$

where $\zeta^T(t) = \left[x^T(t), y^T(t), x^T(t-h_M), x^T(t-h(t)), x^T(t-r(t)), \int_{t-h(t)}^t y^T(s) ds, \int_{t-r(t)}^t y^T(s) ds, \int_{t-h_M}^{t-h(t)} y^T(s) ds, y^T(t-h_M), \int_{t-h_M}^{t-h(t)} x^T(s) ds, \int_{t-h(t)}^t x^T(s) ds, \int_{t-h_M}^t x^T(s) ds, \sqrt{2} \int_{t-h_M}^t x^T(u) du, \int_{t-h_M}^t \int_u^t x^T(\lambda) d\lambda du, y(t-r(t)), f_1(t, x(t)), f_2(t, x(t-h(t))), f_3(t, x(t-r(t))) \right]$. If the conditions (3.3)-(3.7) and $\Sigma < 0$ hold, then (3.31) implies that there exists

$\delta > 0$ such that $\dot{V}(t) \leq -\delta \|x(t)\|^2$. Therefore, system (2.1) is asymptotically stable.

Next, we shall establish the H_∞ performance of system (2.1) under zero initial condition. To this end, we introduce

$$J(t) = \int_0^t \left[z^T(s) z(s) - \gamma^2 w^T(s) w(s) \right] ds, \quad t > 0. \quad (3.32)$$

Noting zero initial condition, it can be shown that for any nonzero $w(t) \in L_2[0, \infty)$ and $t > 0$. Consider,

$$\begin{aligned}
 J(t) &= \int_0^t [z^T(s)z(s) - \gamma^2 w^T(s)w(s)] ds \\
 &= \int_0^t [z^T(s)z(s) - \gamma^2 w^T(s)w(s)] ds + \int_0^t \mathcal{L}(s) ds - V(t) + V(0) \\
 &= \int_0^t [z^T(s)z(s) - \gamma^2 w^T(s)w(s) + \mathcal{L}(s)] ds - V(t) \\
 &\leq \int_0^t [z^T(s)z(s) - \gamma^2 w^T(s)w(s) + \mathcal{L}(s)] ds
 \end{aligned} \tag{3.33}$$

where $V(t)$ is define in (3.17). After some algebraic manipulations, we obtain

$$z^T(t)z(t) - \gamma^2 w^T(t)w(t) + \mathcal{L}(t) \leq \hat{\zeta}^T(t) \hat{\Sigma} \hat{\zeta}(t) \tag{3.34}$$

where $\hat{\zeta}^T(t) = [x^T(t), y^T(t), x^T(t-h_M), x^T(t-h(t)), x^T(t-r(t)), \int_{t-h(t)}^t y^T(s) ds, \int_{t-r(t)}^t y^T(s) ds, \int_{t-h_M}^{t-h(t)} y^T(s) ds, y^T(t-h_M), \int_{t-h_M}^{t-h(t)} x^T(s) ds, \int_{t-h(t)}^t x^T(s) ds, \int_{t-h_M}^t x^T(s) ds, \sqrt{2} \int_{t-h_M}^t x^T(u) du, \int_{t-h_M}^t \int_u x^T(\lambda) d\lambda du, y(t-r(t)), f_1(t, x(t)), f_2(t, x(t-h(t))), f_3(t, y(t-r(t))), w(t)]$.

If the condition (3.7) hold, we have $z^T(s)z(s) - \gamma^2 w^T(s)w(s) + \mathcal{L}(s) < 0$. Therefore, $J(t) < 0$, and hence, $\|z(t)\|_2 \leq \gamma \|w(t)\|_2$ is satisfied for any nonzero $w(t) \in L_2[0, \infty)$. The proof of theorem is complete.

4. Numerical Examples

Example 4.1 Consider the following neutral system with distributed time-varying delays of the form (2.1). We consider robust asymptotic stability with H_∞ performance γ of system (2.1) by using Theorem 3.1. system (2.1) is specified as follow:

$$\begin{aligned}
 A &= \begin{bmatrix} -2 & 0 \\ 0 & -2 \end{bmatrix}, B = \begin{bmatrix} 0 & 0.4 \\ 0.4 & 0 \end{bmatrix}, C = \begin{bmatrix} 0.1 & 0 \\ 0 & 0.1 \end{bmatrix}, \\
 D &= \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}, B_w = \begin{bmatrix} 0.5 \\ 1 \end{bmatrix}, C_w = [1 \ 0], I = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \\
 C_y &= [1 \ 0], D_w = 0.1, f_1(t, x(t)) = \begin{bmatrix} 0.1 \sin(t) x_1(t) \\ 0.1 \cos(t) x_2(t) \end{bmatrix}, \\
 f_2(t, x(t-h(t))) &= \begin{bmatrix} 0.2 \cos(t) x_1(t-h(t)) \\ 0.2 \cos(t) x_2(t-h(t)) \end{bmatrix}, f_3(t, x(t-r(t))) = \begin{bmatrix} 0.3 \sin(t) \mathcal{X}_1(t-r(t)) \\ 0.3 \sin(t) \mathcal{X}_2(t-r(t)) \end{bmatrix}.
 \end{aligned}$$

Decompose the matrices $A = A_1 + A_2$ and $B = B_1 + B_2$, where

$$\begin{aligned}
 A_1 &= \begin{bmatrix} -1.4 & -0.4 \\ -0.2 & -1.5 \end{bmatrix}, A_2 = \begin{bmatrix} -0.6 & 0.4 \\ 0.2 & -0.5 \end{bmatrix}, B_1 = \begin{bmatrix} -0.3 & 0 \\ -0.4 & -1.2 \end{bmatrix}, B_2 = \begin{bmatrix} 0.7 & 0.4 \\ 0.8 & 1.2 \end{bmatrix}, \\
 h(t) &= 0.4 + |\cos(t)|, r(t) = 0.2 + |\sin(t)|, \phi(t) = \begin{bmatrix} 0.2 \\ 0.7 \end{bmatrix}, t \in [-1, 0].
 \end{aligned}$$

It is easy to see that $\alpha = 0.01$, $\beta = \eta = 0.02$, $h_M = 1$, $r_1 = 1$, $r_2 = 3$, $r_d = 0.6$ and $\gamma = 11$. By using LMI Toolbox in MATLAB, we use (3.3)-(3.7) in Theorem 3.1. This example shows that the solutions of LMIs are given as follows :

$$\begin{aligned}
 P_1 &= \begin{bmatrix} 219.9026 & -76.2305 \\ 76.2305 & -119.4582 \end{bmatrix}, P_2 = \begin{bmatrix} 200.7663 & -54.4215 \\ -54.4215 & 185.3064 \end{bmatrix}, P_3 = \begin{bmatrix} 1.8132 & 50.8123 \\ 50.8123 & 11.1752 \end{bmatrix}, \\
 P_4 &= \begin{bmatrix} -4.1459 & 2.7579 \\ 2.7579 & -1.4763 \end{bmatrix}, P_5 = \begin{bmatrix} -28.9835 & -24.4479 \\ -24.4479 & -2.7364 \end{bmatrix}, P_6 = \begin{bmatrix} 0.5779 & -0.3018 \\ -0.3018 & 0.4774 \end{bmatrix}, \\
 P_7 &= \begin{bmatrix} -1.8250 & 0.8355 \\ 0.8355 & -0.5586 \end{bmatrix}, P_8 = \begin{bmatrix} 5.9495 & 13.4350 \\ 13.4350 & 62.6620 \end{bmatrix}, P_9 = \begin{bmatrix} 13.7717 & 21.6997 \\ 21.6997 & 52.5543 \end{bmatrix}, \\
 P_{10} &= \begin{bmatrix} -0.1744 & -0.0345 \\ -0.0345 & 0.8688 \end{bmatrix}, P_{11} = \begin{bmatrix} 35.8926 & -12.9160 \\ -12.9160 & 6.5587 \end{bmatrix}, P_{12} = \begin{bmatrix} 21.2646 & 1.0152 \\ 1.0152 & 36.4520 \end{bmatrix}, \\
 P_{13} &= \begin{bmatrix} 7.4883 & -4.6392 \\ -4.6392 & 3.1643 \end{bmatrix}, P_{14} = \begin{bmatrix} 119.3729 & -30.4282 \\ -30.4282 & 88.8104 \end{bmatrix}, P_{15} = \begin{bmatrix} -28.9825 & 61.4383 \\ 61.4383 & 39.5612 \end{bmatrix}, \\
 P_{16} &= \begin{bmatrix} -51.9499 & 0.2423 \\ 0.2423 & 0.0299 \end{bmatrix}, Q_1 = \begin{bmatrix} 56.1992 & -21.1410 \\ -21.1410 & 17.1447 \end{bmatrix}, Q_2 = \begin{bmatrix} 21.0429 & -15.4279 \\ -15.4279 & 44.8839 \end{bmatrix}, \\
 Q_3 &= \begin{bmatrix} 8.2071 & -4.6791 \\ -4.6791 & 3.5171 \end{bmatrix}, Q_4 = \begin{bmatrix} 23.1194 & 8.5239 \\ 8.5239 & 17.9475 \end{bmatrix}, Q_5 = \begin{bmatrix} 14.0640 & -7.0775 \\ -7.0775 & 11.1321 \end{bmatrix}, \\
 Q_6 &= \begin{bmatrix} 109.4894 & -68.5472 \\ -68.5472 & 61.4264 \end{bmatrix}, Q_7 = \begin{bmatrix} 15.1131 & -9.1231 \\ -9.1231 & 7.1771 \end{bmatrix}, Q_8 = \begin{bmatrix} 38.7370 & -23.9133 \\ -23.9133 & 20.4421 \end{bmatrix}, \\
 Q_9 &= \begin{bmatrix} 7.7521 & -1.9427 \\ -1.9427 & 6.6882 \end{bmatrix}, L_1 = \begin{bmatrix} 297.9568 & 1.3764 \\ 1.3764 & 298.7605 \end{bmatrix}, L_2 = \begin{bmatrix} 82.9611 & 5.6464 \\ 5.6464 & 66.2590 \end{bmatrix}, \\
 L_3 &= \begin{bmatrix} 301.2148 & -0.6987 \\ -0.6987 & 300.6176 \end{bmatrix}, R_1 = \begin{bmatrix} 56.2024 & -21.1432 \\ -21.1432 & 17.1464 \end{bmatrix}, R_2 = \begin{bmatrix} -0.1098 & 0.0747 \\ 0.0747 & -0.0545 \end{bmatrix}, \\
 R_3 &= \begin{bmatrix} 3.8802 & -2.3299 \\ -2.3299 & 1.8537 \end{bmatrix}, R_4 = \begin{bmatrix} 41.6135 & -24.9040 \\ -24.9040 & 159.2415 \end{bmatrix}, R_5 = \begin{bmatrix} -0.1795 & 0.9345 \\ 0.9345 & 12.5632 \end{bmatrix}, \\
 R_6 &= \begin{bmatrix} 8.2601 & -4.6530 \\ -4.6530 & 4.4513 \end{bmatrix}, J = \begin{bmatrix} 6.2743 & 52.5129 \\ 52.5129 & 20.3012 \end{bmatrix}, K = \begin{bmatrix} -297.2377 & -1.5687 \\ -1.5687 & -298.8272 \end{bmatrix}, \\
 S &= \begin{bmatrix} -5.7668 & 2.2868 \\ 2.2868 & -7.8837 \end{bmatrix}, M_1 = \begin{bmatrix} -8.1302 & 4.6516 \\ 4.6516 & -3.4643 \end{bmatrix}, M_2 = \begin{bmatrix} 8.1261 & -4.6487 \\ -4.6487 & 3.4624 \end{bmatrix}, \\
 M_3 &= \begin{bmatrix} 13.4691 & -7.9985 \\ -7.9985 & 6.1123 \end{bmatrix}, M_4 = \begin{bmatrix} -9.7255 & 5.6972 \\ 5.6972 & -4.4652 \end{bmatrix}, M_5 = \begin{bmatrix} 14.1526 & -8.4850 \\ -8.4850 & 6.4705 \end{bmatrix}, \\
 Z_1 &= \begin{bmatrix} 6.4780 & -3.7199 \\ -3.7199 & 2.6082 \end{bmatrix}, Z_2 = \begin{bmatrix} 0.1577 & -0.0746 \\ -0.0746 & 0.0926 \end{bmatrix}, Z_3 = \begin{bmatrix} 24.8302 & -15.7505 \\ -15.7505 & 14.1590 \end{bmatrix}, \\
 \dot{\alpha}_1 &= 6.0983 \times 10^3, \quad \dot{\alpha}_2 = 3.4909 \times 10^3, \quad \dot{\alpha}_3 = 1.8359 \times 10^3
 \end{aligned}$$

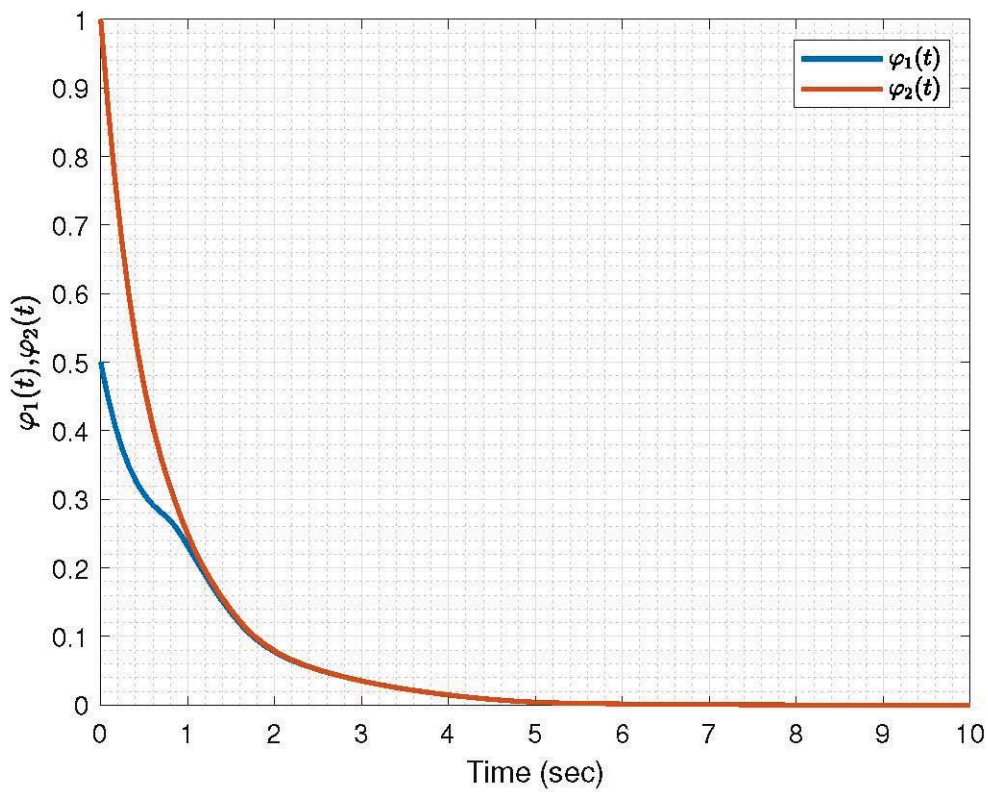


Figure 1. The trajectories of $\varphi_1(t)$ and $\varphi_2(t)$ of system (2.1) with $w(t) = 0$ in Example 1.

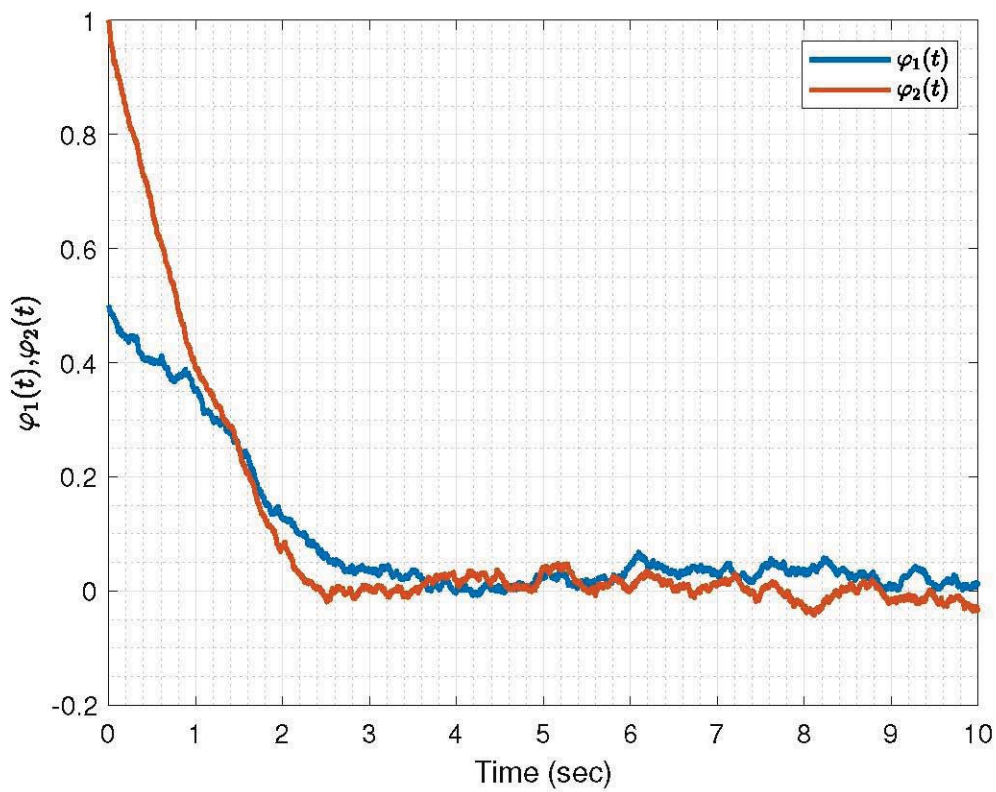


Figure 2. The trajectories of $\varphi_1(t)$ and $\varphi_2(t)$ of system (2.1) in Example 1.

5. Conclusions

Researchers looked on the stability issue for a neutral system with mixed interval time varying delays. The limitation on the discrete interval time-varying delay derivative is lifted. An improved delay-dependent bounded real lemma (BRL) for the system is established in terms of linear matrix inequalities (LMIs) by applying a novel Lyapunov-Krasovskii functional approach, Wirtinger-based integral inequality and Peng-Park's integral inequality, decomposition technique of constant matrix, descriptor model transformation, Leibniz-Newton formula, and utilization of zero equation. Following that, a less conservative delay-dependent stability requirement for a neutral system with distributed time-varying delays and nonlinear perturbations is developed based on the BRL, and an improved H_∞ performance criterion is provided using the LMIs framework. A numerical example has demonstrated notable gains.

6. Acknowledgements

This research project is supported by Science Research and Innovation Fund. Contract No. FF66-P1-089.

7. References

- A. Seuret and F. Gouaisbaut, 2013, "Wirtinger-based integral inequality: application to time delay system," *Automatica*, vol. 49, no. 9, pp. 2860-2866.
- C. Jeong, P. Park and S.H. Kim, 2012, "Improved approach to robust stability and performance analysis for systems with an interval time-varying delay," *Applied Mathematics and Computation*, Vol.218, no. 21, pp. 10533-10541.
- C. Peng and M.R. Fei, 2013, "An improved result on the stability of uncertain T-S fuzzy systems with interval time-varying delay," *Fuzzy Sets and Systems*, Vol. 212, pp. 97-109.
- C. Peng and Y.C. Tian, 2009, "Delay-dependent robust control for uncertain systems with time-varying delay," *Information Sciences*, Vol.179, no. 18, pp. 3187-3197.
- F. Qiu, J. Cao and T. Hayat, 2015, "Delay-dependent stability of neutral system with mixed time-varying delays and nonlinear perturbations using delay-dividing approach," *Cognitive Neurodynamics*, Vol. 9, no. 1, pp. 75-83.
- H. Li, S.M. Zhong and H.B. Li, 2012. "A note on asymptotic stability of an interval neutral delay-differential system," *Applied Mathematics Letter*, Vol. 25, no. 2, pp. 220-226.
- J. Cheng, H. Zhu, S.M. Zhong and G.H. Li, 2013, "Novel delay-dependent robust stability criteria for neutral systems with mixed time-varying delays and nonlinear perturbations." *Applied Mathematics and Computation*, Vol.219, no. 14, pp. 7741-7753.
- L.D. Guo, H. Gu and D.Q. Zhang, 2010. "Robust stability criteria for uncertain neutral system with interval time-varying discrete delay," *Asian Journal of Control*, vol. 12, no. 6, pp. 739-745.
- L. Li and B. Du, 2016, "Global asymptotical stability in a stochastic predator-prey system with variable delays," *IAENG International Journal of Applied Mathematics*, vol. 46, no. 2, pp. 241-246.
- J. Liu, Q. Zhang and Z. Luo, 2016, "Dynamical analysis of fuzzy cellular neural networks with periodic coefficients and time-varying delays," *IAENG International Journal of Applied Mathematics*, vol. 46, no. 3, pp. 298-304.
- J.P. Richard, 2003. "Time-delay systems: an overview of some recent advances and open problems," *Automatica*, Vol.39, no. 10, pp. 1667-1694,
- J. Wang, 2016, "On robust exponential stability for grey stochastic time delay systems," *IAENG International Journal of Applied Mathematics*, vol. 46, no. 4, pp. 473-479.
- J. Wang, 2015, "Exponential stability analysis for neutral stochastic systems with distributed delays," *IAENG International Journal of Applied Mathematics*, vol. 45, no. 4, pp. 364-367.

- J. Wang, 2016, New stability criteria for a class of stochastic systems with time delays,” IAENG International Journal of Applied Mathematics, vol. 46, no. 2, pp. 261-267.
- O.M. Kwon, J.H. Park and M. Lee, 2008, “On delay dependent robust stability of uncertain neutral systems with interval time-varying delays,” Applied Mathematics and Computation, vol. 203, no. 2, pp. 843-853.
- O.M. Kwon, M.J. Park, J.H. Park, S.M. Lee and E.J. Cha, 2013, “Analysis on robust performance and stability for linear systems with interval time-varying state delays via some new augmented Lyapunov-Krasovskii functional,” Applied Mathematics and Computation, vol. 224, pp. 108-122.
- P. Balasubramaniam and S. Lakshmanan, 2011, “Delay-interval-dependent robust-stability criteria for neutral stochastic neural networks with polytopic and linear fractional uncertainties,” International Journal of Computer Mathematics, Vol. 88, no. 10, pp. 2001-2015.
- P.L. Liu, 2016, “Improved results on delay-interval-dependent robust stability criteria for uncertain neutral type systems with time-varying delays.” ISA Transactions, Vol.60, pp. 53-66.
- P.G. Park, J. W. Ko and C.K. Jeong, 2011, “Reciprocally convex approach to stability of systems with time-varying delays,” Automatica, Vol.47, no. 1, pp. 235-238.
- P. Singkibud, P. Niamsup and K. Mukdasai, 2017, “Improved results on delay-range-dependent robust stability criteria of uncertain neutral systems with mixed interval time-varying delays,” IAENG International Journal of Applied Mathematics, vol. 47, no. 2, pp. 209-222.
- Q.L. Han, 2004. On robust stability of neutral systems with time-varying discrete delay and norm-bounded uncertainty,” Automatica, vol. 40, no. 6, pp. 1087-1092.
- R.K. Brayton, 1966, “Bifurcation of periodic solutions in a nonlinear difference-differential equation of neutral type,” Applications and Applied Mathematics, Vol.24, pp. 215-224.
- S. I. Niculescu, 2001, Delay Effects on Stability: A Robust Control Approach (Springer, Berlin, 2001).
- S. Lakshmanan, T. Senthilkumar and P. Balasubramaniam, 2011, “Improved results on robust stability of neutral systems with mixed time-varying delays and nonlinear perturbations.” Applied Mathematical Modelling, Vol. 35, no. 11, pp. 5355-5368.
- T. Li, L. Guo, and C. Lin, 2007, “A new criterion of delay-dependent stability for uncertain time delay systems,” IET Control Theory and Applications, Vol.1, no. 3, pp. 611-616.
- T. Wang, T. Li, G. Zhang and S. Fei, 2017, “Delay-derivative-dependent stability for neutral systems with time-varying delay and nonlinearity,” Arabian Journal for Science and Engineering, Vol.42, no. 7, pp. 3033-3042.
- Y.G. Chen, W. Qian and S.M. Fei, 2015, “Improved robust stability conditions for uncertain neutral systems with discrete and distributed delays,” Journal of the Franklin Institute, Vol. 352, no. 7, pp. 2634-2645.
- Y.J. Liu, W.B. Ma, M.S. Mahmoud and S.M. Lee, 2015, “Improved delay dependent exponential stability criteria for neutral-delay systems with nonlinear uncertainties.” Applied Mathematical Modelling, Vol.39, no. 10-11, pp. 3164-3174.
- Y. Kuang, 1993. Delay Differential Equations with Applications in Population Dynamics (Academic Press, Boston, 1993).
- Y. Ren, Z.G. Feng and G.H. Sun, 2016, “Improved stability conditions for uncertain neutral-type systems with time-varying delays,” International Journal of Systems Science, Vol. 47, no. 8, pp. 1982-1993.
- X. Jiang and Q.L. Han, 2005, “On H^∞ control for linear systems with interval time-varying delay,” Automatica, vol. 41, no. 12, pp. 2099-2106.
- X.M. Zhang, M. Wu, J.H. She and Y. He, 2005, “Delay-dependent stabilization of linear systems with time-varying state and input delays,” Automatica, Vol. 41, no. 8, pp. 1405-1412.

การออกแบบกรอบการทำงานสำหรับระบุอุปกรณ์ไอโอทีด้วยสวิตช์บีซีดีภายนอก

Designing a Framework for Identifying IoT Devices with the External BCD Switch

ณานิน หาญณรงค์ สัญญา สมัยมาก พิชชานันท์ วงศ์ศิริธร เบญจมินทร์ เกิดโมลี
และ ปรีวัฒน์ ราชรักษ์

Shanin Harnnarong, Sanya Samaimak, Pitchanun Wongsiritorn, Benjamin Koetmolee,
and Pariwat Ratcharak

สาขาวิชาวิศวกรรมโลจิสติกส์, คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ (ศาลายา)

Department of Logistics Engineering, Faculty of Engineering Rajamangala University of Technology Rattanakosin (Salaya)

e-mail: sanya.sam@rmutr.ac.th, Mobile: 086-860-4444

บทคัดย่อ

ระบบไอโอทีส่วนใหญ่ จะมีส่วนประกอบหลักอยู่ 3 ส่วนด้วยกัน ดังนี้ ส่วนที่ 1 คือ ส่วนของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์, ส่วนที่ 2 คือ ส่วนของข้อมูลบนอินเทอร์เน็ต, และส่วนที่ 3 คือ ส่วนเชื่อมต่อผู้ใช้งานอินเทอร์เน็ต ในส่วนของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ส่วนใหญ่ จะใช้ส่วนประมวลผลเป็นไมโครโปรเซสเซอร์ที่มีคุณสมบัติในการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตได้ เช่น ESP8266, ESP32 เป็นต้น ภายในส่วนของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ไมโครโปรเซสเซอร์จะถูกเชื่อมต่อกับเซนเซอร์และอุปกรณ์ควบคุมชนิดต่างๆ ขึ้นอยู่กับการออกแบบและใช้งาน ในส่วนนี้จะมีหน้าที่แลกเปลี่ยนข้อมูลกับส่วนของข้อมูลบนอินเทอร์เน็ต โดยในการแลกเปลี่ยนข้อมูลจะมีการกำหนดเลขที่ระบุอุปกรณ์ไอโอทีแต่ละตัวซึ่งจะไม่ซ้ำกัน ในบทความวิจัยชิ้นนี้ได้ทำการออกแบบกรอบการทำงานสำหรับระบุอุปกรณ์ไอโอทีด้วยสวิตช์บีซีดีภายนอก เพื่อลดต้นทุนของอุปกรณ์ไอโอทีแต่ละตัวและง่ายต่อการใช้งาน จากการทดลองพบว่า การระบุอุปกรณ์ไอโอทีด้วยสวิตช์บีซีดีภายนอกที่ได้ออกแบบในงานวิจัยชิ้นนี้ สามารถทำงานได้อย่างถูกต้อง

คำสำคัญ: อาวุธยุโธปกรณ์ ไอโอที สวิตช์บีซีดีภายนอก

Abstract

In most IoT systems, there are three main components. The first part is the electronic device part, the second part is the information on the Internet, and the third part is the user interface via the Internet. In most electronic devices, It uses the processor as a microprocessor that can connect to the Internet, such as ESP8266, ESP32, etc. Inside the electronics section, The Microprocessor is connected to different sensor types and control devices depending on their design and use. This section is responsible for exchanging information with other parts of the Internet. In exchange for information, a unique number is assigned to each IoT device. In this paper, a framework for identifying IoT devices with an external BCD switch is designed to reduce the cost of each IoT device and ease of use. From the experiment, it was found that the Identification of IoT devices with an external BCD switch was designed in this study. It can work properly.

Keywords: Arduino, IoT, External BCD Switch

1. บทนำ

อุปกรณ์ไอโอทีที่ทำงานในระบบไอโอทีส่วนใหญ่ จะต้องมีการตั้งค่าเพื่อระบุอุปกรณ์ไอโอทีตัวนั้นๆ เพื่อเป็นตัวบ่งชี้ว่า ข้อมูลที่ได้จากการทำการตรวจวัดค่าต่างๆ จากอุปกรณ์ตัวใด ในการตั้งค่าเพื่อระบุอุปกรณ์ไอโอทีที่สามารถทำได้หลายวิธี ถ้า อุปกรณ์ไอโอทีเป็นรุ่นที่ทำมาขายในท้องตลาด ก็จะมีโปรแกรมที่สามารถเข้าไปตั้งค่าได้ ซึ่งอุปกรณ์ไอโอทีที่ต่างยี่ห้อ ก็จะมีวิธีการตั้ง ค่าที่แตกต่างกัน แต่ถ้าหากอุปกรณ์ไอโอทีเป็นแบบที่มีการสร้างขึ้นใช้งานเอง การตั้งค่าเพื่อระบุอุปกรณ์ไอโอทีก็จะใช้วิธีการที่ แตกต่างกันไป ได้แก่ วิธีการที่ 1 การใส่ค่าเพื่อระบุอุปกรณ์ไอโอทีลงในซอฟต์แวร์ วิธีการนี้ไม่สะดวกเพราะจะต้องโหลดตัว โปรแกรมใหม่ทุกครั้งที่ต้องการจะเปลี่ยนค่าระบุอุปกรณ์ไอโอที แต่ก็มักจะถูกเลือกใช้ในกรณีที่ระบบไอโอทีนั้นๆ ยังอยู่ในช่วงเริ่มต้น ของการพัฒนา วิธีการที่ 2 การกำหนดพอร์ตสำหรับตั้งค่าเพื่อระบุอุปกรณ์ไอโอที โดยการตั้งค่าเพื่อระบุอุปกรณ์ไอโอทีจะทำให้โดย การใช้การเชื่อมต่อที่พอร์ตที่เราได้กำหนดไว้ลงกราวด์ด้วยอุปกรณ์ที่เรียกว่าจัมเปอร์ วิธีการนี้เป็นที่นิยมที่สุด เพราะง่ายต่อการ ออกแบบ ราคาไม่แพง และยังสามารถตั้งค่าเพื่อระบุอุปกรณ์ไอโอทีได้ภายหลังโดยไม่ต้องปรับปรุงโปรแกรมแต่อย่างใด แต่ผู้ใช้มี ความจำเป็นต้องคำนวณค่าที่จะใช้ในการระบุอุปกรณ์ไอโอทีเองในรูปแบบเลขฐาน 2 ซึ่งก็จะไม่เหมาะกับผู้ใช้ที่ไม่ได้เป็นนักพัฒนา

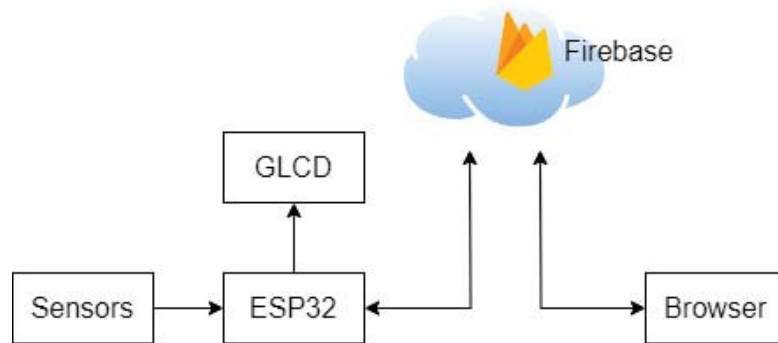
ในบทความวิจัยนี้ ทีมวิจัยได้เสนอการนำสวิตช์พีซีดีมาใช้ในการตั้งค่าเพื่อระบุอุปกรณ์ไอโอที ด้วยคุณสมบัติที่ยังคงความง่ายต่อการออกแบบ และยังสามารถตั้งค่าเพื่อระบุอุปกรณ์ไอโอทีได้ภายหลังโดยไม่ต้องปรับปรุงโปรแกรม หากแต่สวิตช์พีซีดีที่ทีมวิจัยได้นำเสนอนั้นมีราคาแพง ดังนั้นการนำสวิตช์พีซีดีมาใช้กับอุปกรณ์ไอโอทีแต่ละตัวจึงเป็นการเพิ่มต้นทุนของอุปกรณ์ไอโอที ทางทีมวิจัยจึงขอเสนอการนำสวิตช์พีซีดีออกมาไว้เป็นส่วนขยายภายนอก และทำการออกแบบกรอบการทำงานสำหรับระบุอุปกรณ์ไอโอทีใหม่ ทำให้งานวิจัยที่ได้นำเสนอนี้มีคุณสมบัติที่ดี ได้แก่ ง่ายต่อการออกแบบ ราคาไม่แพง สามารถตั้งค่าเพื่อระบุอุปกรณ์ไอโอทีได้ภายหลังโดยไม่ต้องปรับปรุงโปรแกรม และง่ายสำหรับผู้ใช้งานที่ไม่ได้เป็นนักพัฒนา

2. การออกแบบและการสร้าง

ในงานวิจัยนี้ได้มีการออกแบบสร้างอุปกรณ์ขึ้นมา 2 ส่วนด้วยกันได้แก่ ส่วนที่ 1 ส่วนของระบบไอโอทีที่ใช้สำหรับการแสดงผลอุณหภูมิและความชื้นอย่างง่ายขึ้นมาเพื่อใช้เป็นส่วนประกอบในการทดลอง และส่วนที่ 2 ส่วนของกรอบการทำงานสำหรับระบุอุปกรณ์ไอโอทีด้วยสวิตช์พีซีดีภายนอกที่ได้นำเสนอ

2.1 ระบบไอโอทีที่ใช้สำหรับการแสดงผลอุณหภูมิและความชื้น

ในส่วนของระบบไอโอทีที่ใช้สำหรับการแสดงผลอุณหภูมิและความชื้น ที่ได้ออกแบบเพื่อใช้ในบทความวิจัยนี้มีส่วนประกอบต่างๆที่สำคัญดังที่แสดงไว้ในบล็อกไดอะแกรมต่อไปนี้



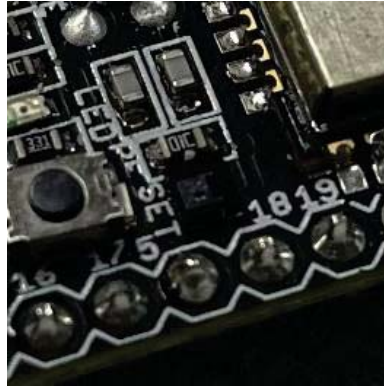
รูปที่ 1 บล็อกไดอะแกรมระบบไอโอทีที่ใช้สำหรับการแสดงผลอุณหภูมิและความชื้น

2.1.1 อีเอสพี 32 เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์แบบ เอสโอซี (SoC : System on a Chip) ของบริษัท Espressif ซึ่งได้ถูกนำมาใช้ในบอร์ดพัฒนาทางด้านไอโอทีต่างๆมากมาย โดยอีเอสพี 32 เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่พัฒนาเพิ่มขึ้นจาก อีเอสพี 8266 ที่เป็นที่ยอมรับ เนื่องจากเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีราคาถูก และมีไฟมาด้วย ในงานวิจัยนี้ได้มีการเลือกใช้ บอร์ดอีเอสพี 32 รุ่น Ayarafun/LamLoei Node32S Plus มาทำหน้าที่เป็นบอร์ดควบคุมหลักที่ทำหน้าที่อ่านค่าจากเซนเซอร์ และส่งต่อไปยังบริการฐานข้อมูลไฟเบส



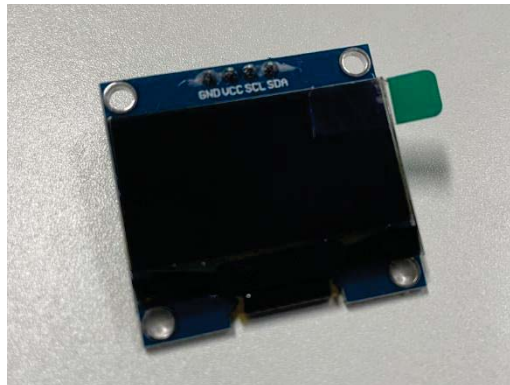
รูปที่ 2 บอร์ดอีเอสพี 32 รุ่น Ayarafun/LamLoei Node32S Plus

2.1.2 เซนเซอร์ ที่ทำหน้าที่ในการวัดอุณหภูมิและความชื้น ใช้ชิปไอซีเบอร์ HTS221 มีการเชื่อมต่อสัญญาณแบบไอเอสแควร์ซี (I²C : Inter-Integrated Circuit) เนื่องจากในงานวิจัยนี้ ส่วนของระบบไอโอทีที่ใช้สำหรับการแสดงผลอุณหภูมิและความชื้นถูกออกแบบสร้างขึ้นมาอย่างง่ายเพื่อใช้เป็นส่วนประกอบในการทดลอง จึงเลือกใช้เซนเซอร์ที่มีมาในบอร์ดดีเอสพี 32 รุ่น Ayarafun/LamLoei Node32S Plus ที่ทีมวิจัยเลือกใช้



รูปที่ 3 ชิปไอซีเบอร์ HTS221

2.1.3 จีแอลซีดี (GLCD : Graphic Liquid Crystal Display) ทำหน้าที่ในการแสดงผลค่าต่างๆ ได้แก่ เวลา อุณหภูมิ และความชื้น เป็นต้น



รูปที่ 4 จีแอลซีดี

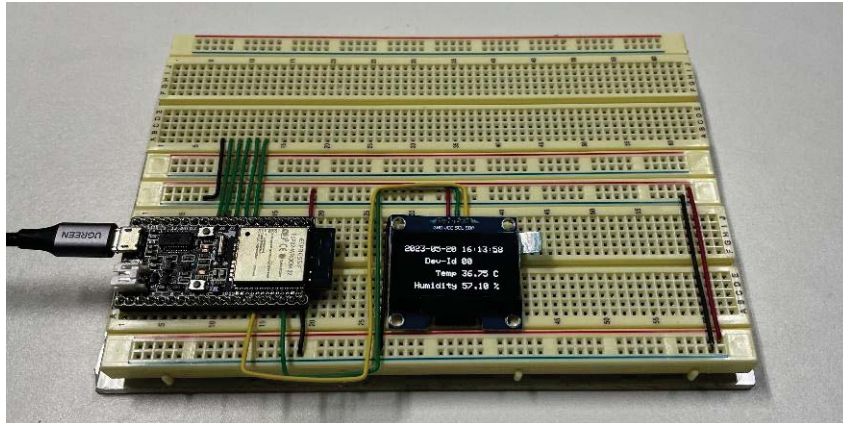
2.1.4 ไฟเบส เป็นบริการฐานข้อมูลออนไลน์บนอินเทอร์เน็ตของกูเกิ้ล มีรูปแบบของฐานข้อมูลเป็นแบบโนเอสคิวแอล ให้บริการทั้งแบบฟรีและเสียเงิน ไฟเบส นอกจากจะให้บริการฐานข้อมูลออนไลน์บนอินเทอร์เน็ตแล้ว ยังมีบริการอื่นๆที่มีประโยชน์อีกหลายอย่าง เช่น บริการเว็บไซต์ บริการยืนยันตัวตน ฯลฯ เป็นต้น



รูปที่ 5 โลโก้ของไฟเบส

2.1.5 เว็บเบราว์เซอร์ ถูกใช้เป็นเครื่องมือในการเข้าถึงบริการของ ไฟเบส โฟสโตร์ โดยในส่วนของเว็บเบราว์เซอร์ ควรเลือกใช้รุ่นที่เป็นปัจจุบัน เพื่อความปลอดภัยของข้อมูล

จากรูปที่ 2.1 บล็อกไดอะแกรมระบบไอโอทีที่ใช้สำหรับการแสดงผลอุณหภูมิและความชื้น บอร์ดอีเอสพี 32 รุ่น Ayarafun/LamLoei Node32S Plus มาทำหน้าที่เป็นบอร์ดควบคุมหลักที่ทำหน้าที่อ่านค่าจากเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น จากชิปไอซีเบอร์ HTS221 มีการเชื่อมต่อสัญญาณแบบไอสแควร์ซี ข้อมูลที่ได้จากเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นจะถูกนำมาแสดงผลร่วมกับข้อมูลเวลาและหมายเลขอุปกรณ์ที่จอดีแอลซีดี จากนั้นข้อมูลทั้งหมดจะถูกส่งไปยังไฟเบสฐานข้อมูลออนไลน์บนอินเทอร์เน็ตของกูเกิล เมื่อข้อมูลไปออนไลน์อยู่บนอินเทอร์เน็ตแล้ว ผู้ใช้ก็สามารถเข้าถึงได้จากเว็บเบราว์เซอร์ตลอดเวลา โดยรูปที่ 2.6 จะเป็นรูปต้นแบบที่ได้สร้างขึ้น

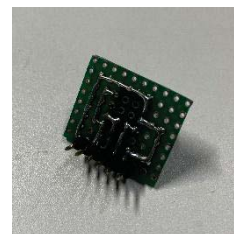
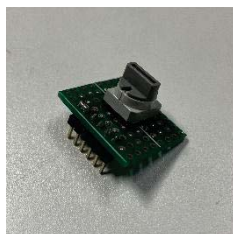


รูปที่ 6 ต้นแบบระบบไอโอทีที่ใช้สำหรับการแสดงผลอุณหภูมิและความชื้น

2.2 กรอบการทำงานสำหรับระบุอุปกรณ์ไอโอทีด้วยสวิตช์บีซีดีภายนอก

ในส่วนของกรอบการทำงานสำหรับระบุอุปกรณ์ไอโอทีด้วยสวิตช์บีซีดีภายนอกที่ได้นำเสนอในบทความวิจัยนี้จะประกอบไปด้วยองค์ประกอบ 4 ส่วนด้วยกันดังนี้

2.2.1 สวิตช์บีซีดี หรือบีซีดีโค้ดสวิตช์ (BCD Code Switch) เป็นอุปกรณ์ที่ผู้ใช้สามารถมองเห็นและตีความได้ทันทีในขณะใช้งาน คือในขณะที่ผู้ใช้ต้องการตั้งค่าระบุอุปกรณ์ให้มีค่าเท่ากับ 0 ผู้ใช้สามารถบิดสวิตช์บีซีดีมาให้ตรงกับเลข 0 แต่ถ้าผู้ใช้ต้องการตั้งค่าระบุอุปกรณ์ให้มีค่าเท่ากับ 1 ผู้ใช้สามารถบิดสวิตช์บีซีดีมาให้ตรงกับเลข 1 เป็นต้น ตัวสวิตช์บีซีดี จะทำหน้าที่เปลี่ยนสิ่งที่ผู้ใช้เห็นให้เป็นรหัสบีซีดีด้วยการผลักสวิตช์ที่อยู่ภายใน จากนั้นเราสามารถนำค่าที่ได้ไปใช้งานด้วยการอ่านค่าสวิตช์ที่ขาต่างๆของสวิตช์บีซีดี

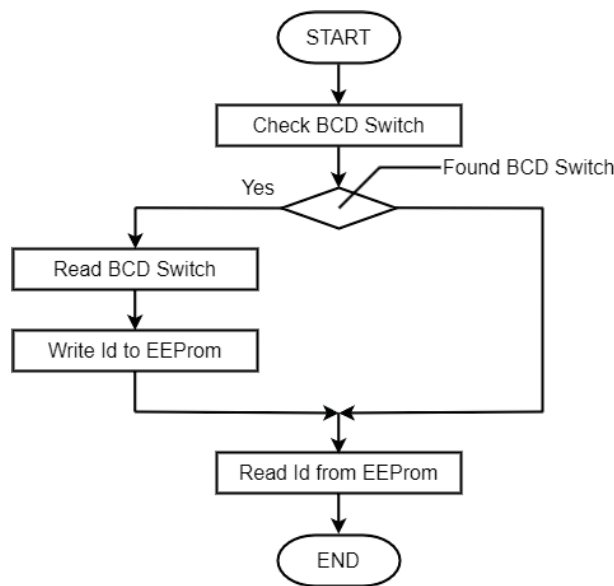


รูปที่ 7 สวิตช์บีซีดี และต้นแบบสวิตช์บีซีดีภายนอก

2.2.2 พอร์ต ที่มีการกำหนดคุณสมบัติเป็นแบบอินพุตจำนวน 5 พอร์ต โดยที่พอร์ตอินพุตแต่ละพอร์ตจะถูกกำหนดคุณสมบัติเป็นพอร์ตอินพุตแบบซิงค์ (Sink) และจะทำการต่อตัวต้านทานเพื่อทำหน้าที่พูลอัพไว้ที่ฝั่งของอุปกรณ์ไอโอที ทั้งนี้ก็เพื่อลดปัญหาของสัญญาณที่อาจเกิดการผิดพลาดขึ้นในระหว่างการใช้งาน สำหรับบอร์ดที่ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์อีเอสพี 32 จะมีคุณสมบัติในการกำหนดพอร์ตอินพุตให้เชื่อมต่อกับตัวต้านทานที่มีอยู่ภายในให้ทำหน้าที่เป็นตัวต้านทานเพื่อพูลอัพสัญญาณได้ ในส่วนนี้จึงสามารถกำหนดได้จากโปรแกรมโดยไม่ต้องต่อตัวต้านทานภายนอกเพิ่มเติมแต่อย่างใด

2.2.3 หน่วยความจำถาวร ที่สามารถอ่านและเขียนได้ในขณะอยู่ในช่วงเวลาที่บอร์ดกำลังทำงาน สำหรับหน่วยความจำถาวรจะถูกใช้เพื่อเก็บค่าระบุอุปกรณ์ไอโอทีไว้แบบถาวร เพราะสวิตช์บีซีดีภายนอกจะไม่ได้ถูกต่ออยู่กับอุปกรณ์ไอโอทีตลอดเวลา แต่จะถูกต่อเฉพาะเมื่อผู้ใช้งานต้องการจะตั้งค่าเท่านั้น เมื่อผู้ใช้งานตั้งค่าระบุอุปกรณ์เรียบร้อยแล้ว ตัวสวิตช์บีซีดีภายนอกก็จะ ส่วนค่าที่ได้รับบุไว้ก็จะถูกจัดเก็บไว้ในหน่วยความจำถาวรที่มีอยู่ในไมโครคอนโทรลเลอร์ไอเอสพี 32 และจะถูกดึงมาใช้ในทุกๆครั้งที่อุปกรณ์ไอโอทีถูกเปิดเครื่อง

2.2.4 กฎ ที่เราได้ออกแบบขึ้นเพื่อใช้เป็นมาตรฐานร่วมกัน การทำงานของสวิตช์บีซีดีภายนอกสามารถอธิบายได้ตามผังการทำงานหรือโฟลวชาร์ตการทำงานดังแสดงในรูปที่ 2.8 ในขั้นตอนแรก สวิตช์บีซีดีภายนอกจะถูกตรวจสอบว่าได้ทำการต่ออยู่หรือไม่ ถ้าหากไม่พบการเชื่อมต่อตัวโปรแกรมก็จะไปอ่านค่าระบุอุปกรณ์จากหน่วยความจำถาวร แต่ถ้าหากถูกตรวจสอบแล้วพบว่าได้ทำการต่ออยู่ ตัวโปรแกรมก็จะไปอ่านค่าระบุอุปกรณ์จากสวิตช์บีซีดีภายนอก เมื่อได้ค่ามาแล้วก็จะทำการบันทึกค่าระบุอุปกรณ์ไว้ในหน่วยความจำถาวร จากนั้นตัวโปรแกรมก็จะไปอ่านค่าระบุอุปกรณ์จากหน่วยความจำถาวรที่ได้บันทึกไว้มาใช้งาน



รูปที่ 8 โฟลวชาร์ตการทำงาน

3. การทดลองและผลการทดลอง

การทดลองกำหนดค่าระบุอุปกรณ์ไอโอทีด้วยสวิตช์บีซีดีภายนอก

3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

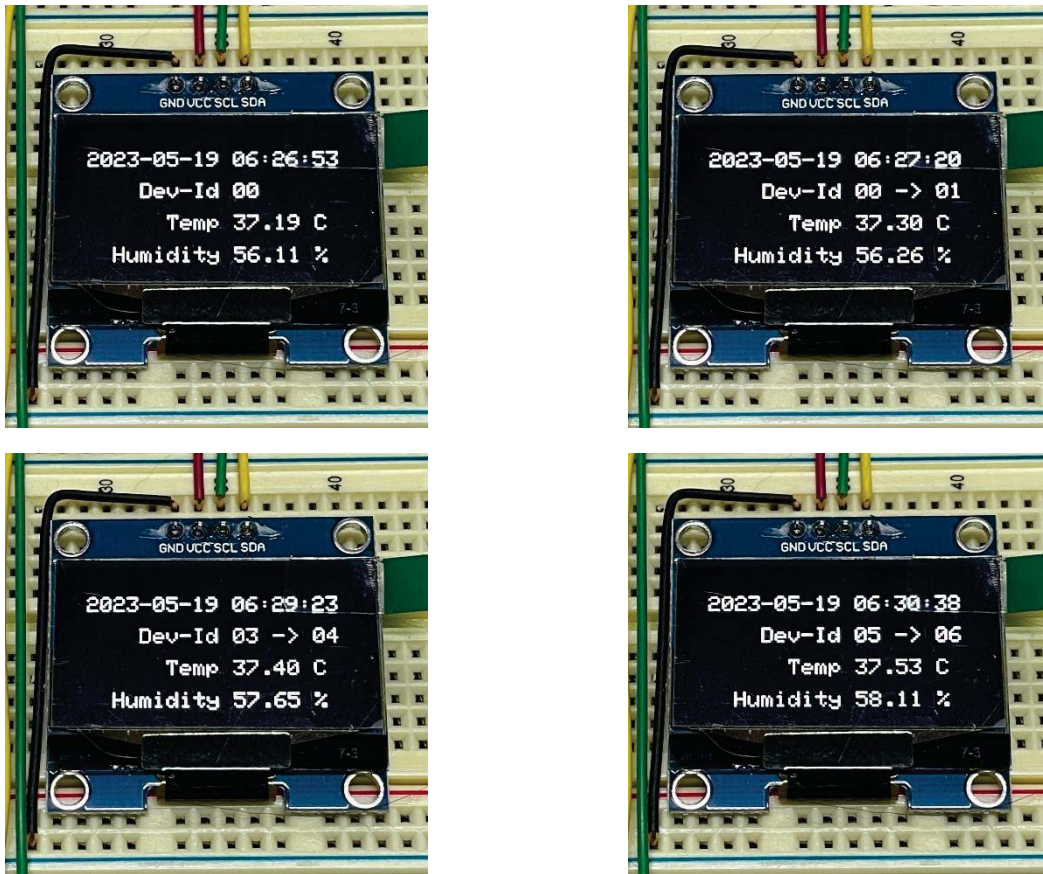
- 3.1.1 ต้นแบบระบบไอโอทีที่ใช้สำหรับการแสดงผลอุณหภูมิและความชื้น
- 3.1.2 ต้นแบบชุดสวิตช์บีซีดีภายนอก
- 3.1.3 เวปเบราว์เซอร์

3.2 ขั้นตอนการทดลอง

- 3.2.1 กำหนดค่าสวิตช์บีซีดีให้มีค่าเท่ากับ 0
- 3.2.2 เชื่อมต่อ ต้นแบบชุดสวิตช์บีซีดีภายนอก เข้ากับ ต้นแบบระบบไอโอทีที่ใช้ในบทความวิจัยนี้
- 3.2.3 จ่ายไฟให้กับ ต้นแบบระบบไอโอทีที่ใช้สำหรับการแสดงผลอุณหภูมิและความชื้น
- 3.2.4 ทำการบันทึกผล
- 3.2.5 กำหนดค่าสวิตช์บีซีดีให้มีค่าเท่ากับ 1
- 3.2.6 กดปุ่ม รีเซ็ต เพื่อเริ่มการทำงานของต้นแบบระบบไอโอทีที่ใช้ในบทความวิจัยนี้ใหม่
- 3.2.7 ทำการบันทึกผล
- 3.2.8 ทำซ้ำตั้งแต่ข้อ 3.2.5 ถึง 3.2.7 ใหม่ โดยกำหนดค่าสวิตช์บีซีดีให้มีค่าเท่ากับ 1 จนถึง 9 จากนั้นวนกลับมาที่ 0 ใหม่อีกครั้ง โดยวนทำซ้ำแต่ละค่าอีกจำนวน 5 ครั้ง

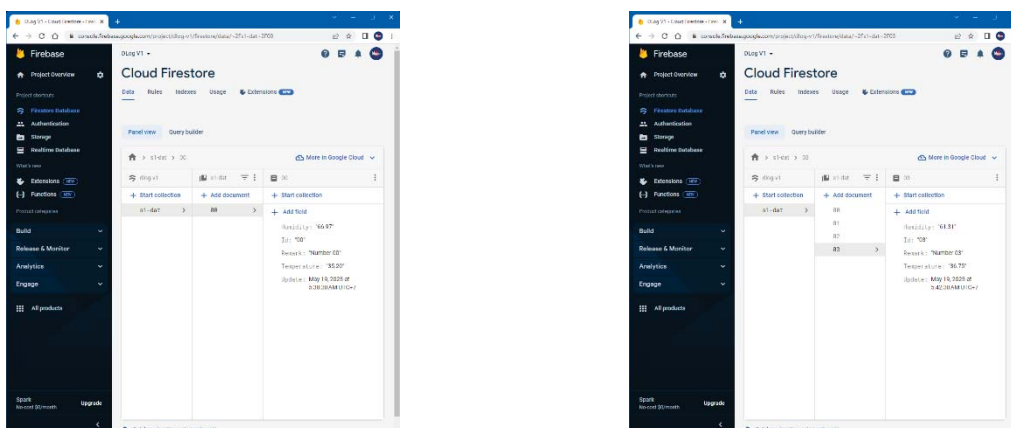
3.3 ผลการทดลอง

3.3.1 การแสดงผลทางหน้าจอจี้แอลซีดี ในขณะที่เชื่อมต่อ ต้นแบบชุดสวิทช์พีซีดีทีภายนอก เข้ากับ ต้นแบบระบบ ไอโอทีที่ใช้สำหรับการแสดงผลอุณหภูมิและความชื้น

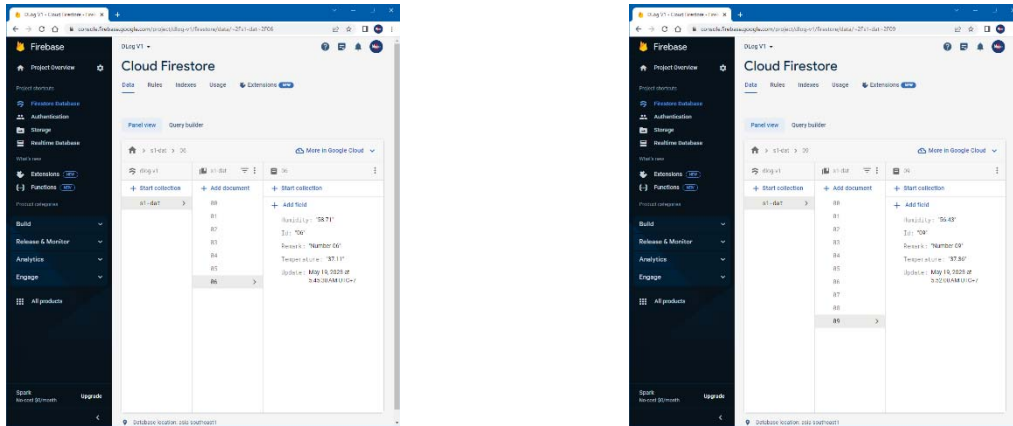


รูปที่ 9 ผลทางหน้าจอจี้แอลซีดี ในขณะที่เชื่อมต่อ ต้นแบบชุดสวิทช์พีซีดีทีภายนอก

3.3.2 การแสดงผลทางหน้าเว็บเบราว์เซอร์ เมื่อมีการส่งข้อมูลจาก ต้นแบบระบบไอโอทีที่ใช้สำหรับการแสดงผลอุณหภูมิและความชื้น ไปยังฐานข้อมูลไฟเบส ไฟส์โตร์



รูปที่ 10 ผลทางหน้าเว็บเบราว์เซอร์ ที่ได้แสดงข้อมูลจากฐานข้อมูลไฟเบส ไฟส์โตร์



รูปที่ 11 ผลทางหน้าเวปเบราว์เซอร์ ที่ได้แสดงข้อมูลจากฐานข้อมูลไฟเบส ไฟล์โตร์ (ต่อ)

3.3.3 ผลที่ได้จากการทดลองใช้รอบการทำงานสำหรับระบุอุปกรณ์ไอโอทีด้วยสวิตช์บีซีดีภายนอก เพื่อทำการระบุอุปกรณ์ ต้นแบบระบบไอโอทีที่ใช้สำหรับการแสดงผลอุณหภูมิและความชื้น โดยทำการทดลองโดยกำหนดค่าสวิตช์บีซีดีให้มีค่าเท่ากับ 0 จนถึง 9 และวนทำซ้ำแต่ละค่าอีกจำนวน 5 ครั้ง

ตารางที่ 1 ผลการทดลอง กำหนดค่าระบุอุปกรณ์ด้วยสวิตช์บีซีดีภายนอก

BCD Code Switch	1	2	3	4	5	ความถูกต้อง %
BCD Code = 0	0	0	0	0	0	100
BCD Code = 1	1	1	1	1	1	100
BCD Code = 2	2	2	2	2	2	100
BCD Code = 3	3	3	3	3	3	100
BCD Code = 4	4	4	4	4	4	100
BCD Code = 5	5	5	5	5	5	100
BCD Code = 6	6	6	6	6	6	100
BCD Code = 7	7	7	7	7	7	100
BCD Code = 8	8	8	8	8	8	100
BCD Code = 9	9	9	9	9	9	100

4. สรุป

จากการออกแบบสร้างต้นแบบและผลการทดลองพบว่า การระบุอุปกรณ์ไอโอทีด้วยสวิตช์บีซีดีภายนอกที่ได้ถูกออกแบบและนำเสนอในบทความวิจัยนี้ สามารถลดต้นทุนของอุปกรณ์ไอโอทีในแต่ละตัวลงได้ การเลือกใช้สวิตช์แบบบีซีดีโค้ดทำให้ผู้ใช้สามารถใช้งานได้ง่ายโดยสามารถระบุรหัสอุปกรณ์จากเลขที่มองเห็น การเลือกให้วงจรตัวต้านทานพูลอัพอยู่ทางฝั่งอุปกรณ์ทำให้การระบุอุปกรณ์มีเสถียรภาพ ปัญหาในการเสียบสวิตช์บีซีดีภายนอกกลับด้าน สามารถแก้ไขได้ด้วยการออกแบบช่องเสียบให้มีเขี้ยวบังคับ

5. กิตติกรรมประกาศ

บทความวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ นอกจากนี้ผู้วิจัยขอขอบคุณ คณาจารย์ภายในสาขาวิศวกรรมโลจิสติกส์ทุกท่านที่ได้ให้คำแนะนำ ข้อเสนอแนะ และเอื้อเฟื้ออุปกรณ์เครื่องมือสำหรับการทำวิจัยในครั้งนี้

การปรับปรุงประสิทธิภาพในการรับงานบริการอุตสาหกรรมด้วยเทคนิค ECRS

Improving the efficiency of Industrial service with the ECRS Technique

พิมพร เทศแก้ว¹ สิตติชัย แก้วเกื้อกูล² และชาลิณี กระจ่างพจน์³

Pimporn Thaetkaw¹, Sittichai Kaewkuekool² and Chalinee Krajangphot³

¹ศูนย์พัฒนาผลิตภาพอุตสาหกรรม สำนักวิจัยและบริการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

²ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

³สำนักวิจัยและบริการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

^{1*}Center for Industrial Productivity Development, Institute for Scientific and Technological Research and Services, KMUTT

²Department of Production Technology Education Faculty of Industrial Education and Technology, KMUTT

³Institute for Scientific and Technological Research and Services, KMUTT

e-mail : pimporn.tha@kmutt.ac.th หมายเลขโทรศัพท์ 099-1949626

บทคัดย่อ

การปรับปรุงประสิทธิภาพในการรับงานบริการอุตสาหกรรมด้วยเทคนิค ECRS มีวัตถุประสงค์เพื่อมุ่งเน้นการลดขั้นตอนและเวลาในการปฏิบัติงาน ดำเนินการวิจัยโดยศึกษาและเก็บข้อมูลกระบวนการให้บริการในปัจจุบันด้วยแผนภูมิกระบวนการไหลวิเคราะห์แนวทางการปรับปรุงด้วยวิธีการระดมสมอง วิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาพร้อมกันด้วยผังก้างปลา สรุปสาเหตุที่ดำเนินการแก้ไข คือ ขั้นตอนการปฏิบัติงานผิดหรือขาดการปรับปรุงให้เหมาะสม วิธีการปฏิบัติงานมากเกินไปจนเกิดความจำเป็นหรือมีการทำงานซ้ำซ้อน และไม่มีระบบสนับสนุนการปฏิบัติงานรวมถึงการให้บริการ นำเทคนิค ECRS มาดำเนินการปรับปรุงกระบวนการปฏิบัติงาน ได้แก่ การรวมกัน และการทำให้ง่ายขึ้น จากนั้นเปรียบเทียบขั้นตอนการปฏิบัติงานด้วยแผนภูมิกระบวนการไหลก่อนและหลังการปรับปรุง พบว่า ก่อนการปรับปรุงมีขั้นตอนทั้งหมด 22 ขั้นตอน เวลารวม 128 นาที หลังการปรับปรุงลดลงเหลือ 19 ขั้นตอน เวลารวม 88 นาที ประสิทธิภาพการให้บริการเพิ่มขึ้น 46.15%

คำสำคัญ: บริการอุตสาหกรรม ประสิทธิภาพ ECRS เทคนิค

Abstract

Improving the efficiency of industrial service with the ECRS technique aims to focus on reducing the steps and time of the work. Conduct research by studying and collecting data on current service processes with Flow process charts, analyzing development guidelines through brainstorming methods. Analyze the cause of common problems with a fishbone diagram. In summary, the cause of corrective action is the wrong operating procedure or lack of appropriate improvement. How to perform excessive work or redundant work and there is no operational support system, including service provision. ECRS techniques are used to improve operational processes, combine and simplify. Then, compare the operational steps with process flow charts before and after the improvement. It was found that before the improvement, there were 22 steps in total, with a total time of 128 minutes. After the improvement, it was reduced to 19 steps, with a total time of 88 minutes. Service efficiency increased by 46.15%

Keywords: Industrial service, efficiency and ECRS Technique

1. บทนำ

กลุ่มสนับสนุนงานบริการวิชาการ หรือ One Stop Service (OSS) สำนักวิจัยและบริการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สวท.) เป็นหน่วยงานที่ให้บริการอุตสาหกรรม ได้แก่ บริการทดสอบตัวอย่างวัสดุ วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี สอบเทียบเครื่องมือและบริการอื่น ๆ ในภาคอุตสาหกรรม ได้รับการรับรองมาตรฐานสากล ISO/IEC 17025 และ ISO 9001 โดยในแต่ละปีมีผู้รับบริการประมาณ 1,200 งาน เพื่อการพัฒนาการให้บริการอย่างต่อเนื่อง การบริการที่รวดเร็ว และตอบสนองความต้องการของลูกค้าผู้รับบริการ OSS จึงดำเนินการปรับปรุงประสิทธิภาพในการรับงานบริการอุตสาหกรรม โดยมุ่งเน้นการลดขั้นตอนและเวลาในการปฏิบัติงานด้วยเทคนิค ECRS เป็นหลักการที่ประกอบด้วยกำจัด (Eliminate) การรวมกัน (Combine) การจัดใหม่ (Rearrange) และการทำให้ง่าย (Simplify) ซึ่งเป็นหลักการง่าย ๆ ที่สามารถใช้ในการเริ่มต้นลดความสูญเปล่าได้อย่างมี

ประสิทธิภาพ และใช้หลักการทางด้านวิศวกรรมอุตสาหกรรม (IE Technique) สำหรับการดำเนินการวิจัยด้วย ได้แก่ ผังก้างปลา (Fish Bone Diagram) แผนภูมิกระบวนการไหล (Flow Process Chart) และวิธีการระดมสมอง (Brainstorming)

2. วิธีการทดลองหรือวิธีการศึกษา

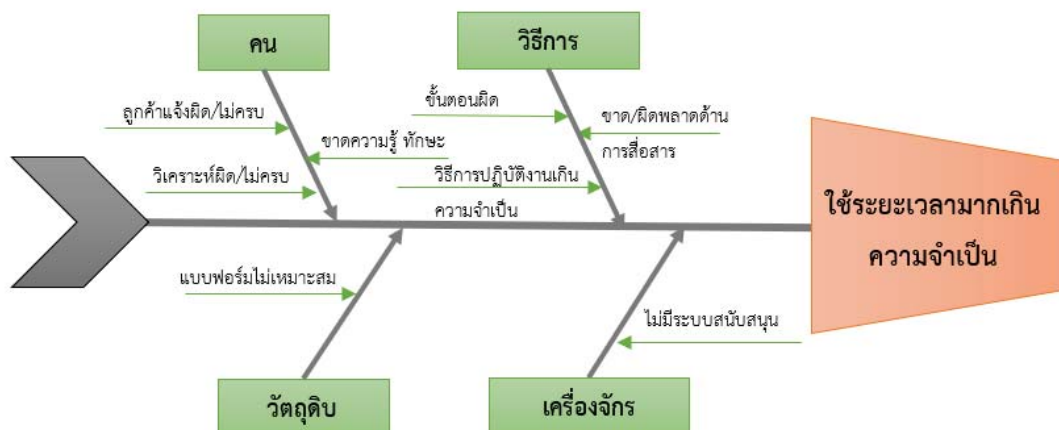
การดำเนินการวิจัยเพื่อการปรับปรุงประสิทธิภาพในการรับงานบริการอุตสาหกรรมด้วยเทคนิค ECRS มีวิธีการดำเนินการทดลองดังนี้

1. ศึกษาและเก็บข้อมูลกระบวนการให้บริการในปัจจุบันด้วยแผนภูมิกระบวนการไหล (Flow process charts)
2. วิเคราะห์แนวทางการปรับปรุงและกำหนดปัญหาด้วยวิธีการระดมสมอง (Brainstorming)
3. วิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาร่วมกันด้วยผังก้างปลา (Fish Bone Diagram)
4. เก็บรวบรวมข้อมูลวิเคราะห์สาเหตุต่าง ๆ เพื่อกำหนดแนวทางการแก้ไขร่วมกัน ด้วยเทคนิค ECRS
5. เปรียบเทียบขั้นตอนการปฏิบัติงานด้วยแผนภูมิกระบวนการไหล (Flow Process Chart) ก่อนและหลังการปรับปรุง
6. เปรียบเทียบผลการดำเนินการปรับปรุงก่อนและหลังการดำเนินการวิจัย

3. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

การดำเนินการวิจัยปรับปรุงประสิทธิภาพในการรับงานบริการอุตสาหกรรมด้วยเทคนิค ECRS มีผลการศึกษา ดังนี้

1. ศึกษาและเก็บข้อมูลกระบวนการให้บริการในปัจจุบันด้วยแผนภูมิกระบวนการไหล พบว่า ปัจจุบันกระบวนการให้บริการงานทดสอบด้านอุตสาหกรรมมีทั้งหมด 22 ขั้นตอน เวลารวม 128 นาที
2. วิเคราะห์แนวทางการปรับปรุงและกำหนดปัญหาด้วยวิธีการระดมสมอง ร่วมกันระหว่างผู้บริการ ผู้ปฏิบัติงานและผู้ที่เกี่ยวข้อง พบว่า ปัจจุบันกระบวนการให้บริการงานทดสอบด้านอุตสาหกรรมใช้ระยะเวลามากเกินไปจนเกิดความจำเป็น
3. นำปัญหาการใช้ระยะเวลามากเกินไปจนเกิดความจำเป็นมาวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาร่วมกันด้วยผังก้างปลา ดังรูปที่ 1 พบว่าสาเหตุของปัญหามี 4 ด้าน รวม 8 ข้อ ได้แก่ ด้านคน 1) ลูกค้าผู้มารับบริการแจ้งข้อมูลผิดหรือไม่ครบถ้วน 2) ผู้ให้บริการทดสอบหรือวิเคราะห์ผิดหรือไม่ครบ 3) ผู้ให้บริการขาดความรู้ทักษะในการปฏิบัติการให้บริการ ด้านวิธีการ 4) ขั้นตอนการปฏิบัติงานผิดหรือขาดการปรับปรุงให้เหมาะสม 5) วิธีการปฏิบัติงานมากเกินไปจนความจำเป็นหรือมีการทำงานซ้ำซ้อน 6) ขาดหรือมีความผิดพลาดด้านการสื่อสารระหว่างผู้ที่เกี่ยวข้องระหว่างปฏิบัติงาน ด้านวัตถุดิบ 7) แบบฟอร์มหรือเอกสารที่ใช้ไม่เหมาะสมหรือไม่ถูกต้องหรือไม่ครบถ้วน ด้านเครื่องจักร 8) ไม่มีระบบสนับสนุนการปฏิบัติงานรวมถึงการให้บริการ
4. เก็บรวบรวมข้อมูลวิเคราะห์สาเหตุต่างๆ เพื่อกำหนดแนวทางการแก้ไขร่วมกัน พบว่าสาเหตุที่จะดำเนินการแก้ไข คือ ด้านวิธีการ 4) ขั้นตอนการปฏิบัติงานผิดหรือขาดการปรับปรุงให้เหมาะสม 5) วิธีการปฏิบัติงานมากเกินไปจนความจำเป็นหรือมีการทำงานซ้ำซ้อน และ 8) ไม่มีระบบสนับสนุนการปฏิบัติงานรวมถึงการให้บริการ โดยนำเทคนิค ECRS มาดำเนินการปรับปรุงประสิทธิภาพในกระบวนการปฏิบัติงาน



รูปที่ 1 วิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาด้วยผังก้างปลา (Fish Bone Diagram)

5. เปรียบเทียบขั้นตอนการปฏิบัติงานด้วยแผนภูมิกระบวนการไหลก่อนและหลังการปรับปรุง ดังรูปที่ 2 พบว่ามีการใช้เทคนิค ECRS ดังนี้

Combine (การรวมกัน) ได้แก่

1) ขั้นตอนที่ 4 รวมกับ 5 จัดทำและส่งใบเสนอราคาให้ลูกค้า โดยให้พนักงานคนเดียวผู้จัดทำและส่งข้อมูลให้ลูกค้า เวลาลดลง 5 นาที

2) ขั้นตอนที่ 11 รวบรวมตัวอย่าง/ชิ้นงานส่งห้อง Lab.รวมกับ 12 นำส่งตัวอย่าง/ชิ้นงานไปห้อง Lab. กำหนดรอบการส่งใหม่ให้ชัดเจน เวลาลดลง 5 นาที

3) ขั้นตอนที่ 13 รับรายงานผลการทดสอบจากห้อง Lab. รวมกับ 14 ตรวจสอบความถูกต้องตามที่ลูกค้าแจ้งความจำนง โดยให้พนักงานคนเดียวรับและตรวจสอบภายในขั้นตอนเดียว เวลาลดลง 0 นาที

Simplify (การทำให้ง่ายขึ้น) ได้แก่

1) ขั้นตอนที่ 1 รับความต้องการจากลูกค้า เพิ่มระบบสนับสนุนการปฏิบัติงานรวมถึงการให้บริการ โดยเพิ่มการรับข้อมูลทางอีเมล และแอปพลิเคชันไลน์ ส่งผลให้เวลาลดลง 10 นาที

2) ขั้นตอนที่ 7 รับใบนำส่ง+ตัวอย่าง/ชิ้นงาน/เครื่องมือจากลูกค้า ให้ลูกค้าเตรียมเอกสารมาแนบมาด้วย ไม่ต้องค้นหาเอกสาร เวลาลดลง 5 นาที

3) ขั้นตอนที่ 8 บันทึกข้อมูลในระบบฐานข้อมูลงานบริการอุตสาหกรรม โดยอัปเดตข้อมูลลูกค้าเพื่อให้ง่ายต่อการสืบค้นข้อมูล เวลาลดลง 5 นาที

4) ขั้นตอนที่ 10 นำส่งเงิน/หลักฐานการชำระเงินให้ฝ่ายการเงินเพื่อออกใบเสร็จรับเงิน มีระบบใหม่ (D365) ใช้การออกใบเสร็จโดยดึงข้อมูลจากใบแจ้งหนี้ เวลาลดลง 5 นาที

5) ขั้นตอนที่ 15 จัดพิมพ์ผลการทดสอบลงกระดาษผลการทดสอบ โดยสร้างแบบฟอร์มของแต่ละงานเตรียมไว้ เวลาลดลง 5 นาที

	(นาที)		(นาที)
1. รับความต้องการจากลูกค้า (หน้าเคาน์เตอร์/โทรศัพท์)	15	1. รับความต้องการจากลูกค้า (หน้าเคาน์เตอร์/โทรศัพท์/อีเมล/ไลน์)	5
2. ตรวจสอบราคาจาก Price List	3	2. ตรวจสอบราคาจาก Price List	3
3. กรณีไม่มีใน Price List สอบถามห้อง Lab.(โทรศัพท์)	-	3. กรณีไม่มีใน Price List สอบถามห้อง Lab.(โทรศัพท์)	-
4. จัดทำใบเสนอราคา	15	4. จัดทำและส่งใบเสนอราคาให้ลูกค้า	10
5. ส่งใบเสนอราคาให้ลูกค้า	-	5. รอ การตอบยืนยันขอรับบริการจากลูกค้า	-
6. รอ การตอบยืนยันขอรับบริการจากลูกค้า	-	6. รับใบนำส่ง+ตัวอย่าง/ชิ้นงาน/เครื่องมือจากลูกค้า	5
7. รับใบนำส่งตัวอย่าง/ชิ้นงาน	10	7. บันทึกข้อมูลในระบบฐานข้อมูลงานบริการอุตสาหกรรม สวท.	10
8. บันทึกข้อมูลในระบบฐานข้อมูลงานบริการ สวท.	15	8. รับชำระเงินค่าบริการ	5
9. รับชำระเงินค่าบริการ	5	9. นำส่งเงิน/หลักฐานการชำระเงินให้ฝ่ายการเงินเพื่อออกใบเสร็จรับเงิน	5
10. ออกใบเสร็จรับเงิน	10	10. รวบรวมตัวอย่าง/ชิ้นงานให้เจ้าหน้าที่นำส่งห้อง Lab.	10
11. รวบรวมตัวอย่าง/ชิ้นงานส่งห้อง Lab.	15	11. รับผลทดสอบและตรวจสอบความถูกต้องตามที่ลูกค้าแจ้งความจำนง	5
12. นำส่งตัวอย่าง/ชิ้นงานไปห้อง Lab.	-	12. จัดพิมพ์ผลการทดสอบลงกระดาษผลการทดสอบของ สวท.	10
13. รับรายงานผลการทดสอบจากห้อง Lab.	-	13. ส่งผลทดสอบให้เจ้าหน้าที่นำส่งห้อง Lab. เพื่อให้ผู้ทดสอบลงนาม	
14. ตรวจสอบความถูกต้องตามที่ลูกค้าแจ้งความจำนง	5	14. เสนอ ผอ.สวท.ลงนาม	
15. จัดหน้ากระดาษ พร้อมพิมพ์ผลการทดสอบ	15	15. Scan ผลทดสอบ และจัดเก็บลงฐานข้อมูลของระบบ สวท.	5
16. ส่งผลทดสอบไปยังห้อง Lab เพื่อให้ผู้ทดสอบลงนาม		16. จัดเตรียมส่งคืนตัวอย่าง/ชิ้นงานเมื่อเสร็จสิ้นงาน	5
17. เสนอ ผอ.สวท.ลงนาม		17. แจ้งให้ลูกค้ามารับผลทดสอบ	5
18. Scan ผลทดสอบรอจัดเก็บลงฐานข้อมูล	5	18. รอ ลูกค้ามารับผลทดสอบและตัวอย่าง/ชิ้นงานคืน	
19. จัดเตรียมส่งคืนตัวอย่าง/ชิ้นงานเมื่อเสร็จสิ้นงาน	5	19. บันทึกการปิดงานในระบบงานบริการอุตสาหกรรม สวท.	5
20. แจ้งให้ลูกค้ามารับผลทดสอบ	5		
21. ส่งผลทดสอบและตัวอย่าง/ชิ้นงานคืนลูกค้า			
22. ปิดงานในระบบและจัดเก็บผลการทดสอบลงในระบบฐานข้อมูลงานบริการ สวท.	5		

รูปที่ 2 แผนภูมิกระบวนการไหล (Flow Process Chart) ก่อน-หลังการปรับปรุง

6) เปรียบเทียบผลการวิจัยก่อนและหลังการปรับปรุง จากตารางที่ 1 พบว่า ขั้นตอนการให้บริการงานทดสอบด้านอุตสาหกรรมก่อนการปรับปรุงมีทั้งหมด 22 ขั้นตอน หลังการปรับปรุง 19 ขั้นตอน ลดลง 3 ขั้นตอน คิดเป็น 13.64% เวลารวมก่อนการปรับปรุง 128 นาที หลังการปรับปรุง 88 นาที ลดลง 40 นาที คิดเป็น 31.25% และประสิทธิภาพการให้บริการก่อนการปรับปรุง 0.78% หลังการปรับปรุง 1.14% เพิ่มขึ้น 0.36% คิดเป็น 46.15%

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบผลการวิจัยก่อนและหลังการปรับปรุง

ประเด็นเปรียบเทียบ	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ผลต่าง	ผลต่าง %
1. จำนวนขั้นตอน (ขั้นตอน)	22	19	3	13.64
2. ระยะเวลา (นาที)	128	88	40	31.25
3. ประสิทธิภาพ (%)	0.78	1.14	0.36	46.15

4. สรุป

การปรับปรุงประสิทธิภาพในการรับงานบริการอุตสาหกรรมด้วยเทคนิค ECRS โดยวิเคราะห์แนวทางการพัฒนาด้วยวิธีการระดมสมอง วิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาพร้อมกันด้วยผังก้างปลา สรุปสาเหตุที่จะดำเนินการแก้ไข คือ ขั้นตอนการปฏิบัติงานผิดหรือขาดการปรับปรุงให้เหมาะสม วิธีการปฏิบัติงานมากเกินไปจนเกิดความจำเป็นหรือมีการทำงานซ้ำซ้อน และไม่มีระบบสนับสนุนการปฏิบัติงานรวมถึงการให้บริการ นำเทคนิค ECRS มาดำเนินการปรับปรุงกระบวนการปฏิบัติงาน ได้แก่ การรวมกันและการทำให้ง่ายขึ้น ส่งผลให้ก่อนการปรับปรุงกระบวนการให้บริการงานทดสอบด้านอุตสาหกรรมมีทั้งหมด 22 ขั้นตอน เวลารวม 128 นาที หลังการทดลองลดลงเหลือ 19 ขั้นตอน เวลารวม 88 นาที ประสิทธิภาพการให้บริการเพิ่มขึ้น 46.15%

5. กิตติกรรมประกาศ

การดำเนินการวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ซึ่งเกิดจากการให้การสนับสนุนจากสำนักวิจัยและบริการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ทั้งในเรื่องของข้อมูล บุคลากร รวมถึงอุปกรณ์สำนักงานต่างๆ และขอขอบพระคุณศูนย์พัฒนาผลิตภาพอุตสาหกรรม สำนักวิจัยและบริการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีที่ให้การส่งเสริม สนับสนุน และเปิดโอกาสให้บุคลากรได้สร้างสรรค์ผลงานวิจัยที่มีประโยชน์ต่อภาคอุตสาหกรรมและสร้างศักยภาพในการแข่งขันของประเทศ

6. เอกสารอ้างอิง

- จิตราภา รักษา และ ศุภรัชชัย วรรัตน. 2564. การปรับปรุงและลดเวลากระบวนการทำงาน กรณีศึกษา เฟอร์นิเจอร์นำเข้าจากต่างประเทศ. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการจัดการทางวิศวกรรม. มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต.
- ชาญศิษฐ์ โตอรุณ. 2559. การปรับปรุงกระบวนการทำงานด้านเอกสารของกองอาคารสถานที่ มหาวิทยาลัยหอการค้าไทยด้วยระบบสารสนเทศ. วิทยานิพนธ์บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย.
- ประเสริฐ อัครประถมพงศ์. 2552. การลดความสูญเสียเปล่า ด้วยหลักการ ECRS. ค้นวันที่ 28 กันยายน 2565 จาก <https://cpico.wordpress.com>.
- ลัดดาวัลย์ นันทจินดา. 2553. การประยุกต์ ECRS กับบริษัทขนส่งระบบ Milk run กรณีศึกษา บริษัท ABC Transport จำกัด. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน คณะโลจิสติกส์. มหาวิทยาลัยบูรพา.
- T Gopalakrishnan and R Saravanan. 2016. Cast Off expansion plan by rapid improvement through Optimization tool design, Tool Parameters and using Six Sigma's ECRS Technique. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Volume 183, International Conference on Emerging Trends in Engineering Research 20–21 October 2016, Chennai, India.

การปรับปรุงประสิทธิภาพการตัดเย็บเสื้อผ้าด้วยเทคนิค ECRS

Improving the Efficiency of Garment Tailor by ECRS Technique

พิมพร เทศแก้ว¹ และ สิทธิชัย แก้วเกือกูล²

Pimporn Thaetkaw¹ and Sittichai Kaewkuekool²

^{1*} ศูนย์พัฒนาผลิตภาพอุตสาหกรรม สำนักวิจัยและบริการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

² ภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

^{1*} Center for Industrial Productivity Development, Institute for Scientific and Technological Research and Services, KMUTT

² Department of Production Technology Education Faculty of Industrial Education and Technology, KMUTT

e-mail : pimporn.tha@kmutt.ac.th หมายเลขโทรศัพท์ 099-1949626

บทคัดย่อ

การปรับปรุงประสิทธิภาพในการปรับปรุงประสิทธิภาพการตัดเย็บเสื้อผ้า ด้วยเทคนิค ECRS มีวัตถุประสงค์เพื่อมุ่งเน้นการลดขั้นตอนและเวลาในการปฏิบัติงาน ดำเนินการวิจัยโดยศึกษาและเก็บข้อมูลกระบวนการให้บริการในปัจจุบันด้วยแผนภูมิกระบวนการไหลวิเคราะห์แนวทางการปรับปรุงด้วยวิธีการระดมสมอง วิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาพร้อมกันด้วยผังก้างปลา สรุปสาเหตุที่ดำเนินการแก้ไข คือ ขั้นตอนการปฏิบัติงานผิดหรือขาดการปรับปรุงให้เหมาะสมและไม่มีแบบหรือมาตรฐานการตัดเย็บ นำเทคนิค ECRS มาดำเนินการปรับปรุงกระบวนการปฏิบัติงาน ได้แก่ การกำจัด การรวมกัน และการทำให้ง่ายขึ้น ส่งผลให้กระบวนการตัดเย็บเสื้อยูนิฟอร์มก่อนการปรับปรุงมีทั้งหมด 30 ขั้นตอน หลังการปรับปรุง 23 ขั้นตอน ลดลง 7 ขั้นตอน คิดเป็นร้อยละ 23.33 เวลารวมก่อนการปรับปรุง 56.35 นาที หลังการปรับปรุง 53.72 นาที ลดลง 2.63 นาที คิดเป็นร้อยละ 4.67 และประสิทธิภาพการตัดเย็บเสื้อยูนิฟอร์มเพิ่มขึ้นร้อยละ 5.08

คำสำคัญ: การตัดเย็บเสื้อผ้า ประสิทธิภาพ ECRS เทคนิค

Abstract

Efficiency Improvement of garment tailor by ECRS technique aims to focus on reducing steps and operating time. Conduct research by studying and collecting data on current service processes with flow process charts, analyzing improvement methods by brainstorming methods. Analyze the cause of common problems with a fishbone diagram. In summary, the cause of corrective action is that the operating procedures are wrong or lack optimization and there are no patterns or sewing standards. ECRS techniques are used to improve the operating processes, namely elimination, integration and simplification. Resulting in a total of 30 steps in sewing uniforms before improvement 23 steps after improvement a decrease of 7 steps representing 23.33%, total time before improvement 56.35 minutes after improvement 53.72 minutes a decrease of 2.63 minutes, representing 4.67 % and the efficiency of sewing uniforms increased by 5.08%.

Keywords: garment tailor, efficiency and ECRS Technique

1. บทนำ

บริษัท แซมดีไซน์ ยูนิฟอร์ม แฟคทอรี จำกัด เดิมมีชื่อร้านว่า พลดีไซน์ เริ่มต้นธุรกิจในปี พ.ศ. ๒๕๓๐ โดยประกอบธุรกิจรับจ้างตัดเย็บเสื้อผ้าในชุมชนตลาดหนองมนชลบุรี ต่อมาได้ขยายกิจการให้ครบวงจร เพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้าในด้านยูนิฟอร์มครบวงจร นำเทคโนโลยีด้านเครื่องนุ่งห่มระดับโลกเข้ามาควบคุมระบบการผลิต ตั้งแต่ออกแบบ ตัด เย็บ ปัก สกรีน และเน้นการผลิตแบบครบวงจรภายในโรงงานตามความต้องการของลูกค้า แต่เนื่องด้วยปัจจุบันสภาพเศรษฐกิจโลกมีการชะลอตัวเนื่องจากการแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 จึงส่งผลกระทบต่อผลประกอบการที่มีแนวโน้มลดลงและมีการแข่งขันในธุรกิจประเภทเดียวกันที่สูงขึ้น บริษัทฯ จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาเกี่ยวกับการผลิตให้รวดเร็วเป็นที่พึงพอใจของลูกค้า ลดต้นทุนในการผลิต โดยมุ่งเน้นการปรับปรุงประสิทธิภาพการตัดเย็บเสื้อผ้า โดยลดขั้นตอนและเวลาในการปฏิบัติงานด้วยเทคนิค ECRS เป็นหลักการที่ประกอบด้วยกำจัด (Eliminate) การรวมกัน (Combine) การจัดใหม่ (Rearrange) และการทำให้ง่ายขึ้น (Simplify) ซึ่งเป็นหลักการง่ายๆ ที่สามารถใช้ในการเริ่มต้นลดความสูญเปล่าได้อย่างมีประสิทธิภาพ และใช้หลักการทางด้านวิศวกรรมอุตสาหกรรม (IE Technique) สำหรับการดำเนินการวิจัยด้วย ได้แก่ ผังก้างปลา (Fish Bone Diagram) แผนภูมิกระบวนการไหล (Flow Process Chart) และวิธีการระดมสมอง (Brainstorming)

2. วิธีการทดลองหรือวิธีการศึกษา

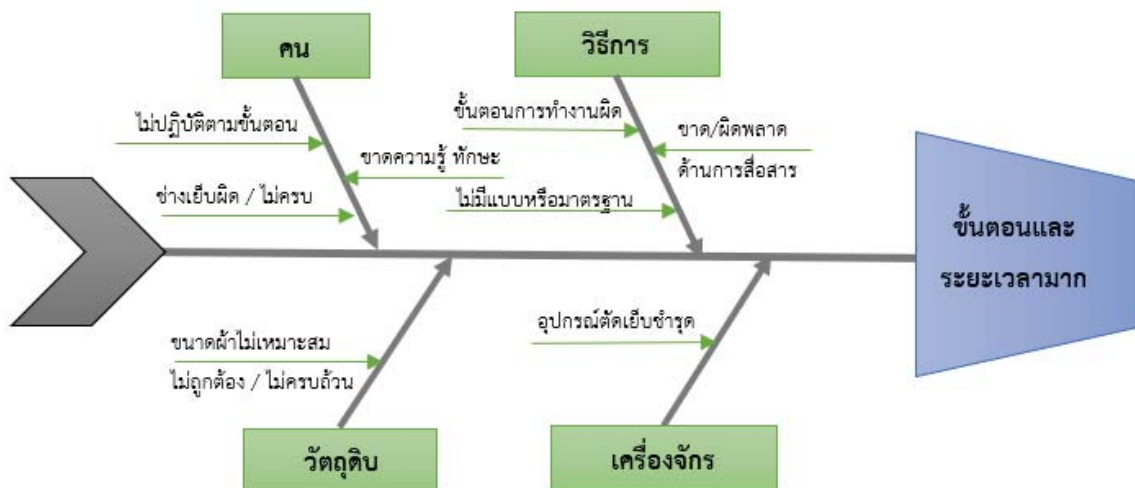
การดำเนินการวิจัยปรับปรุงประสิทธิภาพการตัดเย็บเสื้อผ้า ด้วยเทคนิค ECRS มีวิธีการดำเนินการทดลองดังนี้

1. ศึกษาและเก็บข้อมูลกระบวนการให้บริการในปัจจุบันด้วยแผนภูมิกระบวนการไหล (Flow process charts)
2. วิเคราะห์แนวทางการปรับปรุงและกำหนดปัญหาด้วยวิธีการระดมสมอง (Brainstorming)
3. วิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาร่วมกันด้วยผังก้างปลา (Fish Bone Diagram)
4. เก็บรวบรวมข้อมูลวิเคราะห์สาเหตุต่าง ๆ เพื่อกำหนดแนวทางการแก้ไขร่วมกัน ด้วยเทคนิค ECRS
5. เปรียบเทียบขั้นตอนการปฏิบัติงานด้วยแผนภูมิกระบวนการไหล (Flow Process Chart) ก่อนและหลังการปรับปรุง
6. เปรียบเทียบผลการดำเนินการปรับปรุงก่อนและหลังการดำเนินการวิจัย

3. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

การดำเนินการวิจัยปรับปรุงประสิทธิภาพการตัดเย็บเสื้อผ้า ด้วยเทคนิค ECRS มีผลการศึกษา ดังนี้

1. ศึกษาและเก็บข้อมูลกระบวนการให้บริการในปัจจุบันด้วยแผนภูมิกระบวนการไหล พบว่า ปัจจุบันกระบวนการตัดเย็บเสื้อยูนิฟอร์มมีทั้งหมด 30 ขั้นตอน เวลารวม 3,381 วินาที หรือ 56.35 นาที
2. วิเคราะห์แนวทางการปรับปรุงและกำหนดปัญหาด้วยวิธีการระดมสมอง ร่วมกันระหว่างผู้บริการ ผู้ปฏิบัติงานและผู้ที่เกี่ยวข้อง พบว่า ปัจจุบันกระบวนการตัดเย็บเสื้อยูนิฟอร์มมีขั้นตอนและระยะเวลาที่เกี่ยวข้อ พบว่า ปัจจุบันกระบวนการตัดเย็บเสื้อยูนิฟอร์มมีขั้นตอนและระยะเวลาที่เกี่ยวข้อ พบว่า ปัจจุบันกระบวนการตัดเย็บเสื้อยูนิฟอร์มมีขั้นตอนและระยะเวลาที่เกี่ยวข้อ
3. นำปัญหาขั้นตอนและระยะเวลาที่เกี่ยวข้อมาวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาร่วมกันด้วยผังก้างปลา ดังรูปที่ 1 พบว่าสาเหตุของปัญหามี 4 ด้าน รวม 8 ข้อ ได้แก่ ด้านคน 1) ไม่ปฏิบัติตามขั้นตอน 2) ช่างเย็บผิดหรือไม่ครบ 3) ช่างขาดความรู้และทักษะในการปฏิบัติงาน ด้านวิธีการ 4) ขั้นตอนการปฏิบัติงานผิดหรือขาดการปรับปรุงให้เหมาะสม 5) ไม่มีแบบหรือมาตรฐานการตัดเย็บ 6) ขาดหรือมีความผิดพลาดด้านการสื่อสารระหว่างผู้ที่เกี่ยวข้องระหว่างปฏิบัติงาน ด้านวัตถุดิบ 7) ขนาดผ้าที่ใช้ไม่เหมาะสมหรือไม่ถูกต้องหรือไม่ครบถ้วน ด้านเครื่องจักร 8) อุปกรณ์ตัดเย็บชำรุด
4. เก็บรวบรวมข้อมูลวิเคราะห์สาเหตุต่าง ๆ เพื่อกำหนดแนวทางการแก้ไขร่วมกัน พบว่าสาเหตุที่จะดำเนินการแก้ไข คือ ด้านวิธีการ 4) ขั้นตอนการปฏิบัติงานผิดหรือขาดการปรับปรุงให้เหมาะสม 5) ไม่มีแบบหรือมาตรฐานการตัดเย็บโดยนำเทคนิค ECRS มาดำเนินการปรับปรุงประสิทธิภาพในกระบวนการปฏิบัติงาน



รูปที่ 1 วิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาด้วยผังก้างปลา (Fish Bone Diagram)

5. เปรียบเทียบขั้นตอนการปฏิบัติงานด้วยแผนภูมิกระบวนการไหลก่อนและหลังการปรับปรุง ดังรูปที่ 2 พบว่ามีการใช้เทคนิค ECRS ดังนี้

Eliminate (การกำจัด) ได้แก่ กำจัดขั้นตอนที่ 2, 4, 6, 8 และ 10 โดยการจัดทำมาตรฐานผ้าให้พอดี ไม่ต้องตัดแต่ง

Combine (การรวมกัน) ได้แก่ รวมขั้นตอนที่ 1 และ 7, 3 และ 5 เนื่องจากรูปร่างผ้าใกล้เคียงกัน และวางด้วยกันได้พอดีหน้าเตารีด สามารถรีดภายในครั้งเดียวกันได้

Simplify (การทำให้ง่ายขึ้น) ได้แก่ การสร้างแบบสำหรับแต่ละขนาดเสื้อให้กับแผนกตัด เพื่อสนับสนุนการกำจัดขั้นตอนการตัดตกแต่ง และสามารถลดการใช้ผ้าได้ ดังตารางที่ 1 จากตารางพบว่า หลังจากการปรับลดขนาดของผ้าที่ใช้ในการเย็บ

ให้พอดีกับแต่ละขนาดเสื้อ (ขนาด S, M, L, XL, และ XXL อย่างละ 1 ตัว ทั้งหมด 5 ตัว) พบว่าสามารถลดปริมาณผ้าได้ จากเดิม 11.80 หลา/5 ตัว ลดลงเหลือ 10 หลา/5 ตัว คิดเป็นร้อยละ 10.58

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบผลการลดความสูญเสียในวงจรการผลิต ก่อน - หลัง การปรับปรุง

ประเด็นเปรียบเทียบ	ก่อนปรับปรุง (หลา/ตัว)	หลังปรับปรุง (หลา/ตัว)	ผลต่าง (ร้อยละ)
เสื้อขนาด S	2.10	1.85	11.90
เสื้อขนาด M	2.20	1.95	11.36
เสื้อขนาด L	2.40	2.15	10.42
เสื้อขนาด XL	2.50	2.25	10.00
เสื้อขนาด XXL	2.60	2.35	9.62
รวม (อย่างละ 1 ตัว ทั้งหมด 5 ตัว)	11.80	10.55	10.58

กระบวนการก่อนการปรับปรุง		
ขั้นตอน	กระบวนการ	เวลา (วินาที)
1	รีดปกเชิ้ต	60
2	ตัดชิ้นรูปปกเชิ้ต	20
3	รีดผากะเป่า	30
4	ตัดชิ้นรูปผากะเป่า	11
5	รีดกระเป๋านำอก	60
6	ตัดชิ้นรูปกระเป๋านำอก	36
7	รีดข้อมือ	20
8	ตัดชิ้นรูปข้อมือ	18
9	รีดสาบแขน+รีดกระเป่าแขน	60
10	ตัดชิ้นรูป	23
11	รีดสาบซ่อน	28
12	รีดสาบเจาะกระเป๋าช้าง	28
13	รีดหัวเต่า	18
14	เย็บปกเชิ้ต	342
15	เย็บผากะเป่า	115
16	เย็บปากกระเป่า+เย็บกระเป่าเจาะหน้าต่าง	191
17	เย็บข้อมือ	140
18	เย็บหัวเต่า	129
19	โฟ้งสาบเจาะเป่าหน้า+โผ้งเป่าป็น	116
20	แปะประเป่าอก+ติดผ้า+ต่อชิ้นหน้าตรงตัดต่อบน	224
21	โผ้งชิ้นหน้าตรงตัดต่อ+กดทับเส้นคู่	90
22	รีดสาบหน้า	34
23	แปะเป่าเจาะข้าง	151
24	เจาะเป่าข้าง+แปะผากะเป่าลับ	504
25	เย็บสาบหน้าต่อสาบซ่อน	141
26	ต่อบ่า+ทับเส้นบ่าเส้นคู่	67
27	ต่อแขน+โผ้งแขนโผ้งเข้าข้าง+เย็บเข้าข้าง	253
28	เข้าข้อมือ+กดข้อมือ	222
29	เข้าปก+กดปก	160
30	เย็บชายเสื้อ	90
	รวม (วินาที)	3,381
	รวม (นาที)	56.35

กระบวนการหลังการปรับปรุง		
ขั้นตอน	กระบวนการ	เวลา (วินาที)
1	รีดปกเชิ้ต+รีดข้อมือ	60
2	รีดผากะเป่า+รีดกระเป๋านำอก	60
3	รีดสาบแขน+รีดกระเป่าแขน	60
4	รีดสาบซ่อน	28
5	รีดสาบเจาะกระเป๋าช้าง	28
6	รีดหัวเต่า	18
7	เย็บปกเชิ้ต	342
8	เย็บผากะเป่า	115
9	เย็บปากกระเป่า+เย็บกระเป่าเจาะหน้าต่าง	191
10	เย็บข้อมือ	140
11	เย็บหัวเต่า	129
12	โผ้งสาบเจาะเป่าหน้า+โผ้งเป่าป็น	116
13	แปะประเป่าอก+ติดผ้า+ต่อชิ้นหน้าตรงตัดต่อบน	224
14	โผ้งชิ้นหน้าตรงตัดต่อ+กดทับเส้นคู่	90
15	รีดสาบหน้า	34
16	แปะเป่าเจาะข้าง	151
17	เจาะเป่าข้าง+แปะผากะเป่าลับ	504
18	เย็บสาบหน้าต่อสาบซ่อน	141
19	ต่อบ่า+ทับเส้นบ่าเส้นคู่	67
20	ต่อแขน+โผ้งแขนโผ้งเข้าข้าง+เย็บเข้าข้าง	253
21	เข้าข้อมือ+กดข้อมือ	222
22	เข้าปก+กดปก	160
23	เย็บชายเสื้อ	90
	รวม (วินาที)	3,223
	รวม (นาที)	53.72

รูปที่ 2 แผนภูมิกระบวนการไหล (Flow Process Chart) ก่อน-หลังการปรับปรุง

6) เปรียบเทียบผลการวิจัยก่อนและหลังการปรับปรุง จากตารางที่ 2 พบว่า ขั้นตอนการตัดเย็บเสื้อยูนิฟอร์มก่อนการปรับปรุงมีทั้งหมด 30 ขั้นตอน หลังการปรับปรุง 23 ขั้นตอน ลดลง 7 ขั้นตอน คิดเป็นร้อยละ 23.33 เวลารวมก่อนการปรับปรุง 56.35 นาที หลังการปรับปรุง 53.72 นาที ลดลง 2.63 นาที คิดเป็นร้อยละ 4.67 และประสิทธิภาพการตัดเย็บเสื้อยูนิฟอร์มก่อนการปรับปรุงร้อยละ 1.77 หลังการปรับปรุงร้อยละ 1.86 เพิ่มขึ้นร้อยละ 0.09 คิดเป็นร้อยละ 5.08

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบผลการวิจัยก่อนและหลังการปรับปรุง

ประเด็นเปรียบเทียบ	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ผลต่าง	ผลต่าง (ร้อยละ)
1. จำนวนขั้นตอน (ขั้นตอน)	30	23	7	23.33
2. ระยะเวลา (นาที)	56.35	53.72	2.63	4.67
3. ประสิทธิภาพ (ร้อยละ)	1.77	1.86	0.09	5.08

4. สรุป

การปรับปรุงประสิทธิภาพในปรับปรุงประสิทธิภาพการตัดเย็บเสื้อผ้า ด้วยเทคนิค ECRS โดยวิเคราะห์แนวทางการพัฒนาด้วยวิธีการระดมสมอง วิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาร่วมกันด้วยผังก้างปลา สรุปสาเหตุที่จะดำเนินการแก้ไข คือ ขั้นตอนการปฏิบัติงานผิดหรือขาดการปรับปรุงให้เหมาะสมและไม่มีแบบหรือมาตรฐานการตัดเย็บ นำเทคนิค ECRS มาดำเนินการปรับปรุงกระบวนการปฏิบัติงาน ได้แก่ การกำจัด การรวมกัน และการทำให้ง่ายขึ้น ส่งผลให้กระบวนการตัดเย็บเสื้อยูนิฟอร์มก่อนการปรับปรุงมีทั้งหมด 30 ขั้นตอน หลังการปรับปรุง 23 ขั้นตอน ลดลง 7 ขั้นตอน คิดเป็นร้อยละ 23.33 เวลารวมก่อนการปรับปรุง 56.35 นาที หลังการปรับปรุง 53.72 นาที ลดลง 2.63 นาที คิดเป็นร้อยละ 4.67 และประสิทธิภาพการตัดเย็บเสื้อยูนิฟอร์มเพิ่มขึ้นร้อยละ 5.08

5. กิตติกรรมประกาศ

การดำเนินการวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ซึ่งเกิดจากการให้การสนับสนุนจากบริษัท แซมดีไซน์ ยูนิฟอร์ม แพคทอรี จำกัด ทั้งในเรื่องของข้อมูล บุคลากร รวมถึงอุปกรณ์ต่าง ๆ และขอขอบพระคุณศูนย์พัฒนาผลิตภาพอุตสาหกรรม สำนักวิจัยและบริการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีที่ให้การส่งเสริม สนับสนุน และเปิดโอกาสให้บุคลากรได้สร้างสรรค์ผลงานวิจัยที่มีประโยชน์ต่อภาคอุตสาหกรรมและสร้างศักยภาพในการแข่งขันของประเทศ

6. เอกสารอ้างอิง

- จิตราภา รักษา และ สุภรัชชัย วรรัตน์. 2564. การปรับปรุงและลดเวลากระบวนการทำงาน กรณีศึกษา เฟอร์นิเจอร์นำเข้าจากต่างประเทศ. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการจัดการทางวิศวกรรม. มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต.
- ชาณศิษฐ์ ไตรอรุณ. 2559. การปรับปรุงกระบวนการทำงานด้านเอกสารของกองอาคารสถานที่ มหาวิทยาลัยหอการค้าไทยด้วยระบบสารสนเทศ. วิทยานิพนธ์บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย.
- ประเสริฐ อัครประถมพงศ์. 2552. การลดความสูญเปล่า ด้วยหลักการ ECRS. ค้นวันที่ 28 กันยายน 2565 จาก <https://cpico.wordpress.com>.
- ลัดดาวัลย์ นันทจินดา. 2553. การประยุกต์ ECRS กับบริษัทขนส่งระบบ Milk run กรณีศึกษา บริษัท ABC Transport จำกัด. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน คณะโลจิสติกส์. มหาวิทยาลัยบูรพา.
- T Gopalakrishnan and R Saravanan. 2016. Cast Off expansion plan by rapid improvement through Optimization tool design, Tool Parameters and using Six Sigma's ECRS Technique. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Volume 183, International Conference on Emerging Trends in Engineering Research 20–21 October 2016, Chennai, India.

การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อบริหารจัดการการเรียนโรงเรียนสามัคคีอิสลามวิทยา อำเภอควนกาหลง จังหวัดสตูล

An Information System Development for Study Management Samakkee Islam Wittaya School Khuan Kalong District, Satun

มารีญา ต่อลิ๊ะ จูตีมา เทพญา และ มูฮัมหมัดสุไฮมี ยานยา

สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการจัดการ คณะวิทยาการสื่อสาร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
email : 6220610016@email.psu.ac.th, ihitima.t@psu.ac.th, muhammadsuhaimi.y@psu.ac.th

บทคัดย่อ

โรงเรียนสามัคคีอิสลามวิทยาเป็นโรงเรียนที่จัดอยู่ในการศึกษาขั้นพื้นฐาน ประกอบด้วยระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น และมัธยมศึกษาตอนปลาย เนื่องจากเป็นโรงเรียนขนาดกลางที่มุ่งเน้นวิชาการและกิจกรรมการเรียนการสอนเป็นอย่างมาก ซึ่งการบริหารจัดการการเรียนของโรงเรียนสามัคคีอิสลามวิทยาจากเดิมมีการจัดเก็บข้อมูลในกระดาษ ทำให้ไม่มีการป้องกันการสูญหายของข้อมูล อีกทั้งยากต่อการค้นหาข้อมูลเพื่อนำไปใช้วางแผนหรือบริหารจัดการงานต่างๆ ได้ งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบสารสนเทศสำหรับใช้ในการบริหารจัดการการเรียนโรงเรียนสามัคคีอิสลามวิทยาเพื่อตอบสนองความต้องการบุคลากร ครู นักเรียน ผู้ปกครองและเพื่อประเมินความเหมาะสมต่อการใช้งานระบบสารสนเทศดังกล่าว เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาระบบสารสนเทศคือ Bootstrap Framework และใช้โปรแกรมจัดการฐานข้อมูล MySQL การวิจัยเรื่องนี้ได้ดำเนินการตามกระบวนการพัฒนาระบบของ SDLC (System Development Life Cycle) ซึ่งประกอบด้วยกระบวนการรวบรวมความต้องการ การวิเคราะห์และออกแบบระบบ การพัฒนา การตรวจสอบและการประเมินระบบสารสนเทศ ผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลโดยค้นหารายละเอียดจากเอกสารและสัมภาษณ์บุคลากรครูภายในโรงเรียนและผู้ปกครอง จากนั้นนำข้อมูลมาวิเคราะห์และออกแบบเพื่อพัฒนาระบบสารสนเทศสำหรับบริหารจัดการกระบวนการต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการเรียน โดยการทำงานของระบบจะเป็นการบันทึกข้อมูลกิจกรรมในแต่ละด้านของนักเรียน ผู้ใช้ระบบสามารถสืบค้นและแสดงรายละเอียดของสารสนเทศดังกล่าวซึ่งช่วยลดขั้นตอนการปฏิบัติงาน อีกทั้งยังช่วยให้กระบวนการทำงานมีความสะดวกรวดเร็วขึ้น จากการประเมินภาพรวมการใช้งานของระบบสารสนเทศนี้จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คนพบว่าด้านการออกแบบและการทำงานของแอปพลิเคชันอยู่ในระดับดี

คำสำคัญ: ระบบสารสนเทศ การพัฒนาระบบสารสนเทศ บริหารจัดการโรงเรียน

Abstract

The Samakki Islam Wittaya School is a basic education institution. There are two levels: lower secondary and upper secondary. because of the medium-sized institution's strong emphasis on academics and instructional activities. Initially, the Samakki Islam Wittaya School's learning management system was only able to store data on paper, which provided no security against data loss. Finding data to plan or manage various tasks is also challenging. The purpose of this study is to develop a learning management information system for Samakki Islam Wittaya School that will fulfill the demands of the teachers and students while also evaluating the appropriateness of their use. The Bootstrap Framework and MySQL database management program are the tools used in the process of constructing information systems, which includes the requirements analysis, system analysis and design, development, auditing, and assessment of information systems processes. The researcher gathered information by looking up specifics in documents and conducting parent and teacher interviews. The data will then be examined and put to use in the development of an information system to manage various learning-related processes. The system will keep a record of the student's activity in every area. Users of the system have the ability to search for and show specifics of this information, which helps simplify operational processes. Additionally, it makes the working process easier and more convenient. The overall evaluation of the use of this system from five experts shows that the application design and application operation are at good level.

Keywords: Information system, Information system development, School management

1. บทนำ

1.1 หลักการและเหตุผล

เทรนด์ของการเข้าสู่ยุคเศรษฐกิจและสังคมดิจิทัลในปัจจุบันมีความเข้มข้นขึ้นซึ่งจะเห็นได้จากการทำกิจกรรมต่างๆ ทั้งหน่วยงานภาครัฐ ภาคเอกชน ล้วนต้องพึ่งพาเทคโนโลยีดิจิทัลแทบทั้งสิ้น จึงปฏิเสธไม่ได้ว่าเทคโนโลยีดิจิทัลไม่ได้เป็นเพียงเครื่องมือที่สนับสนุนการทำงานเช่นที่ผ่านมาอีกต่อไป การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างรูปแบบกิจกรรมทางเศรษฐกิจ กระบวนการผลิต การค้า การบริการและกระบวนการทางสังคมอื่นๆ รวมทั้งปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคลไปอย่างสิ้นเชิง ประเทศไทยจึงต้องเร่งนำเทคโนโลยีดิจิทัลมาใช้เป็นเครื่องมือสำคัญในการขับเคลื่อนการพัฒนาประเทศ ซึ่งเทคโนโลยีดิจิทัลสามารถตอบปัญหาความท้าทายที่ประเทศเผชิญอยู่หรือเพิ่มโอกาสในการพัฒนาทางเศรษฐกิจและสังคมได้ (กระทรวง เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร, 2559) ปัจจัยสำคัญในการสร้างความมั่นคงทางเศรษฐกิจและเพิ่มความสามารถในการแข่งขันระดับนานาชาติยืนยันทันเป็นเครื่องมือเพิ่มศักยภาพให้กับประเทศที่เป็นผู้นำในด้านต่างๆ อีกทั้งบทบาทสำคัญของเทคโนโลยีสมัยใหม่เป็นปัจจัยหนึ่งในการพัฒนาและยกระดับคุณภาพ การศึกษา การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการศึกษาจึงมีความสำคัญต่อการพัฒนาประเทศ ส่งเสริมการใช้สื่ออิเล็กทรอนิกส์สร้างโอกาส ความเสมอภาคและความเท่าเทียมทางการศึกษา (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการบริหารจัดการในสถานศึกษาส่วนใหญ่จะนำไปใช้เพื่อการวางแผนต่างๆ และการจัดพิมพ์เอกสาร รวมทั้งการประมวลผลเพื่อจัดระบบการบริหารทั่วไป ได้แก่ การจัดการสารสนเทศและเอกสาร ประชาสัมพันธ์ รวมถึงการสร้างเว็บไซต์เพื่อเผยแพร่ผลงานวิชาการ ได้แก่ การจัดทำตารางสอน การจัดทำผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การจัดทำข้อสอบและสถิติ เป็นต้น (ณัฐพงศ์ แก้วรากมูข, 2563)

การเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีในปัจจุบันและที่กำลังจะเกิดขึ้นในอนาคตมีอัตราการเปลี่ยนแปลงที่รวดเร็วอันส่งผลกระทบต่อการบริหารจัดการสถานศึกษาเป็นอย่างมาก เนื่องจากโรงเรียนสามัคคีอิสลามวิทยาเป็นโรงเรียนขนาดกลางที่จัดอยู่ในการศึกษาขั้นพื้นฐานประกอบด้วยระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นและมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งไม่มีระบบในการช่วยเหลือหรือสนับสนุนให้กับบุคลากรครู รวมถึงมีระบบการทำงานที่มีความยุ่งยากในการค้นหาและการทำรายงาน ทั้งนี้ เพื่อให้สถานศึกษามีความทันสมัย สามารถบริหารจัดการสถานศึกษาได้อย่างมีคุณภาพในหลายๆ ด้าน ไม่ว่าจะเป็นการบริหารงานวิชาการ การจัดการเรียนการสอน การบริหารกิจการนักเรียน ซึ่งล้วนจำเป็นต้องมีระบบจัดการฐานข้อมูลของสถานศึกษาเพื่อสามารถนำไปใช้ในการตัดสินใจของผู้บริหารสถานศึกษาได้

ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงได้นำระบบงานเดิมของโรงเรียนสามัคคีอิสลามวิทยามาวิเคราะห์และเกิดแนวคิดในการพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อบริหารจัดการการเรียนเพื่อตอบสนองความต้องการบุคลากรครู นักเรียน รวมไปถึงผู้ปกครอง ทำให้สามารถติดตามข้อมูลต่างๆ ได้ เช่น ติดตามบันทึกเวลาการเข้า - ออก โรงเรียน ติดตามการเข้าเรียนตามรายวิชา การประเมินของนักเรียน เป็นต้น

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อบริหารจัดการการเรียนโรงเรียนสามัคคีอิสลามวิทยา อำเภอควนกาหลง จังหวัดสตูล
2. เพื่อประเมินความเหมาะสมต่อการใช้งานของระบบสารสนเทศเพื่อบริหารจัดการการเรียนโรงเรียนสามัคคีอิสลามวิทยา อำเภอควนกาหลง จังหวัดสตูล

1.3 ขอบเขตของการพัฒนา

ระบบสารสนเทศเพื่อบริหารจัดการการเรียนโรงเรียนสามัคคีอิสลามวิทยารองรับผู้ใช้งาน 4 กลุ่ม คือ กลุ่มนักเรียน กลุ่มผู้ปกครอง กลุ่มบุคลากรครู และกลุ่มผู้ดูแลระบบ โดยขอบเขตการทำงานของระบบสารสนเทศสำหรับแต่ละกลุ่มมีดังนี้

1.3.1 กลุ่มนักเรียน สามารถเรียกดูและจัดการข้อมูลซึ่งประกอบด้วยข้อมูลของตนเอง การเช็คเข้าเรียนรายวิชาการบ้าน ความประพฤติ ผลการเรียน การประเมิน และการลงเวลา

1.3.2 กลุ่มผู้ปกครอง สามารถเรียกดูข้อมูลของนักเรียนในที่ปกครองของตนเองได้เท่านั้น ซึ่งประกอบด้วยข้อมูลตนเอง และข้อมูลนักเรียนที่ปกครอง การลงเวลา การเช็คเข้าเรียนรายวิชา การบ้าน ความประพฤติ ผลการเรียน และการประเมิน

1.3.3 กลุ่มบุคลากรครู สามารถเรียกดูและจัดการข้อมูลซึ่งประกอบด้วยข้อมูลของตนเอง นักเรียน ชั้นเรียน รายวิชาการลงเวลา การเช็คเข้าเรียนรายวิชา การบ้าน ความประพฤติ การรับสมัครเรียน ผลการเรียน และการประเมิน

1.3.4 กลุ่มผู้ดูแลระบบ สามารถเรียกดูและจัดการข้อมูลในระบบได้ทั้งหมด

1.4 เอกสารที่เกี่ยวข้อง

1.4.1 ระบบสารสนเทศเพื่อการบริหาร (Management information system: MIS) หมายถึง ระบบสารสนเทศที่มีความสอดคล้องกับการบริหารงานของสถานศึกษาและต้องมีคุณภาพ ความถูกต้องครบถ้วนตรงตามความต้องการใช้งาน มีความ

ทันสมัยหรือเป็นปัจจุบันและทันต่อการใช้งาน อีกทั้งผู้บริหารต้องเห็นความสำคัญของระบบสารสนเทศและใช้สารสนเทศเป็นข้อมูลสำคัญในการกำหนดนโยบายหรือการตัดสินใจการวางแผนและการดำเนินงาน (ชญาภรณ์ กุลนิตติ, 2553)

1.4.2 การพัฒนาระบบสารสนเทศ มีการกำหนดขั้นตอนที่เป็นแนวทางในการวิเคราะห์ระบบสารสนเทศให้ตรงกับความต้องการของผู้ใช้งานมากที่สุด ดังนั้น เพื่อหลีกเลี่ยงข้อผิดพลาดที่เกิดจากการวิเคราะห์ระบบงานและสามารถตรวจสอบกระบวนการพัฒนาในแต่ละขั้นได้ จึงได้มีการคิดค้นวงจรการพัฒนาาระบบขึ้นเพื่อตอบสนองความต้องการของนักวิเคราะห์และผู้พัฒนาระบบสารสนเทศที่เรียกว่า วงจรการพัฒนาาระบบงาน (System Development Life Cycle : SDLC) (โอบาส เอี่ยมสิริวงศ์, 2555)

1.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

วุฒิ หล้าจนะนะ (2562) ได้ทำการวิจัยในเรื่อง สภาพการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการบริหารงานโรงเรียนของ ผู้บริหารโรงเรียนเอกชนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาพัทลุง ผลการวิจัยพบว่าผู้บริหารโรงเรียนเอกชนที่มีสถานภาพที่แตกต่างกันด้านอายุ วุฒิการศึกษา ประสบการณ์ในการทำงาน ตำแหน่ง หน้าที่และขนาดโรงเรียน ซึ่งการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศไม่แตกต่างกัน แต่เมื่อพิจารณาในแต่ละด้านพบว่า ด้านการบริหารงานวิชาการ กลุ่มผู้บริหารที่มีอายุแตกต่างกัน จึงมีการใช้เทคโนโลยีที่แตกต่างกัน

ทิพวัลย์ นนทเภท (2557) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการบริหารของสถานศึกษาในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา นครศรีธรรมราช เขต 3 ผลวิจัยพบว่าสภาพการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศของ สถานศึกษาด้านการบริหารงานทั่วไปโดยรวมอยู่ในระดับมาก ผลการทดสอบสมมติฐานจากการศึกษาพบว่า ผู้บริหารและบุคลากรครูที่มีอายุรวมถึงระดับการศึกษาที่แตกต่างกันมีความคิดเห็นเกี่ยวกับการปรับใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการจัดการเรียนเอกชนในจังหวัดอุทัยธานีแตกต่างกัน ในขณะที่ปัจจัยทางเพศ ตำแหน่งงานและอายุงาน ไม่มีความแตกต่างกัน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐาน อาจเป็นเพราะผู้บริหารและบุคลากรครูที่มีอายุมาก ส่งผลให้มีความรู้ ความเข้าใจในด้านเทคโนโลยีที่ค่อนข้างน้อย ต่างจากผู้ที่อายุน้อย อีกทั้งระดับการศึกษาที่แตกต่างกันทำให้ความเข้าใจและความสามารถในการใช้เทคโนโลยีมีความแตกต่างกัน ในด้านตำแหน่งงานและอายุงาน ซึ่งมีผลไปในทิศทางเดียวกัน คือ เกิดจากประสบการณ์ในการทำงานและความเข้าใจควบคู่ไปกับการปรับใช้เทคโนโลยีในการจัดการองค์กร ทำให้ไม่เกิดความแตกต่างกัน

2. การดำเนินงานวิจัย

งานวิจัยระบบสารสนเทศเพื่อบริหารจัดการการเรียนโรงเรียนสามัคคีอิสลามวิทยา ผู้วิจัยทำการพัฒนาด้วยการสร้างฐานข้อมูลเป็นหลัก มีการออกแบบระบบเพื่อให้สามารถนำข้อมูลจัดเก็บลงฐานข้อมูลได้ ความสามารถในการใช้ชุดคำสั่งเพื่อเรียกดูข้อมูลและจัดเก็บข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งผู้วิจัยได้ใช้วิธีการพัฒนาแบบ SDLC (Systems Development Life Cycle) โดยมีขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย ดังรูปที่ 1



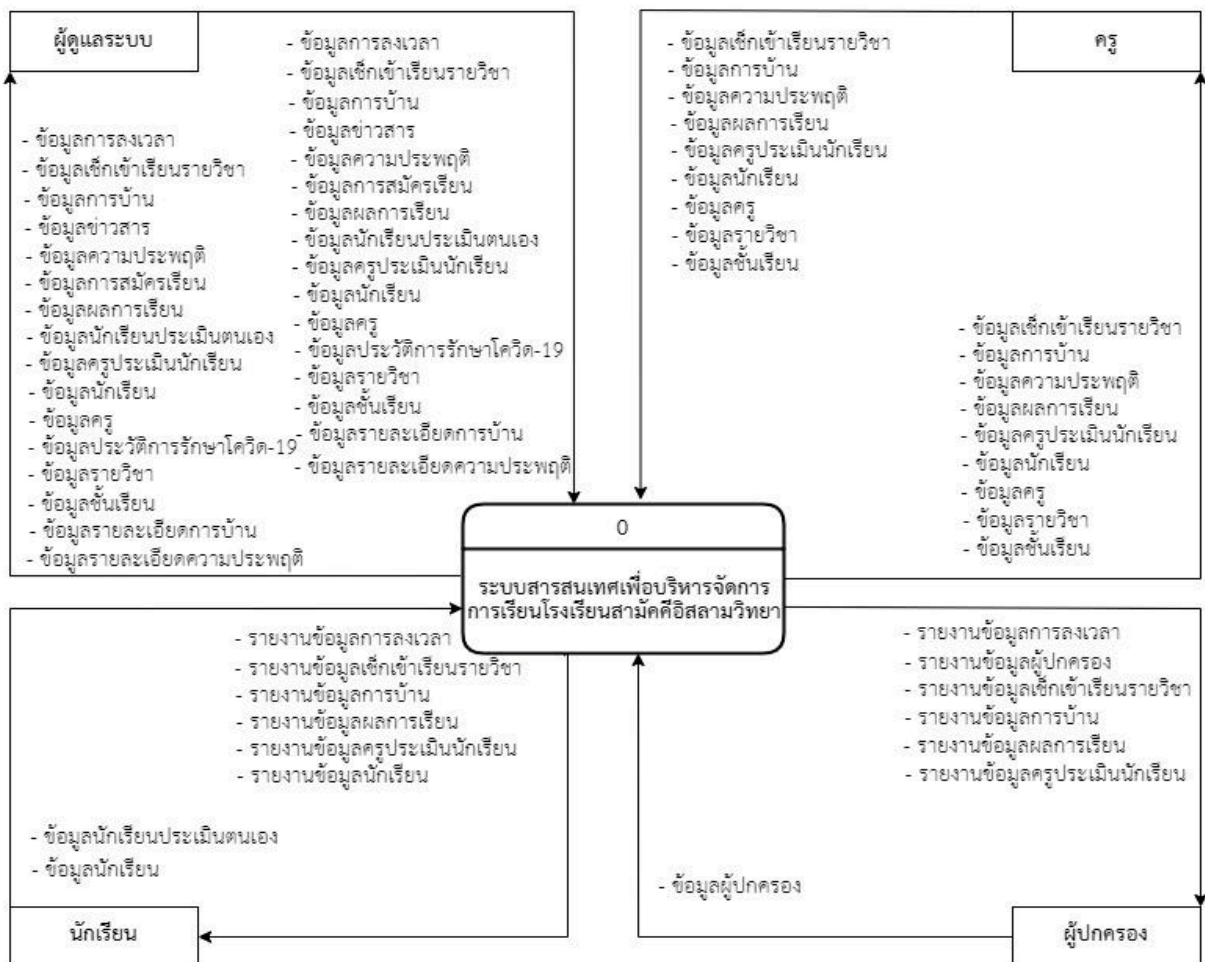
รูปที่ 1 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

2.1 การกำหนดปัญหาและการรวบรวมความต้องการ

ผู้วิจัยได้สำรวจระบบการจัดการฐานข้อมูลของโรงเรียนสามัคคีอิสลามวิทยา ทำให้ทราบถึงปัญหาที่อาจส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพในการดำเนินงาน ซึ่งกระบวนการในการจัดเก็บข้อมูลยังเป็นแบบดั้งเดิม คือ บันทึกไว้ในกระดาษเป็นหลักโดยไม่มีการป้องกันการสูญหายของข้อมูลและยากต่อการค้นหาข้อมูลเพื่อนำไปใช้วางแผนหรือบริหารจัดการงานต่าง ๆ รวมถึงผู้ปกครองไม่สามารถติดตามกิจกรรมของของนักเรียนในที่ปกครองของตนเองได้ เนื่องจากไม่มีช่องทางที่ทำให้ทราบถึงการรายงานของครู เช่น การเช็คชื่อเข้าเรียนในแต่ละรายวิชา ความประพฤติ การประเมิน ผู้วิจัยจึงเริ่มศึกษาแนวทางในการพัฒนาระบบสารสนเทศสำหรับบริหารจัดการข้อมูลในกระบวนการทำงานของโรงเรียนสามัคคีอิสลามวิทยา โดยนำเทคโนโลยีเข้ามาช่วยสนับสนุนการดำเนินงาน เพื่อลดความผิดพลาดและเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานให้มีความสะดวก รวดเร็ว และมีความถูกต้องแม่นยำมากขึ้น

2.2 การวิเคราะห์และออกแบบระบบ

ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ด้วยการนำข้อมูลที่ได้รวบรวมจากเอกสารและการสัมภาษณ์บุคคลากรครูภายในโรงเรียน ผู้ปกครอง รวมถึงวิเคราะห์องค์ประกอบของกระบวนการทำงานของโรงเรียนสามัคคีอิสลามวิทยา โดยออกแบบแผนภาพบริบท (Context Diagram) เพื่อให้เห็นภาพรวมของระบบสารสนเทศทั้งหมด ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 แผนภาพบริบท (Context Diagram)

จากรูปที่ 2 แผนภาพบริบทซึ่งแสดงภาพรวมของระบบสารสนเทศ ประกอบด้วยผู้ใช้ 4 กลุ่ม คือ ผู้ดูแลระบบ บุคลากร ครู นักเรียน และผู้ปกครอง ผลการวิเคราะห์ระบบสารสนเทศเพื่อบริหารจัดการการเรียนโรงเรียนสามัคคีอิสลามวิทยาทำให้ได้ข้อมูลที่จัดเก็บในระบบฐานข้อมูลจำนวน 16 ตาราง และมีกระบวนการที่เกิดขึ้นในระบบจำนวน 13 กระบวนการ

การออกแบบระบบสารสนเทศเป็นขั้นตอนการออกแบบหน้าจอซึ่งเป็นส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้งาน (User Interface) โดยใช้ส่วนประกอบของการออกแบบเป็น เมนู ปุ่ม กล่องข้อความ รูปแบบของผลลัพธ์ได้จัดให้อยู่ในรูปแบบของตารางที่แสดงให้เห็นข้อมูลทั้งหมด

2.3 การพัฒนาระบบ

การพัฒนาระบบเป็นขั้นตอนการเขียนโปรแกรมตามที่ได้วิเคราะห์และออกแบบไว้โดยใช้ภาษาคอมพิวเตอร์ในการพัฒนาระบบ คือ ภาษา PHP และ HTML เป็นหลัก และมีการใช้ Bootstrap Framework เพื่อเป็นตัวช่วยในการออกแบบ User Interface ให้มีความสวยงามและทันสมัยมากขึ้น

2.4 การทดสอบและประเมิน

การประเมินความเหมาะสมต่อการใช้งานของระบบสารสนเทศเพื่อบริหารจัดการการเรียนโรงเรียนสามัคคีอิสลามวิทยา จากผู้เชี่ยวชาญซึ่งเป็นนักวิชาการจำนวน 5 คน โดยมีเกณฑ์การทดสอบเป็นหัวข้อการประเมินซึ่งได้แสดงรายละเอียดไว้ในเนื้อหาถัดไปของข้อที่ 3.2 ผลการประเมินระบบสารสนเทศ

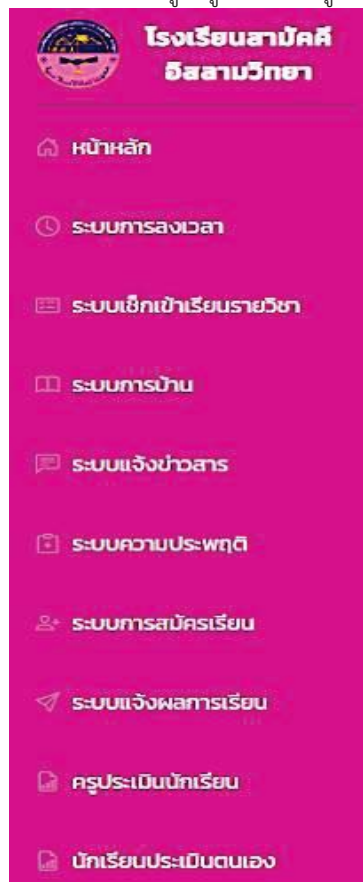
3. ผลการวิจัย

ผลลัพธ์จากกระบวนการในโครงการวิจัยนี้ทำให้ได้ระบบสารสนเทศเพื่อบริหารจัดการการเรียนของโรงเรียนสามัคคีอิสลามวิทยาซึ่งมีกลุ่มที่สามารถใช้ระบบสารสนเทศนี้ 4 กลุ่ม คือ ผู้ดูแลระบบ บุคลากรครู ผู้ปกครอง และนักเรียน ทั้งนี้กลุ่มผู้ดูแลระบบจะเป็นผู้ที่สามารถใช้งานระบบได้ทุกฟังก์ชันการทำงานโดยผลของระบบสารสนเทศที่ได้จากการพัฒนาและผลจากการประเมินระบบสารสนเทศจากผู้เชี่ยวชาญ มีรายละเอียดดังนี้

3.1 ผลการพัฒนาระบบสารสนเทศ

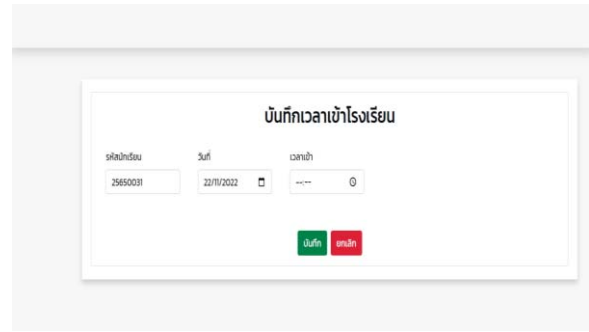
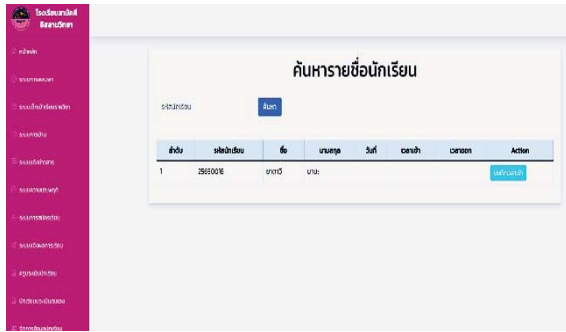
- หน้าจอหลัก

เมนูหลักของระบบจะปรากฏอยู่ด้านข้างของหน้าจอในทุกๆ หน้า ประกอบด้วย หน้าหลัก ระบบการลงเวลา ระบบการเช็คเข้าเรียนรายวิชา ระบบการบ้าน ระบบแจ้งข่าวสาร ระบบความประพฤติ ระบบการรับสมัครเรียน ระบบแจ้งผลการเรียน ครูประเมินนักเรียน นักเรียนประเมินตนเอง จัดการข้อมูลนักเรียน จัดการข้อมูลครู จัดการข้อมูลรายวิชา ประวัติการรักษาโควิด-19 ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 แสดงเมนูหลัก

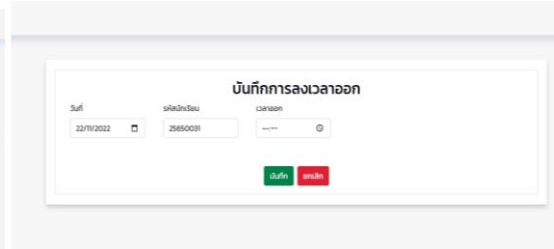
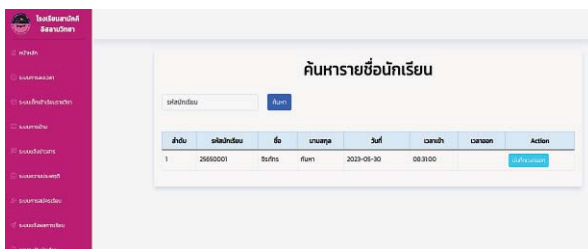
ระบบการลงเวลา



รูปที่ 4 หน้าจอค้นหารายชื่อรายชื่อนักเรียน

รูปที่ 5 φόร้มบันทึกการลงเวลาเข้าโรงเรียนของนักเรียน

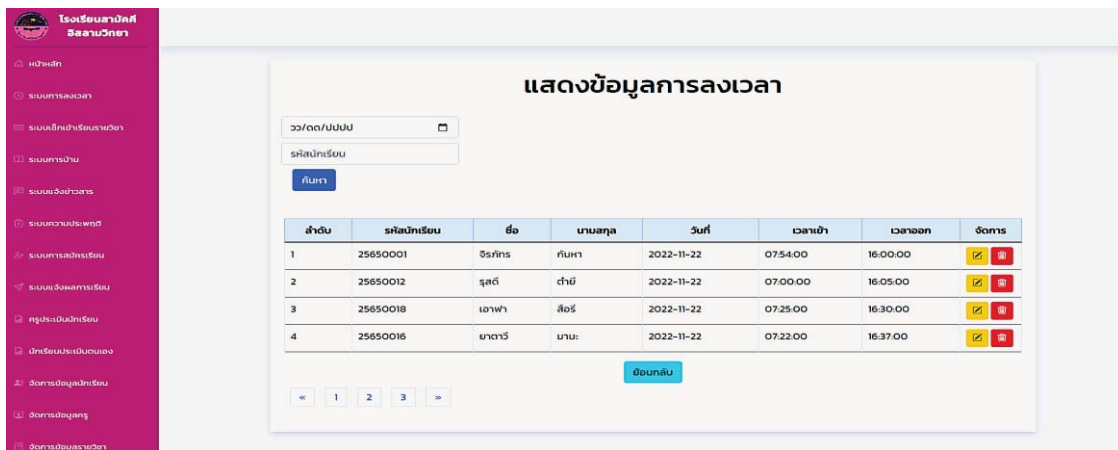
จากรูปที่ 4 และ 5 ผู้ใช้งานสามารถค้นหารายชื่อรายชื่อนักเรียน เพื่อบันทึกการลงเวลาเข้าให้กับนักเรียนโดยการค้นหาจากรหัสนักเรียน จากนั้นกดปุ่มบันทึกเวลาเข้า



รูปที่ 6 หน้าจอค้นหารายชื่อรายชื่อนักเรียน

รูปที่ 7 φόร้มบันทึกการลงเวลาออกโรงเรียนของนักเรียน

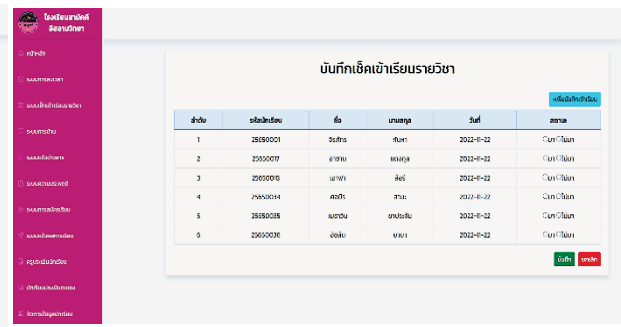
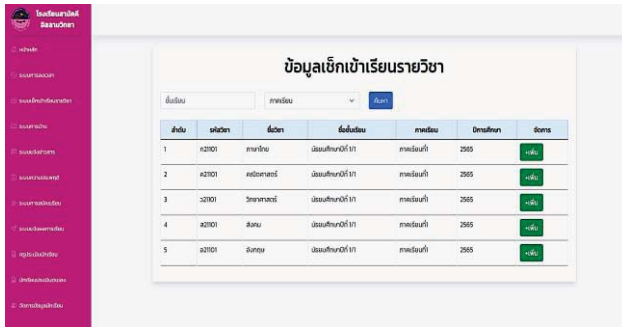
จากรูปที่ 6 และ 7 เป็นหน้าจอสำหรับการบันทึกเวลาออกโรงเรียนของนักเรียนเป็นรายบุคคล โดยผู้ใช้งานสามารถค้นหารายชื่อรายชื่อนักเรียนจากรหัสนักเรียน ซึ่งระบบจะแสดงการบันทึกเวลาเข้าที่ได้บันทึกไว้แล้ว จากนั้นให้ผู้ใช้งานกดปุ่มบันทึกเวลาออกเพื่อทำการบันทึกเวลาออกลงในระบบ



รูปที่ 8 แสดงข้อมูลการลงเวลา

จากรูปที่ 8 เป็นหน้าจอสำหรับแสดงข้อมูลการลงเวลาเข้า - ออก โรงเรียนของนักเรียนในรูปแบบตาราง โดยสามารถค้นหาตามวันที่และรหัสนักเรียน หากต้องการแก้ไขให้กดปุ่มแก้ไขซึ่งเป็นไอคอนปากกาเพื่อทำการแก้ไขและหากต้องการลบข้อมูลการลงเวลาออกจากระบบให้กดปุ่มลบซึ่งเป็นไอคอนถังขยะสีแดง ผู้ใช้งานสามารถเรียกดูข้อมูลย้อนหลังได้โดยการค้นหาจากวันที่และรหัสนักเรียน

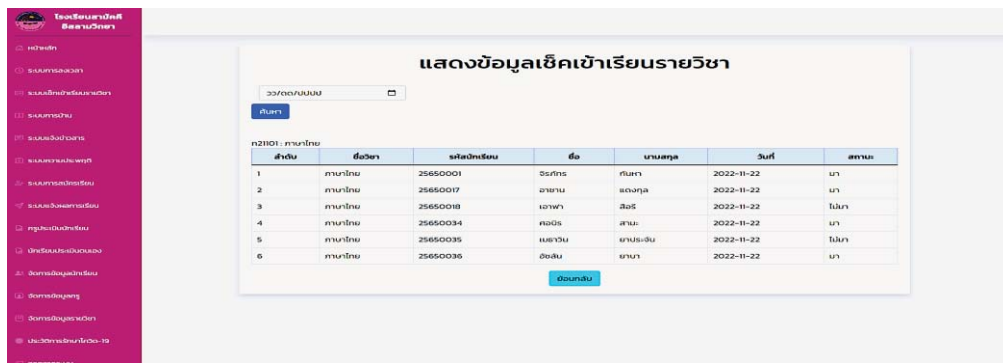
ระบบการเช็คชื่อเข้าชั้นเรียนแต่ละรายวิชา



รูปที่ 9 φόรึมเพิ่มการเช็คชื่อเข้าเรียนรายวิชา

รูปที่ 10 φόรึมบันทึกการเช็คเข้าเรียนรายวิชา

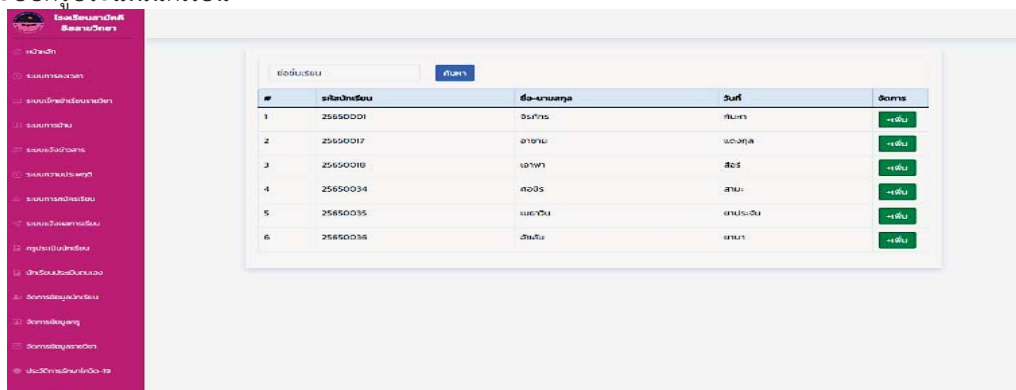
จากรูปที่ 9 และ 10 เป็นหน้าจอสําหรับบันทึกการเช็คชื่อเข้าเรียนรายวิชา ผู้ใช้งานสามารถเช็คการเข้าเรียนได้จากการค้นหาชั้นเรียนและภาคเรียน จากนั้นคลิกปุ่มจัดการแล้วคลิกเลือกระหว่างมาหรือไม่มา จากนั้นกดปุ่มบันทึก เมื่อเช็คการเข้าเรียนเรียบร้อยแล้วหรือกดปุ่มยกเลิกเมื่อต้องการยกเลิกการทำรายการ



รูปที่ 11 แสดงข้อมูลเช็คเข้าเรียนรายวิชา

จากรูปที่ 11 เป็นหน้าจอสําหรับแสดงข้อมูลการเข้าเรียนของนักเรียนตามรายวิชา สามารถเรียกดูข้อมูลย้อนหลังได้จากการค้นหาตามวันที่

ระบบครูประเมินนักเรียน



รูปที่ 12 แสดงรายชื่อนักเรียนตามชั้นเรียน

จากรูปที่ 12 ผู้ใช้สามารถแสดงรายชื่อนักเรียนตามชั้นเรียนได้จากการค้นหาตามชื่อของชั้นเรียน จากนั้นผู้ใช้งานสามารถคลิกเลือกนักเรียนที่ต้องการทำการประเมินโดยการกดปุ่ม เพิ่ม เพื่อเข้าสู่หน้าของการประเมิน

รูปที่ 13 φόร้บบันทึกการประเมินนักเรียน

จากรูปที่ 13 ผู้ใช้งานสามารถประเมินนักเรียนโดยการเลือกวันที่ประเมิน เลือกภาคเรียน จากนั้นให้คลิกเลือกคะแนนการประเมินตามหัวข้อการประเมินและกดบันทึกการประเมิน

ลำดับ	รหัสประเมิน	ชื่อ	วิชา	บันทึก
1	25650001	ศิริพร	ศิลปะ	บันทึก
2	25650007	ชัชชา	สังคม	บันทึก
3	25650018	เมษา	สุข	บันทึก
4	25650034	ศุภณ	สุข	บันทึก
5	25650035	เมธิณี	ภาษาจีน	บันทึก
6	25650036	สิริณี	ภาษา	บันทึก

รูปที่ 14 แสดงข้อมูลการประเมินนักเรียน

ลำดับ	รหัสประเมิน	ชื่อ	คะแนน
1	25650001	ศิริพร	5
2	25650007	ชัชชา	5
3	25650018	เมษา	5
4	25650034	ศุภณ	5

รูปที่ 15 แสดงคะแนนการประเมินรายบุคคล

จากรูปที่ 14 และ 15 เป็นหน้าจอสำหรับแสดงข้อมูลการประเมินและแสดงคะแนนการประเมินเป็นรายบุคคล ผู้ใช้งานสามารถเรียกดูคะแนนประเมินรายบุคคลได้จากการกดปุ่มดูรายละเอียด ไอคอนตา

3.2 ผลการประเมินระบบสารสนเทศ

การประเมินความเหมาะสมต่อการใช้งานของระบบสารสนเทศเพื่อบริหารจัดการการเรียนโรงเรียนสามัคคีอิสลามวิทยา จากผู้เชี่ยวชาญซึ่งเป็นนักวิชาการจำนวน 5 คน โดยแบ่งระดับการประเมินเป็น 5 ระดับ ได้แก่ ระดับที่ 4.50 – 5.00 หมายถึง ดีมาก ระดับที่ 3.50 – 4.49 หมายถึง ดี ระดับที่ 2.50 – 3.49 หมายถึง ปานกลาง ระดับที่ 1.50 – 2.49 หมายถึง พอใช้ ระดับที่ 0.01 – 1.49 หมายถึง ควรปรับปรุง ผลการประเมินเป็นดังนี้

หัวข้อการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	แปลผล
ด้านการออกแบบของแอปพลิเคชัน			
1. ขนาดตัวอักษร และรูปแบบอักษรอ่านง่ายและสวยงาม	4.20	0.83	ดี
2. สีสีนของตัวอักษรและพื้นหลังที่ใช้มีความเหมาะสม	4.40	0.54	ดี
3. การจัดวางองค์ประกอบในหน้าจอมีความเหมาะสม	4.40	0.54	ดี
4. มีช่องให้กรอกข้อมูลได้ครบถ้วน	4.40	0.54	ดี
5. มีการนำทางหรือปุ่มนำทางสำหรับไปยังเพจก่อนหน้าหรือเพจถัดไป	4.00	0.70	ดี
6. ระบบมีลักษณะที่ทำให้เรียนรู้เพื่อการใช้งานได้ง่าย	4.20	0.44	ดี
7. การแสดงผลของข้อมูลสามารถเข้าใจได้ง่าย	4.40	0.54	ดี

หัวข้อการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	แปลผล
8. ความสะดวกต่อผู้ใช้งาน	4.20	0.44	ดี
ด้านการวิเคราะห์ระบบ และการทำงานของแอปพลิเคชัน			
1. ความถูกต้องของการวิเคราะห์แผนผังกระแสข้อมูล	4.00	0.00	ดี
2. ความถูกต้องของโครงสร้างฐานข้อมูล	4.00	0.00	ดี
3. ความถูกต้องของการรับข้อมูลเข้า	4.40	0.54	ดี
4. ความถูกต้องของการแสดงผลข้อมูล	4.40	0.54	ดี
5. ความรวดเร็วในการประมวลผล	4.40	0.54	ดี
6. มีการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลโดยใช้วิธีการกรอกชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านก่อนเข้าระบบอย่างเหมาะสม	4.00	0.70	ดี
7. ข้อมูลมีความเป็นปัจจุบันตามข้อมูลที่รับเข้าระบบครั้งล่าสุด	4.20	0.44	ดี
8. ความถูกต้องของการประมวลผลที่เกี่ยวกับตัวเลข	4.40	0.54	ดี

จากตารางข้างต้นเป็นผลการประเมินความเหมาะสมต่อการใช้งานระบบสารสนเทศจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน พบว่าค่าเฉลี่ยของความเหมาะสมต่อการใช้งานในภาพรวมอยู่ที่ 4.25 และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 0.50 ความหมายว่าระบบสารสนเทศนี้มีความเหมาะสมต่อการใช้งานอยู่ในระดับดี

3.3 อภิปรายผล

ระบบสารสนเทศเพื่อบริหารจัดการการเรียนโรงเรียนสามัคคีอิสลามวิทยา อำเภอควนกาหลง จังหวัดสตูล ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น มีผู้ใช้งานเป็นผู้ดูแลระบบ บุคลากรครู นักเรียน และผู้ปกครอง โดยผู้ใช้งานสามารถเรียกดูและจัดการข้อมูลในส่วนต่างๆ ได้สะดวก รวดเร็ว เช่น ระบบการบันทึกเวลาเข้า-ออกโรงเรียน ระบบเช็คเข้าเรียนรายวิชา ช่วยลดขั้นตอนการทำงานและลดการใช้กระดาษในการจดบันทึกข้อมูลทำให้อัตราการสูญหายของข้อมูลลดลง อีกทั้งช่วยให้ผู้ปกครองสามารถติดตามกิจกรรมต่างๆ ของนักเรียนในที่ปกครองได้ง่ายขึ้น การพัฒนาระบบสารสนเทศครั้งนี้ถือได้ว่าเป็นระบบต้นแบบที่เรียกใช้งานผ่านเว็บเบราว์เซอร์ได้ หากมีการพัฒนาระบบต่อเติมเพิ่มเติมจากเดิมโดยเชื่อมโยงระบบสารสนเทศนี้กับสื่อสังคมออนไลน์ต่างๆ เช่น เฟสบุ๊ก หรือ ไลน์ ทั้งนี้เพื่อให้สามารถแจ้งเตือนข้อมูลได้ทันทั่วถึงซึ่งสามารถช่วยให้บุคลากรครูและผู้ปกครองสามารถติดตามข้อมูลของนักเรียนได้สะดวกมากยิ่งขึ้น

4. สรุปผลการวิจัย

การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อบริหารจัดการการเรียนโรงเรียนสามัคคีอิสลามวิทยา อำเภอควนกาหลง จังหวัดสตูล โดยรวบรวมข้อมูลเดิมจากเอกสารและการสัมภาษณ์ ผู้วิจัยนำวิเคราะห์แนวทางการแก้ปัญหาเพื่อให้ได้ข้อมูลในการออกแบบและพัฒนาระบบสารสนเทศให้สอดคล้องกับระบบงานของสถานศึกษาหลังจากที่มีการพัฒนาระบบสารสนเทศเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยได้ทำคู่มือการใช้งานระบบขึ้นมาเพื่ออธิบายวิธีการทำงานแต่ละขั้นตอนของระบบอย่างละเอียดและได้มีการประเมินภาพรวมการใช้งานของระบบสารสนเทศนี้จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คนพบว่าค่าเฉลี่ยของความเหมาะสมต่อการใช้งานในภาพรวมอยู่ที่ 4.25 และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 0.50 ความหมายว่าระบบสารสนเทศนี้มีความเหมาะสมต่อการใช้งานอยู่ในระดับดี

6. เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร. 2559. **แผนพัฒนาดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม**. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร.
- ชญาภรณ์ กุลนิต. 2553. **สารสนเทศและการศึกษาค้นคว้า**. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร: โอเดียนสโตร์.
- ณัฐพงศ์ แก้วรากมุก. 2563. **การศึกษาสภาพและปัญหาการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศสำหรับการบริหารสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเชียงราย เขต 3**. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาการบริหารการศึกษา. มหาวิทยาลัยพะเยา.

- ทิพวัลย์ นนทเภท. 2556. การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการบริหารของสถานศึกษาในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา ประถมศึกษานครศรีธรรมราช เขต 3. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต. หลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาวิชาการบริหาร การศึกษา. มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช.
- วรฤดี หล้าจะนะ. 2562. สภาพการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการบริหารงานโรงเรียนของผู้บริหารโรงเรียนเอกชนสังกัด สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาพัทลุง. วิทยานิพนธ์การศึกษา มหาบัณฑิต. หลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาวิชาการบริหารการศึกษา. คณะศึกษาศาสตร์และศิลปศาสตร์. มหาวิทยาลัยหาดใหญ่.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ. 2560. แผนการศึกษาแห่งชาติพ.ศ. 2560 – 2579. กรุงเทพมหานคร : สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา.
- โอภาส เอี่ยมสิริวงศ์. 2555. การวิเคราะห์และออกแบบระบบ (ฉบับปรับปรุงเพิ่มเติม). กรุงเทพฯ : บริษัทซีเอ็ด ยูเคชั่น จำกัด.

การวิเคราะห์ข้อมูลการช่วยเหลือด้านทุนการศึกษา สำหรับนักศึกษา ด้วยเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ

Data Analysis of Educational Financial Aid Assistance for Students using Decision Tree Technique

นรินทร์ จิวิตัน และ วรการ ใจดี*

Narin Jiwitan and Worakarn Jaidee*

สาขาวิชาระบบสารสนเทศทางธุรกิจ คณะบริหารธุรกิจและศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

Business Information System, Faculty of Business Administration and Liberal Arts Rajamangala University of Technology Lanna

*ผู้นิพนธ์ประสานงาน: worakarn_ji@mutl.ac.th 053921444 ต่อ 2683

บทคัดย่อ

การจัดทำโครงการในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อคัดเลือกคุณลักษณะสำคัญสำหรับการนำไปพยากรณ์ มาตรการการช่วยเหลือด้านทุนการศึกษาสำหรับนักศึกษา และเพื่อวิเคราะห์ประสิทธิภาพของแบบจำลองการพยากรณ์มาตรการการช่วยเหลือด้านทุนการศึกษาสำหรับนักศึกษา โดยใช้เทคนิคต้นไม้ โดยได้เลือกใช้ขั้นตอนกระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลด้วย CRISP-DM จากเทคนิคการทำเหมืองข้อมูลแบบ Classification ที่สร้างกฎด้วยเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ เพื่อจัดกลุ่มข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กัน โดยใช้โปรแกรม Weka 3.8.4 โดยใช้เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ: J48 ผู้วิจัยได้ทำการเลือกคุณลักษณะ ที่มีค่า Information Gain มากที่สุด 5 อันดับแรก ได้แก่ อายุของนักศึกษา ระดับการศึกษาของผู้ปกครอง ระดับการศึกษาของบิดา อาชีพของมารดา และ อาชีพของบิดา ผลการประเมินค่าความถูกต้อง 82.22% ค่าความแม่นยำ 67.47% ค่าความไว 84.42% ค่าจำเพาะ 81.20% และค่าความถูกต้องรวม 75.00% หลังจากนั้นได้เผยแพร่ผลการวิจัย โดยนำผลการตัดสินใจไปพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจบน Web Browser โดยใช้ชุดคำสั่ง HTML CSS3 และ PHP ร่วมกับการนำเสนอข้อมูลแบบ Visualization ด้วยการแสดงผลข้อมูลในรูปแบบของภาพโดยใช้โปรแกรม Tableau Public คาดว่าผลการวิจัยจะเป็นประโยชน์ต่อการตัดสินใจและวางแผนการคัดเลือกทุนการศึกษาที่เหมาะสมกับสถานะและสภาวะของนักศึกษาเป็นรายบุคคล

คำสำคัญ: การวิเคราะห์ข้อมูล ทุนการศึกษา การคัดเลือกคุณลักษณะ ต้นไม้ตัดสินใจ

Abstract

The objective of this project is to select important features for predicting financial assistance measures for students and analyze the effectiveness of the prediction model using decision tree techniques. The project team employed the CRISP-DM (Cross-Industry Standard Process for Data Mining) framework for data analysis, specifically the classification data mining technique, which involves building decision tree rules. The Weka 3.8.4 software was used, along with the J48 decision tree model. The research team selected the top five attributes with the highest information gain for grouping related data. These attributes include the student's age, the educational level of parents, the educational level of the father, the mother's occupation, and the father's occupation. The evaluation of the model yielded the following results: Accuracy: 82.22% Precision: 67.47% Recall or Sensitivity: 84.42% Specificity: 81.20% F1 Measure: 75.00% Following the research findings, the decision tree rules were implemented into an information system to support decision-making on a web browser. The system was developed using HTML, CSS3, and PHP, and the data was visualized using Tableau Public software. It is expected that the research outcomes will be beneficial for decision-making and planning in selecting appropriate educational funding options based on the individual status and circumstances of students.

Keywords: Data Analysis, Scholarship, Feature Selection, Decision Tree

1. หลักการและเหตุผล

ปัจจุบันบทบาทของอินเทอร์เน็ตและระบบสารสนเทศมีความสำคัญอย่างมาก การเจริญของเทคโนโลยีในหลายด้านได้เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว และเทคโนโลยีสารสนเทศถูกนำมาใช้ในองค์กรต่างๆ ตั้งแต่ด้านการสื่อสาร การอำนวยความสะดวก การศึกษา การช่วยในการตัดสินใจ การพยากรณ์ การนำเสนอข้อมูลหรือความรู้ ประเทศไทยได้พัฒนาเทคโนโลยีและข้อมูลอย่างต่อเนื่อง แสดงให้เห็นว่าเทคโนโลยีและข้อมูลมีบทบาทสำคัญในการให้ความรู้และช่วยเหลือประชาชนมากขึ้น เกิดจากการพัฒนาเทคโนโลยีและการรวบรวมข้อมูลเพื่อสร้างสารสนเทศที่เป็นประโยชน์ อย่างไรก็ตาม มีเรื่องค่าใช้จ่ายที่เพิ่มมากขึ้น ทำให้นักศึกษาบางคนพบผลกระทบทางการเงินและอาจมีผลต่อการศึกษา การได้รับทุนการศึกษาเป็นส่วนหนึ่งที่สามารถส่งเสริมให้นักศึกษามีแรงบันดาลใจในการศึกษาต่อไป

ศึกษาในประเทศไทยในปัจจุบันถือว่ามีความเหลื่อมล้ำทางโอกาสอยู่ค่อนข้างมาก โดยเนื่องจากขาดมาตรการช่วยเหลือในการตัดสินใจทางการศึกษา ทั้งด้านเศรษฐกิจที่มีความเหลื่อมล้ำและสังคมที่มีความเหลื่อมล้ำ ส่งผลกระทบต่อโอกาสทางการศึกษาทั้งหมด ระบบการศึกษาในประเทศไทยยังคงพึ่งพาการใช้เงินเป็นหลักและการเข้าถึงโอกาสทางการศึกษาจะเป็นตัวกำหนดฐานะทางสังคมและอาชีพในอนาคตเพื่อแก้ไขปัญหา จึงจำเป็นต้องมีเครื่องมือสำคัญที่ช่วยให้การเข้าถึงโอกาสทางการศึกษากระจายไปสู่คนในชั้นรากฐานของสังคมมากขึ้น ในปัจจุบันมีหลายภาคส่วนที่สนับสนุนการกระจายทุนการศึกษาทั้งในระดับมัธยมศึกษา อุดมศึกษา และบัณฑิตศึกษา อย่างไรก็ตามยังไม่มีเทคโนโลยีในการจัดการกระบวนการทุนการศึกษาเพื่อให้เป็นระบบและระเบียบการจัดสรรทุนการศึกษาที่เพียงพอต่อความต้องการของนักศึกษาที่มีความประสงค์จะรับทุนการศึกษา ยังมีนักศึกษาจำนวนมากที่ต้องการและมีคุณสมบัติที่ตรงกับวัตถุประสงค์การให้ทุนการศึกษา แต่ยังไม่ได้รับการดูแลช่วยเหลือเพราะไม่มีมาตรการช่วยเหลือนักศึกษาอย่างเป็นระบบ

จากปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงวิเคราะห์ข้อมูลการช่วยเหลือด้านทุนการศึกษา สำหรับนักศึกษา ด้วยเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อคัดเลือกคุณลักษณะสำคัญสำหรับการนำไปพยากรณ์ มาตรการการช่วยเหลือด้านทุนการศึกษาสำหรับนักศึกษา และเพื่อวิเคราะห์ประสิทธิภาพของแบบจำลองการพยากรณ์มาตรการการช่วยเหลือด้านทุนการศึกษาสำหรับนักศึกษา โดยใช้เทคนิคต้นไม้ คาดว่างานวิจัยจะประโยชน์ต่อการตัดสินใจและวางแผนการคัดเลือกทุนการศึกษาที่เหมาะสมกับนักศึกษาแต่ละรายบุคคล การพยากรณ์มาตรการการช่วยเหลือด้านทุนการศึกษาที่เหมาะสมจะช่วยให้นักศึกษาได้รับการสนับสนุนทางการเงินที่เหมาะสมและสอดคล้องกับสภาพและสภาวะของนักศึกษาแต่ละราย

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 Information Gain เป็นเทคนิคการเลือกคุณลักษณะที่ใช้สำหรับประเมินค่าในการแบ่งข้อมูลด้วยการคำนวณค่า Gain สำหรับแต่ละมิติข้อมูล ถ้ามิติข้อมูลใดมีค่า Gain สูงสุด จะถูกเลือกให้เป็นกลุ่มย่อยที่มีอำนาจในการจำแนก ดังสมการที่ 1

$$\text{Entropy}(p) = \sum_{i=0}^{c-1} p(i|t) \log_2 p(i|t) \quad (1)$$

โดยที่ \sum_i คือผลรวมของความน่าจะเป็นของค่า j ที่เกิดในคลาส t
 $p(i|t)$ คือค่าความถี่ที่มีความสัมพันธ์ของกลุ่ม j กับโหนด t
 คำนวณค่า Gain คำนวณได้จากสมการที่ 2

$$\text{Gain} = \text{Entropy}(p) - \sum_{i=1}^k \frac{n_i}{n} \text{Entropy}(i) \quad (2)$$

โดยที่ $\text{Entropy}(p)$ คือค่า Entropy ของตัว Root
 $\sum_{i=1}^k \frac{n_i}{n} \text{Entropy}(i)$ คือค่า Entropy ในแต่ละโหนดย่อย

2.1.2 เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree) เป็นอัลกอริทึมที่ใช้ในการเรียนรู้และการทำนายสำหรับการประมวลผลข้อมูล โดยมีลักษณะการทำงานแบบเชิงการตัดสินใจ (Decision-making) ที่เกิดขึ้นตามโครงสร้างของต้นไม้ โดยโครงสร้างของต้นไม้ตัดสินใจจะประกอบไปด้วยโหนด (Node) และเส้นเชื่อม (Edge) โดยโหนดจะแบ่งออกเป็นสองประเภทหลัก ๆ ได้แก่ โหนดราก (Root Node) หรือ (Split Node) และโหนดลูก (Child Node) หรือ (Leaf Node) โดยโหนดรากจะเป็นจุดที่ใช้ในการตัดสินใจหรือแยกกลุ่มข้อมูล โดยดูจากคุณลักษณะ (Feature) ที่มีอิทธิพลต่อผลลัพธ์ ในขณะที่โหนดลูกจะเป็นผลลัพธ์หรือคำตอบ

ที่สรุปได้จากการแบ่งกลุ่มข้อมูล การสร้างต้นไม้ตัดสินใจจะเริ่มต้นการคัดเลือกคุณลักษณะที่มีความสำคัญที่สุดก่อน เพื่อใช้ในการแยกกลุ่มข้อมูล โดยใช้วิธีการวัดคุณภาพโดยใช้ค่า (Information Gain) เพื่อหาคุณลักษณะที่มีความสำคัญมากที่สุดในการแยกกลุ่มข้อมูล ให้ความสะอาด (purity) มากที่สุด ดังสมการที่ 3

$$IG(\text{parent,child}) = \text{Entorpy}(\text{parent}) - [p(c_1) \times \text{Entropy}(c_1) + p(c_2) \times \text{Entropy}(c_2) + \dots] \quad (3)$$

โดยที่ Entropy(c1) คือ $-p(c_1) \log p(c_1)$
p(c1) คือค่าความน่าจะเป็นของค่า c1
c คือปัจจัย (Attribute) แต่ละตัวที่เกี่ยวข้อง

ค่า Entropy นี้จะใช้ในการวัดความแตกต่างกันของข้อมูล ถ้าข้อมูลมีความแตกต่างกันน้อย ค่า Entropy จะมีค่าต่ำ แต่ถ้าข้อมูลมีความแตกต่างกันมาก ค่า Entropy จะมีค่าสูง ดังนั้นข้อมูล Entropy ของโหนดลูก (Child Node) สามารถสร้างโมเดลของต้นไม้ตัดสินใจโดยจะคำนวณค่า Information Gain ของแต่ละคุณลักษณะเทียบกับคลาสเพื่อหาคุณลักษณะที่มีค่า Information Gain มากที่สุดมาเป็นโหนดราก (Root Node) ของโมเดลต้นไม้ตัดสินใจ

2.1.3 กระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลด้วย CRISP-DM หรือ Cross Industry Standard Process for Data Mining เป็นกระบวนการมาตรฐานในการทำเหมืองข้อมูล ถูกก่อตั้งขึ้นในปี ค.ศ. 1996 กลายเป็นโครงการของสหภาพยุโรปภายใต้โครงการการระดมทุนของบริษัท ESPRIT และในปี ค.ศ. 1997 โครงการนี้ได้บริษัทชั้นนำ 5 บริษัทได้แก่ Integral Solutions (ISL), Teradata, Daimler AG, NCR Corporation และ OHRA เป็นผู้ดำเนินการกำหนดมาตรฐานร่วมกัน ซึ่งประกอบไปด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่

1) Business Understanding เป็นขั้นตอนแรกของกระบวนการ CRISP-DM โดยเน้นไปที่การเข้าใจปัญหาหรือโอกาสทางธุรกิจ การแปลงปัญหาที่ได้ให้อยู่ในรูปแบบโจทย์ของการวิเคราะห์ข้อมูล มีการระบุผลลัพธ์ (Output) หรือเป้าหมายที่ต้องการจากการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเทคนิคการทำเหมืองข้อมูล

2) Data Understanding เป็นขั้นตอนที่เริ่มตั้งแต่การรวบรวมข้อมูล โดยข้อมูลจะต้องมีความน่าเชื่อถือ มีปริมาณที่เพียงพอหรือไม่ มีองค์ประกอบของข้อมูลเพียงพอต่อการนำไปใช้ในการวิเคราะห์หรือไม่ เป็นต้น

3) Data Preparation เป็นขั้นตอนที่ทำการแปลงข้อมูลที่ได้รับรวบรวมมา (Raw Data) ให้กลายเป็นข้อมูลที่พร้อมสำหรับการนำไปวิเคราะห์ในขั้นตอนถัดไป ตัวอย่างเช่น การทำความสะอาดข้อมูล (Data Cleaning) การแปลงข้อมูลให้อยู่ในช่วง (Scale) หรือการจัดการข้อมูลที่ขาดหายไป (Missing Value) เป็นต้น

4) Modeling เป็นขั้นตอนของการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเทคนิคการทำเหมืองข้อมูลต่าง ๆ ตัวอย่างเช่น การจำแนกข้อมูล (Data Classification) การแบ่งกลุ่มข้อมูล (Data Clustering) เป็นต้น ซึ่งในขั้นตอนนี้จะถูกนำมาใช้เพื่อให้ได้คำตอบที่ดีที่สุด

5) Evaluation เป็นขั้นตอนของการวัดประสิทธิภาพของผลลัพธ์ของโมเดลหลังจากที่ได้ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเทคนิคการทำเหมืองข้อมูลในขั้นตอนของ Modeling โดยจะมีการวัดประสิทธิภาพว่าสมมติฐานหรือวัตถุประสงค์ที่ได้ตั้งไว้ในขั้นตอนแรกมีความถูกต้องหรือมีความน่าเชื่อถือมากน้อยเพียงใด

6) Deployment เป็นขั้นตอนของการนำโมเดลที่ได้หรือที่เหมาะสมที่สุดไปใช้งานจริง เพื่อวิเคราะห์และแก้ปัญหาตามที่ได้มีการตั้งวัตถุประสงค์ไว้ในขั้นตอนแรก

2.1.4 การประเมินผลประสิทธิภาพของโมเดลด้วยตาราง Confusion Matrix โดยเป็นตารางสำคัญในการวัดความสามารถของการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning) สำหรับการแก้ปัญหาการจำแนกข้อมูล (Data Classification) โดยมีรายละเอียดดังนี้

- 1) TP (True Positive) คือผลการทำนายตรงกับสิ่งที่เกิดขึ้นจริง ในกรณีที่ทำนายว่าจริงและสิ่งนั้นเกิดขึ้นจริง
 - 2) FP (False Positive) คือผลการทำนายตรงกับสิ่งที่เกิดขึ้น ในกรณีที่ทำนายว่าจริง และสิ่งที่เกิดขึ้นไม่จริง
 - 3) TN (True Negative) คือผลการทำนายตรงกับสิ่งที่เกิดขึ้น ในกรณีที่ทำนายว่าไม่จริงและสิ่งที่เกิดขึ้นไม่จริง
 - 4) FN (False Negative) คือผลการทำนายไม่ตรงกับสิ่งที่เกิดขึ้นจริง ในกรณีที่ทำนายว่าไม่จริง แต่สิ่งนั้นเกิดขึ้นจริง
- จากตาราง Confusion Matrix สามารถนำมาคำนวณเพื่อหาค่าการวัดประสิทธิภาพของโมเดลดังนี้

1) ค่าความถูกต้อง (Accuracy) วิธีวัดความถูกต้องจากจำนวนคำตอบที่ถูกต้อง เทียบกับจำนวนคำตอบทั้งหมดที่นำไปให้โมเดลทำการตอบ โดยใช้สูตรคำนวณ $\text{Accuracy} = (TP + TN) / \text{จำนวนข้อมูลทั้งหมด}$

2) ค่าความถูกต้อง (Recall) วิธีวัดค่าสัดส่วนของข้อมูลที่ตรงตามความต้องการที่ถูกค้นคืนกับข้อมูลที่ต้องการทั้งหมด โดยใช้สูตรคำนวณ $\text{Recall} = TP / (TP + FN)$

3) ค่าความแม่นยำ (Precision) วิธีวัดค่าจำนวนที่หายถูก จากข้อมูลที่ทำนายว่าเป็นคลาสที่พิจารณาอยู่ โดยใช้สูตรคำนวณ Precision = TP / (TP + FP)

4) ค่าความถ่วงดุล (F-Measure) วิธีการหาค่าน้ำหนักหรือค่าเฉลี่ยของ ค่าความแม่นยำ (Precision) และ ค่าเรียกกลับ (Recall) หรือเป็นการหาประสิทธิภาพโดยรวมของคลาสคำตอบ โดยใช้สูตรคำนวณ F-Measure = 2 * (Precision * recall) / (Precision + Recall)

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.2.1 งานวิจัยเรื่อง “การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการจำแนกข้อมูลเพื่อทำนายการได้รับทุนการศึกษาของนักศึกษา ระดับปริญญาตรี โดยใช้เทคนิควิธีการทำเหมืองข้อมูล” ได้วิเคราะห์ปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการได้รับทุนการศึกษาของนักศึกษาระดับปริญญาตรีและเปรียบเทียบประสิทธิภาพการจำแนกข้อมูลของตัวแบบด้วยเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ เทคนิคคานาอ็อปเบย์ เทคนิคเพื่อนบ้านใกล้เคียง เทคนิคการเรียนรู้เชิงลึก และเทคนิคป่าสุ่ม โดยใช้ข้อมูลจากการขอทุนการศึกษาของนักศึกษาระดับปริญญาตรี คณะบริหารธุรกิจและคณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์พื้นที่บึงพระพิมุขจักรวรรดิ โดยใช้ข้อมูลจำนวน 1,155 ชุด และมีจำนวน 15 คุณลักษณะ ผลการวิจัยพบว่าปัจจัยที่มีความสำคัญ 5 อันดับแรกได้แก่ การเข้าร่วมกิจกรรมการสัมมนา สิทธิพิจารณาเงินทุน และเกรดเฉลี่ย ส่วนตัวแบบการจำแนกที่มีประสิทธิภาพสูงสุดคือเทคนิคป่าสุ่ม เทคนิคการเรียนรู้เชิงลึก เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ เทคนิคคานาอ็อปเบย์ และเทคนิคเพื่อนบ้านใกล้เคียง โดยมีค่าความถูกต้อง 94.28, 93.51, 92.64, 92.47 89.70 ตามลำดับ

จากงานวิจัยเรื่อง “การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการจำแนกข้อมูลเพื่อทำนายการได้รับทุนการศึกษาของนักศึกษาระดับปริญญาตรี โดยใช้เทคนิควิธีการทำเหมืองข้อมูล” คณะผู้วิจัยเห็นว่าสามารถนำเทคนิคการจำแนกข้อมูลต่าง ๆ และเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะ มาประยุกต์และปรับใช้ในงานวิจัยได้

2.2.2 งานวิจัยเรื่อง “ระบบสารสนเทศจัดการทุนการศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร” ได้พัฒนาระบบสารสนเทศจัดการทุนการศึกษาและศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อระบบสารสนเทศจัดการทุนการศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร โดยพัฒนาด้วยโปรแกรมภาษา HTML5, CSS, JavaScript, PHP และโปรแกรมจัดการฐานข้อมูล MySQL โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาทุน มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร จำนวน 50 คน และใช้แบบสอบถามศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อระบบสารสนเทศจัดการทุนการศึกษา ผลการวิจัยพบว่า ระบบสารสนเทศจัดการทุนการศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร สามารถจัดการข้อมูลทุนการศึกษาได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีผลการประเมินความพึงพอใจที่มีต่อระบบในการรวมอยู่ในระดับมาก (\bar{x} = 4.15, S.D. = 0.48)

จากงานวิจัยเรื่อง “ระบบสารสนเทศจัดการทุนการศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร” คณะผู้วิจัยเห็นว่าสามารถนำระบบสารสนเทศเข้ามาประยุกต์ใช้กับงานวิจัยในส่วนของการนำกฎการตัดสินใจไปพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจบนเว็บไซต์พร้อม ๆ ร่วมกับการนำเสนอข้อมูลแบบ Visualization ด้วยการแสดงผลข้อมูลในรูปแบบของรูปภาพ

2.2.3 งานวิจัยเรื่อง “ยุทธศาสตร์การจัดการทุน โครงการทุนการศึกษาเฉลิมราชกุมารี ระดับอุดมศึกษา ของกระทรวงศึกษาธิการ” ได้ศึกษาปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อจัดการทุน โครงการทุนการศึกษาเฉลิมราชกุมารี ระดับอุดมศึกษา ของกระทรวงศึกษาธิการ ใช้เทคนิคการวิจัยแบบผสม (Mixed Methods Research) โดยมีแบบสอบถามความคิดเห็นจากผู้รับทุนจำนวน 255 คน โดยการสัมภาษณ์เชิงลึก (In-depth interview) กับผู้เกี่ยวข้องจำนวน 24 คน และการสนทนากลุ่ม (Focus group discussion) กับหน่วยงานที่เป็นผู้ดูแลทุนจำนวน 5 คน ผลการศึกษาพบว่าปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อจัดการทุน มี 2 ปัจจัยคือ 1) ปัจจัยด้านบวก ได้แก่ภาครัฐให้ความสำคัญต่อโครงการ สนับสนุนการศึกษา และงบประมาณในการบริหารจัดการโครงการฯ ให้กับผู้รับทุนจนเรียนจบครบตามหลักสูตรในระดับปริญญาตรี ฯลฯ 2) ปัจจัยด้านลบ ได้แก่ผู้รับทุนไม่ได้รับข้อมูลโครงการที่เพียงพอ ขาดการติดต่อกันระหว่างผู้เกี่ยวข้องในการจัดการทุนกับผู้รับทุน และมีการประชาสัมพันธ์ที่น้อย จึงทำให้การส่งเงินทุนให้กับผู้รับทุนมีความล่าช้า ฯลฯ

จากงานวิจัยเรื่อง “ยุทธศาสตร์การจัดการทุน โครงการทุนการศึกษาเฉลิมราชกุมารี ระดับอุดมศึกษา ของกระทรวงศึกษาธิการ” คณะผู้วิจัยเห็นว่าควรมีการเพิ่มปัจจัยอื่น ๆ สำหรับใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลในงานวิจัยนี้เพิ่มเติม เพื่อให้ได้ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อช่วยเหลือด้านทุนการศึกษามากขึ้น

3. วิธีการวิจัย

กระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลด้วย CRISP-DM ประกอบด้วย 6 ขั้นตอนหลัก ดังนี้

3.1.1 รู้จักและเข้าใจในธุรกิจ (Business Understanding) เป็นขั้นตอนแรกของกระบวนการที่มุ่งเน้นไปที่การทำความเข้าใจกระบวนการทางธุรกิจโดยรวม ผู้วิจัยทำความเข้าใจกับปัญหาให้อยู่ในรูปของการวิเคราะห์ข้อมูลทาง Data Mining โดยการวิเคราะห์ข้อมูลในประเด็นนี้ซึ่งมีข้อมูลมาก ทำให้ไม่สามารถทำความเข้าใจกับข้อมูลที่มีความซับซ้อนได้อย่างรวดเร็ว เช่น ต้องการทราบว่านักศึกษาลักษณะคุณสมบัติที่บ่งบอกถึงความต้องการช่วยเหลือในด้านการศึกษา

3.1.2 จัดเก็บและรวบรวมข้อมูลให้ครบ (Data Understanding) ขั้นตอนการจัดเก็บและรวบรวมข้อมูล ตลอดจนการพิจารณาตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ได้รับ โดยเลือกว่าจะใช้ข้อมูลทั้งหมดหรือบางส่วนในการวิเคราะห์ให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้

ข้อมูลนักศึกษาเบื้องต้น มีจำนวนข้อมูล 1,044 รายการ ประกอบด้วย 15 คุณลักษณะประกอบด้วย เพศ อายุ ที่อยู่ ขนาดครอบครัว สถานะการอยู่ร่วมกันของผู้ปกครอง การศึกษาของมารดา การศึกษาของบิดา อาชีพของมารดา อาชีพของบิดา เหตุผลในการเลือกโรงเรียนนี้ ผู้ปกครอง เวลาเดินทาง เวลาเรียน ความล้มเหลว การสนับสนุนด้านการศึกษาคือครอบครัวซึ่งทั้งหมดนี้ ผู้วิจัยไม่ได้นำทุก 15 คุณลักษณะมาวิเคราะห์ ใช้เพียงบางคุณลักษณะที่จำเป็นเท่านั้น เพื่อการวิเคราะห์ข้อมูลที่มีประสิทธิภาพ

3.1.3 เตรียมข้อมูลให้พร้อมใช้งาน (Data Preparation)

3.1.3.1 ทำการคัดเลือกข้อมูล (Data Selection) คือการคัดเลือกข้อมูลที่เหมาะสมเพื่อนำมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยทำการคัดเลือกข้อมูล และทำการ Data Cleaning ข้อมูลนักศึกษาเบื้องต้น โดยตัดส่วนที่ไม่จำเป็นออกให้เหลือเฉพาะข้อมูลที่จำเป็นในการวิเคราะห์ในภาพรวม จำนวน 15 คุณลักษณะ ได้แก่ เพศ อายุ ที่อยู่ ขนาดครอบครัว สถานะการอยู่ร่วมกันของผู้ปกครอง การศึกษาของมารดา การศึกษาของบิดา อาชีพของมารดา อาชีพของบิดา เหตุผลในการเลือกโรงเรียนนี้ ผู้ปกครอง ของนักศึกษา เวลาในการเรียน ออกไปเที่ยวข้างนอกกับเพื่อน ความล้มเหลว และการสนับสนุนด้านการศึกษาคือครอบครัว โดยใช้ข้อมูล จำนวน 1,044 รายการซึ่งเป็นข้อมูลที่จำเป็นในการนำไปวิเคราะห์ข้อมูล

3.1.3.2 ทำการกลั่นกรองข้อมูล (Data Cleaning) คือการทำความสะอาดข้อมูลเป็นกระบวนการตรวจสอบและการแก้ไข (หรือลบ) รายการข้อมูลที่ไม่ถูกต้องออกไปจากชุดข้อมูลตารางหรือฐานข้อมูล ซึ่งเป็นหลักสำคัญของฐานข้อมูล

3.1.4 สร้างแบบจำลอง (Modeling) ขั้นตอนการสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์ และสถิติเพื่อการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยจึงใช้วิธี information Gain ในการคัดเลือกข้อมูล เพราะเป็นวิธีที่หาค่าน้ำหนักของคอลัมน์นั้น ๆ โดยตรงและเห็นผลที่ชัดเจนที่สุด โดยจะคำนวณในขั้นตอนต่อไปผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการทำเหมืองข้อมูลแบบ Data Classification เพื่อใช้สำหรับเป็นมาตรการในด้านของการศึกษา จากเทคนิคการจำแนกประเภทข้อมูลด้วยการสร้างเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ

3.1.5 การประเมินผล (Evaluation) เป็นขั้นตอนก่อนนำผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนก่อนหน้าโดยนำไปใช้งาน ด้วยการวัดประสิทธิผลของผลลัพธ์ที่ได้กับวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ในขั้นตอนแรกเพื่อแสดงให้เห็นว่ามีนัยสำคัญหรือความน่าเชื่อถือมากน้อยเพียงใด ด้วยการประเมินผลจากโปรแกรมว่าถูกต้องหรือไม่

3.1.6 เผยแพร่ผลวิเคราะห์ (Deployment) ขั้นตอนการนำผลลัพธ์ที่ได้ไปใช้งานเป็นการทั่วไป อาจจัดทำเป็นรูปแบบของรายงาน (Report) หรือแผนภาพ (Dashboard) ที่พร้อมให้ฝ่ายต่าง ๆ นำไปใช้ประโยชน์ในการวางแผน กำหนดกลยุทธ์ และดำเนินการต่าง ๆ ในทางธุรกิจผู้วิจัยนำผลข้อมูลที่ทำการวิเคราะห์แล้ว แสดงผลข้อมูลบน Web Browser โดยใช้ชุดคำสั่ง HTML CSS3 และ PHP ร่วมกับการนำเสนอข้อมูลแบบ Visualization ด้วยการแสดงผลข้อมูลในรูปแบบของภาพโดยใช้โปรแกรม Tableau Public

4. ผลการวิจัย

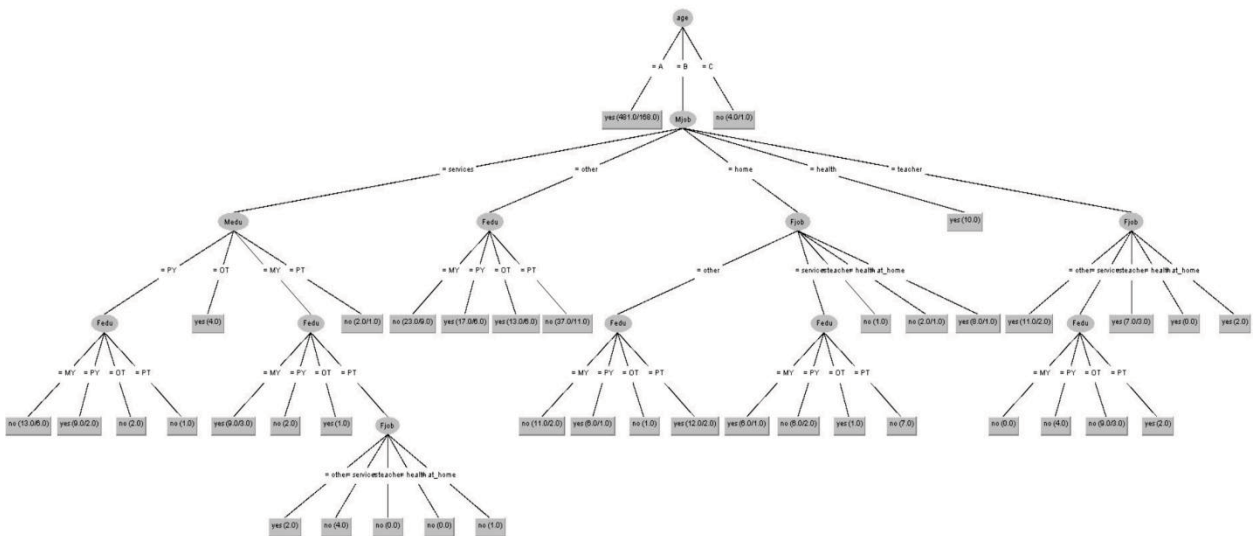
ผลการคำนวณค่าแต่ละคุณลักษณะเทียบกับคลาสเพื่อหาคุณลักษณะที่มีค่า Information Gain มากที่สุดค่า แสดงดังตาราง

ตารางที่ 1 ผลการคำนวณค่าแต่ละคุณลักษณะเทียบกับคลาส

คุณลักษณะ	Information Gain	สถานะการเลือก
เพศ	0.0312	
อายุ	0.0652	✓
ที่อยู่ของนักศึกษา	0.0125	
ขนาดครอบครัว	0.0245	
สถานะการอยู่ร่วมกันของผู้ปกครอง	0.0236	
ระดับการศึกษาของมารดา	0.0587	✓
ระดับการศึกษาของบิดา	0.0456	✓
ประเภทอาชีพของมารดา	0.0565	✓
ประเภทอาชีพของบิดา	0.0478	✓
สถานที่พักของนักศึกษา	0.0398	

ผู้วิจัยได้ทำการเลือกคุณลักษณะ ที่มีค่า Information Gain มากที่สุด 5 อันดับแรก ได้แก่ อายุ ระดับการศึกษาของมารดา ระดับการศึกษาของบิดา ประเภทอาชีพของมารดา ประเภทอาชีพของบิดา จากนั้นนำข้อมูลทั้ง 5 คุณลักษณะ ไปสร้างเป็นโมเดลด้วยเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ ก่อนทดสอบประสิทธิภาพต่อไป

ผลการสร้างโมเดลจากกลุ่มข้อมูลสำหรับการเรียนรู้ (Training Data) ที่ได้เตรียมไว้ โดยนำกลุ่มข้อมูลสำหรับการเรียนรู้ มาทดสอบกับอัลกอริทึมต้นไม้ (Tree) คือ C4.5 (J48) ผลจากการวิเคราะห์ สามารถแสดงผลในรูปแบบต้นไม้ตัดสินใจ ดังนี้



ภาพที่ 1 ผลจากการวิเคราะห์ ในรูปแบบผังต้นไม้ตัดสินใจ

สามารถแสดงผลในรูปแบบกฎ ดังนี้

```

age = A: yes (481.0/168.0)
age = B
| Mjob = services
| | Medu = PY
| | | Fedu = MY: no (13.0/6.0)
| | | Fedu = PY: yes (9.0/2.0)
| | | Fedu = OT: no (2.0)
| | | Fedu = PT: no (1.0)
| | Medu = OT: yes (4.0)
| | Medu = MY
| | | Fedu = MY: yes (9.0/3.0)
| | | Fedu = PY: no (2.0)
| | | Fedu = OT: yes (1.0)
| | | Fedu = PT
| | | | Fjob = other: yes (2.0)
| | | | Fjob = services: no (4.0)
| | | | Fjob = teacher: no (0.0)
| | | | Fjob = health: no (0.0)
| | | | Fjob = at_home: no (1.0)
| | Medu = PT: no (2.0/1.0)
Mjob = other
| Fedu = MY: no (23.0/9.0)
| Fedu = PY: yes (17.0/6.0)
| Fedu = OT: yes (13.0/6.0)
| Fedu = PT: no (37.0/11.0)
Mjob = home
| | Fjob = other
| | | Fedu = MY: no (11.0/2.0)
| | | Fedu = PY: yes (6.0/1.0)
| | | Fedu = OT: no (1.0)
| | | Fedu = PT: yes (12.0/2.0)
Fjob = services
| | Fedu = MY: yes (6.0/1.0)
| | Fedu = PY: no (6.0/2.0)
| | Fedu = OT: yes (1.0)
| | Fedu = PT: no (7.0)
Fjob = teacher: no (1.0)
Fjob = health: no (2.0/1.0)
Fjob = at_home: yes (8.0/1.0)
Mjob = health: yes (10.0)
Mjob = teacher
| Fjob = other: yes (11.0/2.0)
| Fjob = services
| | Fedu = MY: no (0.0)
| | Fedu = PY: no (4.0)
| | Fedu = OT: no (9.0/3.0)
| | Fedu = PT: yes (2.0)
Fjob = teacher: yes (7.0/3.0)
Fjob = health: yes (0.0)
Fjob = at_home: yes (2.0)
age = C: no (4.0/1.0)

```

=== Summary ===

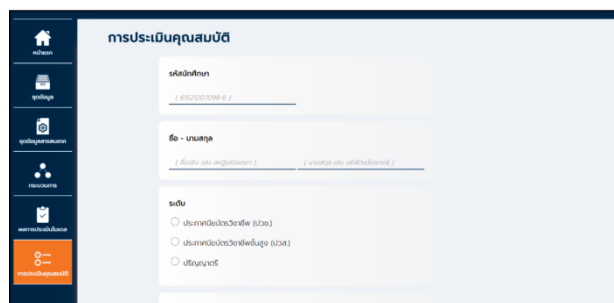
ภาพที่ 2 ผลจากการวิเคราะห์ ในรูปแบบกฎการตัดสินใจ

ผลการประเมินค่าความถูกต้อง 82.22% ค่าความแม่นยำ 67.47% ค่าความไว 84.42% ค่าจำเพาะ 81.20% และค่าความถูกต้องรวม 75.00% หลังจากได้ค่าผลการประเมินที่พึงพอใจแล้ว จึงนำกฎที่ได้ไปพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจในรูปแบบเว็บไซต์ต่อไป

ผลการเผยแพร่ผลการวิจัย โดยนำผลข้อมูลที่ทำการวิเคราะห์แล้ว แสดงผลข้อมูลบน Web Browser โดยใช้ชุดคำสั่ง HTML CSS3 และ PHP ร่วมกับการนำเสนอข้อมูลแบบ Visualization ด้วยการแสดงผลข้อมูลในรูปแบบของภาพโดยใช้โปรแกรม Tableau Public ดังนี้



ภาพที่ 3 หน้าจอหน้าแรกของระบบแบบจำลองการช่วยเหลือด้านทุนการศึกษา



ภาพที่ 4 หน้าจอกรอกข้อมูลของผู้สมัครเข้ารับทุนการศึกษา

5. สรุป

การพัฒนาแบบจำลองมาตรการการช่วยเหลือด้านการศึกษาสำหรับนักศึกษา ด้วยเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ ผู้วิจัยได้ศึกษาปัญหา และเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้กระบวนการวิเคราะห์ข้อมูล CRISP-DM เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ตามขอบเขตของโครงการงาน คือ รู้จักและเข้าใจในธุรกิจ จัดเก็บและรวบรวมข้อมูลให้ครบ เตรียมข้อมูลให้พร้อมใช้งาน สร้างแบบจำลอง การประเมินผล และ เผยแพร่ผลวิเคราะห์

ผลการการคัดเลือกคุณลักษณะ ที่มีค่า Information Gain มากที่สุด 5 อันดับแรก ได้แก่ อายุ ระดับการศึกษาของมารดา ระดับการศึกษาของบิดา ประเภทอาชีพของมารดา ประเภทอาชีพของบิดา ผลการสร้างโมเดลจากกลุ่มข้อมูลสำหรับการเรียนรู้ (Training Data) ได้กฎจำนวน 40 กฎ ผลการคำนวณประสิทธิภาพการพยากรณ์ของวิธีการจำแนกข้อมูลด้วยเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ มีความถูกต้อง 82.22% ค่าความแม่นยำ 67.47% ค่าความไว 84.42% ค่าจำเพาะ 81.20% และค่าความถูกต้องรวม 75.00%

6. เอกสารอ้างอิง

- กรสิริณัฐ โรจนวรรณ และวิยุตา เพชรจิระโชติกุล. 2564. การเลือกคุณลักษณะที่เหมาะสมสำหรับการแทนค่าข้อมูลสูญหายของข้อมูลอนุกรมเวลาด้วยเทคนิคเหมืองข้อมูล. วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏวราชนครินทร์.
- จริยา ศรีวิจารณ์, รัชญา ต้อยคัมภีร์และณัฐสุด. 2556. ประสบการณ์ด้านจิตใจของนักศึกษาที่ยากจนจากชนบท และได้รับทุนการศึกษา. สืบค้น 18 พฤษภาคม 2565, จาก <https://so04.tci-thaijo.org/index.php/gskkuhs/article/view/30405>
- ธนากร ปามหา. 2557. การวิเคราะห์พฤติกรรมกรณียัมวิศดุสารนิเทศของห้องสมุดด้วยเทคนิคการทำเหมืองข้อมูล กรณีศึกษาห้องสมุดมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา. สืบค้น 18 พฤษภาคม 2565, จาก <https://ph01.tci-thaijo.org/index.php/rmutijo/article/view/21041/18243>
- ธนพัฒน์ ทองมา และสุชาดา บวรกิตติวงศ์. 2560. การพัฒนาโมเดลทำนายแผนการเรียนในการศึกษาต่อระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย. สืบค้น 18 พฤษภาคม 2565, จาก <https://so01.tci-thaijo.org/index.php/OJED/article/view/110673/86734>
- นิรมล พันสีมา และอนันต์ เจ้าสกุล. 2557. การเปรียบเทียบการทำงานโปรแกรม R และโปรแกรม SPSS กรณีการจำแนกประเภทข้อมูลเงินยืมทรองจ่ายของมหาวิทยาลัยขอนแก่น. สืบค้น 18 พฤษภาคม 2565, จาก https://li01.tci-thaijo.org/index.php/sci_ubu/article/view/87160
- เบญจมาศ ปิยะ. 2558. การศึกษาพฤติกรรมผู้ใช้งานตู้แช่แข็งพาณิชย์ด้วยเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ. กรุงเทพฯ: สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการจัดการ มหาวิทยาลัยกรุงเทพ.
- บุญญพัชชาณัฐ ใจสถาน, สมหมาย แจ่มกระจ่าง และพัชร์วิภา โปธิ์ศรี, 2565. ยุทธศาสตร์การจัดการทุน โครงการทุนการศึกษาเฉลิมราชกุมารี ระดับอุดมศึกษา ของกระทรวงศึกษาธิการ.
- ปัทมา เทียงสมบุญ และนิเวศ จิระวิชิตชัย. 2561. การพัฒนาระบบธุรกิจอัจฉริยะเพื่อสนับสนุนการพยากรณ์และการตัดสินใจของผู้บริหาร กรณีศึกษากลุ่มโรงพยาบาล. สืบค้น 21 พฤษภาคม 2565, จาก <https://ph01.tci-thaijo.org/index.php/VESTSU/article/view/148906>
- พรรณธิดา เพชรบุญมี, ดวงกมล โพธิ์นาค และมนต์ชัย เทียนทอง. 2556. การพยากรณ์รูปแบบการเรียนรู้ตามประสบการณ์ของเดวิดโคล์ปโดยใช้กฎการจำแนกเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ. สืบค้น 21 พฤษภาคม 2565, จาก <https://1t1-thaijo.org/index.php/tstilarticle/view/14536/13308>
- พีรศุขม์ ทองพ่วง และจรัญ แสนราช. 2564. การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการจำแนกข้อมูลเพื่อทำนายการได้รับทุนการศึกษาของนักศึกษาระดับปริญญาตรี โดยใช้เทคนิควิธีการทำเหมืองข้อมูล. วารสารการพัฒนางานประจำสู่งานวิจัย.
- ภาภรณ์ เหล่าพิลัย และ จรัญ แสนราช. 2562. การวิเคราะห์การลาออกกลางคันของนักศึกษาระดับปริญญาตรีโดยใช้เทคนิควิธีการทำเหมืองข้อมูล. วารสารวิทยาศาสตร์แห่งมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี.
- รุจิรา ธรรมสมบัติ. 2554. ระบบสนับสนุนการตัดสินใจในการเลือกใช้แพคเกจอินเทอร์เน็ตมือถือ โดยใช้ต้นไม้ตัดสินใจ. วิทยาลัยราชพฤกษ์.
- สมาลี สิกเสน และมนต์ชัย เทียนทอง. 2559. การวิเคราะห์ความถนัดของผู้เรียนตามแนวทางพหุปัญญาโดยใช้กฎการจำแนกเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ. สืบค้น 21 พฤษภาคม 2565, จาก <https://so05.tci-thaijo.org/index.php/rmuj/article/view/58416>

- สุรินทร์ เพชรไทย, พินิต มณีเขียว และอนุวัฒน์ แน่ไพโร. 2560. ระบบสารสนเทศจัดการทุนการศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏ กำแพงเพชร. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สทวท.).
- อนุชิต พงศ์พรหม, พลกฤต แสงอาวุธและพูนฉัตร วิชัยดิษฐ์. 2562. การศึกษาการบริหารจัดการทุนการศึกษาของนักศึกษาระดับ มหาวิทยาลัยของรัฐจังหวัดสุราษฎร์ธานี. สืบค้น 21 พฤษภาคม 2565, จาก <https://so04.tci-thaijo.org/index.php/llsj/article/view/204151/159492>
- อภิยศ เจริญวิวัฒน์. 2562. การวิเคราะห์ข้อมูลและการนำเสนอข้อมูลเชิงภาพ เพื่อประยุกต์ใช้กับ การแสดงข้อมูลสถิติของ สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. สืบค้น 21 พฤษภาคม 2565, จาก <https://pulinet.oas.psu.ac.th/index.php/journal/article/view/381>
- Shearer, C. 2000. The CRISP-DM model: the new blueprint for data mining. Journal of Data Warehouse.
- Sripaoray, S., and Sinsomboonthong. 2017. Efficiency Comparison of Data Mining Classification Methods for Chronic Kidney Disease: A Case Study of a Hospital in India. Thai Science and Technology Journal.

ไลน์แชทบอทอัจฉริยะสำหรับไฮโดรโปนิคส์ฟาร์ม

Intelligent Line Chat Bot for Hydroponic Smart Farm

นภัทร ศุภพร

Napat Supaporn

โปรแกรมวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โรงเรียนบดินทรเดชา 4

Science-Mathematic Program, Bordindecha 4 School

E-mail: napatsupp1@gmail.com หมายเลขโทรศัพท์ 093-415-4255

บทคัดย่อ

แชทบอทคือซอฟต์แวร์ที่พัฒนาขึ้นมา เพื่อช่วยตอบกลับข้อความหรือการสนทนาผ่านอินเทอร์เน็ตในรูปแบบของข้อความหรือภาพกราฟิกโดยอัตโนมัติและทำงานได้อย่างรวดเร็วอยู่ตลอดเวลา ซึ่งปัจจุบันในภาคการเกษตร ระบบอัจฉริยะที่ใช้งานกันอยู่จากเทคโนโลยีเซนเซอร์ และ IOT เพื่อนำมาสนับสนุนการตัดสินใจของเกษตรกร ยังไม่มีการรวบรวมองค์ความรู้ในการปลูกพืชให้แก่เกษตรกร ด้วยเหตุนี้เราจึงเสนอ LINE แอปพลิเคชันแชทบอท ด้วย API ของ Line Message นำมาเชื่อมต่อกับแพลตฟอร์ม Google DialogFlow ที่มีระบบ NLP หรือ Natural Language Processing ในการเรียนรู้ภาษาไทยและวิเคราะห์ความต้องการของผู้ใช้ เพื่อให้คำแนะนำในการปลูกพืชไฮโดรโปนิคส์แก่เกษตรกร และระบบยังทำงานร่วมกับ Arduino IoT เพื่อรับข้อมูลเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมรอบๆ แปลงปลูกพืช ในการสนับสนุนการตัดสินใจของเกษตรกร โดยในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้นำเสนอ fallback rate มาเป็นตัววัดประสิทธิภาพของแชทบอท ในมุมมองของความพึงพอใจของผู้ใช้ นั่นหมายถึงจำนวนของข้อความที่ล้มเหลวที่แชทบอทส่งกลับไปหาผู้ใช้ หากเปรียบเทียบกับจำนวนของข้อความทั้งหมดที่แชทบอทได้ตอบกลับผู้ใช้ในช่วงเวลาที่กำหนด จากผลลัพธ์ในการประเมินประสิทธิภาพของแชทบอทที่ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบด้วย fallback rate พบว่า ความผิดพลาดมีมากกว่า 5% ซึ่งอย่างไรก็ตามในเชิงของการถามคำถามผ่านช่องทางแชทบอท เกษตรกรต้องพิมพ์คำสำคัญที่ถูกต้องตามที่กำหนดไว้เท่านั้น มิฉะนั้นพวกเขาจะไม่ได้การตอบกลับจากแชทบอท ดังนั้นในอนาคตผู้วิจัยจึงได้วางแผนออกแบบเมนูเชื่อมต่อกับผู้ใช้ แบบ Carousel message สำหรับเพิ่มประสิทธิภาพการสื่อสารกับเกษตรกรโดยใช้ GUI เพื่อช่วยลดอัตราความผิดพลาดและเพิ่มความพึงพอใจของผู้ใช้ให้มากยิ่งขึ้น

คำสำคัญ: API Channel, Natural Language Processing, DialogFlow, Fallback Rate

Abstract

A chatbot is a software developed to help reply to a text or graphic user interface conversations automatically and quickly in real-time. In the agriculture sector, the existing intelligence agriculture systems use data from sensing and internet of things (IoT) technologies that exclude cultivation knowledge to support decision-making by farmers. Consequently, we propose the LINE chatbot application with Line Message API channel to connect with Google DialogFlow platform that already including NLP or Natural Language Processing system for learning the Thai language and analyze the user intent to providing hydroponic cultivation recommendations to farmers and works with our demonstrate smart agriculture Arduino IOT systems for getting information about farm environment to support their decision-making. We use the fallback rate to be a chatbot key performance evaluation in term of user satisfaction. It represents a number of missing or failure messages that Chatbot gets back to user to compare with total messages that it interacts with users in specific period of times. After implementing our proposed chatbot, we evaluate the efficiency of the Chatbot with fallback rate and found that the error was greater than 5%. However, in terms of asking questions via chat box, this LINE chatbot application is a rule-based bot or script bot that farmers have to type in the correct keywords as prescribed, otherwise they won't get a response from the chatbots. Thus, we plan to design GUI Carousel message Interface menu for more efficiency to communicate with farmers and will increase the chatbot efficient, results in a low error rate, and leads to user satisfaction as well.

Keywords: API Channel, Natural Language Processing, DialogFlow, Fallback Rate

1. บทนำ

แชทบอทคือโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ออกแบบมาเพื่อจำลองการสนทนากับผู้ใช้ที่เป็นบุคคล โดยทั่วไปจะผ่านช่องทางการสื่อสารแบบข้อความหรือเสียง แชทบอทสามารถตั้งโปรแกรมให้ตอบสนองต่ออินพุตของผู้ใช้ โดยการส่งข้อความ เสียง หรือภาพกราฟิกที่กำหนดไว้ล่วงหน้า หรือใช้อัลกอริทึมปัญญาประดิษฐ์ (AI) เพื่อทำความเข้าใจและตีความภาษาธรรมชาติ ในการสร้างแชทบอท โดยทั่วไปแล้วนักพัฒนาจะใช้แพลตฟอร์มการพัฒนาแชทบอทที่เป็นที่นิยม ได้แก่ Dialogflow, IBM Watson, Microsoft Bot Framework และ Rasa Chatbots ซึ่งสามารถนำไปใช้งานได้หลากหลาย เช่น การบริการลูกค้า การขายและการตลาด ผู้ช่วยเสมือนจริง และความบันเทิงส่วนบุคคล แชทบอทได้รับความนิยมมากขึ้นในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมา โดยมีธุรกิจและองค์กรจำนวนมากใช้แชทบอทเพื่อปรับปรุงการมีส่วนร่วมของลูกค้าและระดับการบริการ อีกทั้งสามารถใช้แชทบอทเพื่อการเกษตรได้ แชทบอท สามารถออกแบบ เพื่อให้บริการต่างๆ แก่เกษตรกรและคนอื่นๆ ในอุตสาหกรรมเกษตร สำหรับการจัดการพืชผล แชทบอทจะช่วยเกษตรกรในการจัดการพืชผล โดยให้ข้อมูลแบบเรียลไทม์ที่เกี่ยวข้องกับสภาพอากาศ ระดับความชื้นในดิน และการระบาดของศัตรูพืช สำหรับข้อมูลการตลาด แชทบอทสามารถให้ข้อมูลล่าสุดแก่เกษตรกรเกี่ยวกับราคาสินค้าสำหรับพืชผล ตลอดจนคำแนะนำเกี่ยวกับเวลาและสถานที่ที่จะขายผลผลิต สำหรับการฝึกอบรมและการศึกษา แชทบอทสามารถให้การฝึกอบรมและแหล่งข้อมูลด้านการศึกษาแก่เกษตรกร ช่วยให้พวกเขาเรียนรู้เทคนิคและกลยุทธ์ใหม่ๆ สำหรับการจัดการพืชผลและด้านอื่นๆ ของการทำฟาร์ม โดยรวมแล้ว แชทบอทสามารถเป็นเครื่องมือที่มีคุณค่าสำหรับอุตสาหกรรมเกษตร และสนับสนุนเกษตรกรและผู้มีส่วนได้ส่วนเสียอื่นๆ สามารถช่วยปรับปรุงผลผลิตของพืชผล ลดต้นทุน และเพิ่มผลกำไรให้กับเกษตรกรและธุรกิจในการเกษตร

Yashaswini and et al. [1] ได้นำเสนอระบบที่จะทำการวิเคราะห์แมชชีนเลิร์นนิงเกี่ยวกับพารามิเตอร์ที่มีค่าทั้งหมดที่จำเป็นสำหรับการเพิ่มผลผลิตของเกษตรกร พวกเขาวิเคราะห์สภาพอากาศ ฤดูกาล ปริมาณน้ำฝน และประเภทของดินในพื้นที่และอิงตามข้อมูลในอดีต เพื่อฝึกระบบให้แนะนำว่าควรปลูกพืชชนิดใด และปลูกพืชแบบผสมผสานที่ปลูกร่วมกันเพื่อเพิ่มผลผลิต โดยแชทบอทของผู้วิจัยได้รับการฝึกฝนด้วย NLP ดังนั้นมันจึงเรียนรู้ด้วยตัวเองและค้นหาคำตอบให้เกษตรกรอย่างทันทีทันใด ระบบนี้ช่วยให้เกษตรกรในพื้นที่ห่างไกลสามารถเข้าใจชนิดของพืชผลที่จะปลูกตามสภาพอากาศได้ดียิ่งขึ้น และยังตอบคำถามพื้นฐานเกี่ยวกับการทำฟาร์มได้อีกด้วย

Ekanayake and et al.[2] ได้พัฒนาห้องสนทนาและ แชทบอทเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับปัญหาทั่วไปที่เกี่ยวข้องกับการทำฟาร์มกับเพื่อนและผู้เชี่ยวชาญ และสนับสนุนเกษตรกรให้ตัดสินใจทำฟาร์มได้ทันที่ที่ ผู้วิจัยใช้ภาษา Artificial Intelligence Markup Language (AIML) เพื่อฝึกโมเดลมาใช้ในการพยากรณ์ในด้านต่างๆ ตามความต้องการของผู้ใช้ และแชทบอทได้ถูกนำไปใช้ในแพลตฟอร์มคลาวด์ ดังนั้นปลายทางของโคลเอนต์จึงไม่ต้องการทรัพยากรในการคำนวณเพิ่มเติม

Venkata and et al. [3] ได้พัฒนาแชทบอท AI แบบสนทนา เพื่อเพิ่มรายได้และทำงานแบบ manual ให้เป็นแบบอัตโนมัติ และมุ่งเน้นไปที่การเติบโตและให้ความช่วยเหลือแก่เกษตรกรทุกคนอย่างทันที่ทันที่ในด้านต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการทำฟาร์มและสถานะตลาด

จากการทบทวนวรรณกรรมข้างต้นผู้วิจัยจึงนำเสนอแอปพลิเคชันไลน์แชทบอท ผ่านทาง Line Message API เพื่อเชื่อมต่อกับแพลตฟอร์ม Google Dialog Flow ที่มีระบบ NLP หรือ Natural Language Processing อยู่แล้ว สำหรับการเรียนรู้ภาษาไทยและวิเคราะห์ความตั้งใจของเกษตรกร ที่ไม่เพียงแต่ให้คำแนะนำการปลูกพืชไร้ดิน(Hydroponic)แก่เกษตรกรเท่านั้น พร้อมสาธิตระบบ Smart Agriculture Arduino IOT เพื่อรับข้อมูลเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมในฟาร์ม เพื่อมาใช้ประกอบการตัดสินใจของเกษตรกรอีกด้วย

2. วิธีการศึกษา

ไลน์แชทบอทที่ออกแบบในงานวิจัยนี้ได้ผสมรวมระบบต่างๆ ดังต่อไปนี้ เพื่อสร้างไลน์แชทบอทอัจฉริยะสำหรับฟาร์มอัจฉริยะแบบไฮโดรโปนิคส์

2.1 LINE message API Channel

LINE API ย่อมาจาก Application Programming Interface เป็นบริการของแอปพลิเคชันไลน์ เพื่อจัดเตรียมชุดของโปรโตคอล และเครื่องมือที่นักพัฒนาใช้เพื่อสร้างแอปพลิเคชันซอฟต์แวร์และช่วยให้พวกเขาสามารถโต้ตอบกับแอปพลิเคชันซอฟต์แวร์หรือบริการอื่นๆ โดย LINE API อนุญาตให้แอปพลิเคชันซอฟต์แวร์ต่างๆ สื่อสารระหว่างกัน และแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างกันได้

2.2 Dialogflow Platform and Google Sheet Platform

Dialogflow เป็นแพลตฟอร์ม AI เชิงสนทนาที่พัฒนาโดย Google ซึ่งช่วยให้นักพัฒนาสามารถสร้างแชทบอทและแอปพลิเคชันการสนทนาอื่นๆ ที่สามารถสื่อสารกับผู้ใช้ในภาษาธรรมชาติได้ ระบบให้บริการเครื่องมือและบริการต่างๆ สำหรับการสร้างและจัดการอินเทอร์เฟซข้อความการสนทนา รวมถึงการประมวลผลภาษาธรรมชาติ (NLP) การเรียนรู้ของเครื่อง และการรู้จำเสียงอัตโนมัติ (ASR) ด้วย Dialogflow นักพัฒนาสามารถสร้างแชทบอทที่สามารถเข้าใจและตอบสนองต่อคำถามของผู้ใช้ในหลายภาษาบนแพลตฟอร์มที่หลากหลาย

2.3 Google Sheet

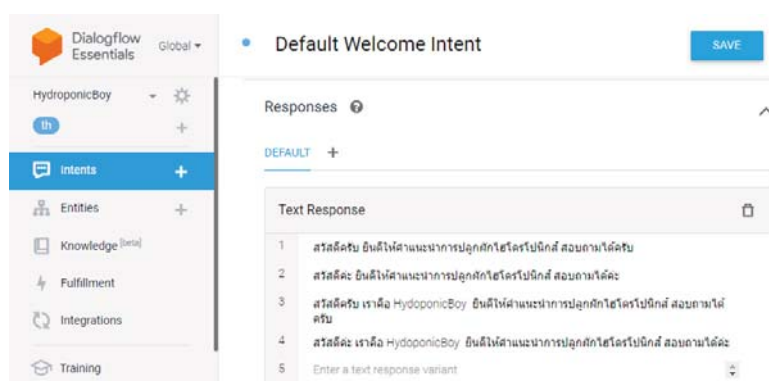
Google Sheets เป็นแอปพลิเคชันสเปรดชีตบนคลาวด์ที่พัฒนาโดย Google ช่วยให้ผู้สร้างและแก้ไขสเปรดชีตออนไลน์ในขณะที่ทำงานร่วมกันแบบเรียลไทม์กับผู้ใช้รายอื่น ข้อดีอย่างหนึ่งของการใช้ Google Sheets คือ ความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่นแบบเรียลไทม์ ผู้ใช้หลายคนสามารถเข้าถึงและแก้ไขสเปรดชีตเดียวกันได้พร้อมกัน ทำให้ง่ายต่อการทำงานร่วมกันในโครงการหรือติดตามข้อมูลจากแหล่งต่างๆ นอกจากนี้ Google Sheets ยังมีเทมเพลตและส่วนเสริมมากมายที่ช่วยให้ผู้ใช้ปรับปรุงเวิร์กโฟลว์และปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงาน

2.4 Arduino IOT system

เป็นระบบที่มีการใช้การใช้อินเทอร์เน็ตไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ร่วมกับอุปกรณ์เซ็นเซอร์และเทคโนโลยีการสื่อสารต่างๆ เพื่อสร้างเครือข่ายอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อกัน ซึ่งสามารถรวบรวมและส่งข้อมูลผ่านอินเทอร์เน็ต โดยทั่วไประบบ IoT จะประกอบด้วยองค์ประกอบหลักสามส่วน ได้แก่ เซ็นเซอร์เพื่อรวบรวมข้อมูล ไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อประมวลผลข้อมูล และสื่อสารกับเครือข่าย รวมถึงเครื่องเซิร์ฟเวอร์บนคลาวด์ เพื่อจัดเก็บและวิเคราะห์ข้อมูล บอร์ด Arduino เป็นตัวเลือกยอดนิยมสำหรับการสร้างระบบ IoT เนื่องจากง่ายต่อการตั้งโปรแกรม ต้นทุนต่ำ และมีฟังก์ชันการทำงานที่หลากหลายผ่านอินพุตและเอาต์พุตที่มีมากมาย บอร์ด Arduino สามารถตั้งโปรแกรมให้อ่านข้อมูลจากเซ็นเซอร์ เช่น อุณหภูมิ ความชื้น และเซ็นเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหว และสื่อสารข้อมูลนี้ไปยังอุปกรณ์อื่นหรือเซิร์ฟเวอร์คลาวด์โดยใช้เทคโนโลยีการสื่อสารต่างๆ เช่น Wi-Fi, Bluetooth หรือ GSM

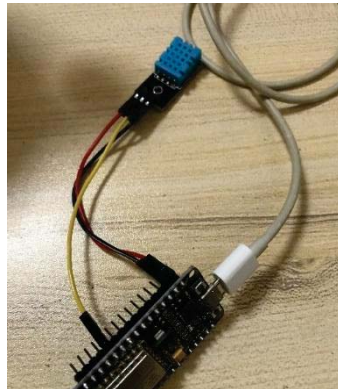
2.5 การออกแบบระบบแชทบอท

ผู้วิจัยได้สร้าง Line Message API channel ขึ้นมาผ่านทาง Line manager เพื่อใช้เชื่อมต่อกับแพลตฟอร์ม DialogFlow ที่ได้รวมระบบภาษาธรรมชาติ (Natural Language Processing) ไว้ให้ผู้วิจัยเรียบร้อยแล้ว เพื่อการเรียนรู้ภาษาไทยและวิเคราะห์ความต้องการของเกษตรกร จากนั้นจะตอบสนองกลับมายังเกษตรกรด้วยคำตอบกลับที่เตรียมไว้ใน DialogFlow สามารถเข้าใจความต้องการของเกษตรกรแต่ละราย ผ่านการเพิ่มวลีการฝึกอบรมและวลีตอบกลับที่เหมาะสมในแต่ละความต้องการตามตัวอย่างในรูปที่ 1



รูปที่ 1 Dialog Flow intent design ด้วยการเพิ่มวลีการฝึกอบรมและวลีตอบกลับเข้าไปในระบบ

จากนั้นผู้วิจัยเชื่อมต่อ dialogFlow กับ LINE message API โดยใช้เมนู integration นอกจากนี้เรายังใช้เซ็นเซอร์ตรวจสอบสภาพแวดล้อมของพื้นที่แปลงปลูกพืชไร่นาโดยใช้ MCU ESP8266 และเซ็นเซอร์สภาพแวดล้อม เช่น เซ็นเซอร์อุณหภูมิและความชื้น ดังรูปที่ 2 ซึ่งจะส่งข้อมูลดิบของสภาพแวดล้อมไปเก็บไว้ใน Google Sheet เมื่อเกษตรกรต้องการตรวจสอบข้อมูลดิบเหล่านี้ แชทบอทจะดึงข้อมูลจาก Google Sheet และส่งให้เกษตรกรแบบเรียลไทม์



รูปที่ 2 การมอนิเตอร์สภาพแวดล้อมแบบเรียลไทม์ด้วย Arduino IOT board

บล็อกไดอะแกรมโดยรวมของระบบสมาร์ทฟาร์มอัจฉริยะ LINE แชนบอทไฮโดรโปนิคส์แสดงในรูปที่ 3 ดังต่อไปนี้



The screenshot shows a Google Docs spreadsheet titled 'TempLog_Script' with two columns: 'Temperature' and 'Humidity'. The data is as follows:

	A	B
1	Temperature	Humidity
2	31.10°C	95.00%
3	29.90°C	93.00%
4	29.90°C	93.00%
5	29.80°C	94.00%
6	29.90°C	93.00%
7	30.10°C	94.00%
8	30.10°C	94.00%
9	29.90°C	94.00%
10	29.90°C	94.00%

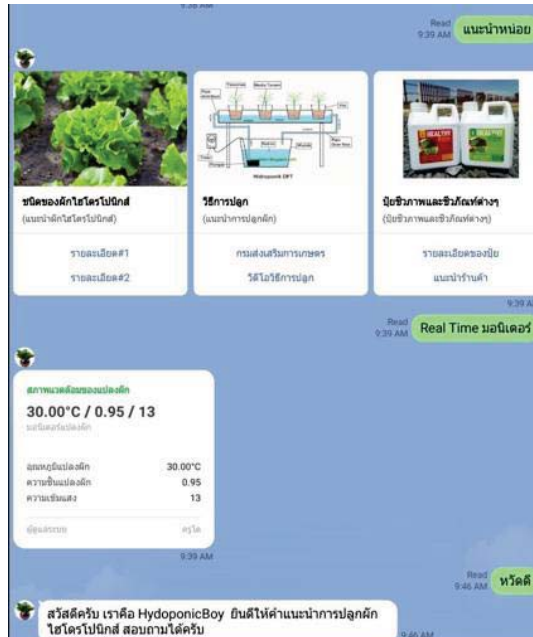
Next to the spreadsheet is the Arduino IDE code for the ESP8266. The code includes headers for WiFi, HTTP redirection, debug macros, and the DHT sensor. It defines the DHT pin and type, and includes a 'doPost' function that parses the sensor data and posts it to a Google Sheet. The code is as follows:

```
1 var ss = SpreadsheetApp.openByUrl("170Pe91kS39WwB039TuoLXe0RLAXc6TK3n0");
2 var sheet = ss.getSheetByName("Temp");
3
4 function doPost(e) {
5
6   var data = JSON.parse(e.postData);
7   var userMsg = data.originalDetect;
8   var values = sheet.getRange(2, 1, 10, 2);
9
10  var Data = sheet.getRange(values);
11  var Data2 = sheet.getRange(values);
12
13  #include <ESP8266WiFi.h>
14  #include "HTTPSRRedirect.h"
15  #include "DebugMacros.h"
16  #include <DHT.h>
17
18  #define DHTPIN D4
19  #define DHTTYPE DHT11
20  DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);
21
22  float h;
23  float t;
24  int val;
25  String sheetHumid = "";
26  String sheetTemp = "";
27  String sheetSoilHumid = "";
28
29  const char* ssid = "Turtle";
30  const char* password = "rak6780sky";
```

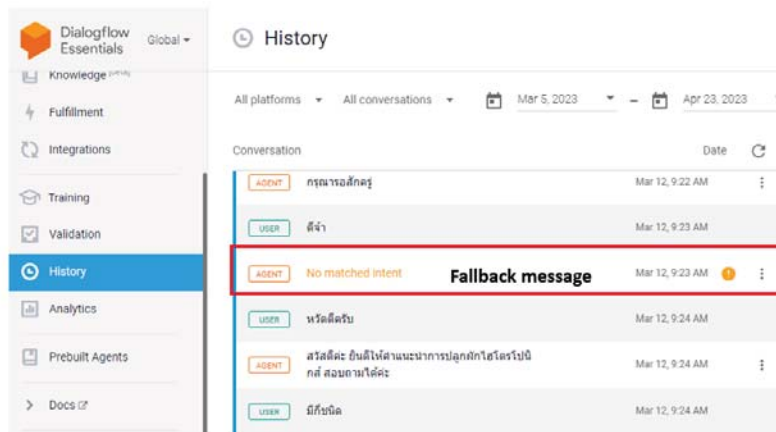
รูปที่ 3 บล็อกไดอะแกรมโดยรวมของระบบสมาร์ทฟาร์มอัจฉริยะ

3. ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

ระบบแชทบอทอัจฉริยะ Line ที่ออกแบบอย่างสมบูรณ์สำหรับฟาร์มปลูกผักไฮโดรโปนิคส์ แสดงดังรูปที่ 4 ด้านล่าง โดยใน DialogFlow มี historical เมนูดังแสดงในรูปที่ 5 เพื่อเป็นตัวแทนและคอยติดตามข้อความการสนทนาทั้งหมด ระหว่างแชทบอทและผู้ใช้ โดยจำนวนข้อความที่ระบบไม่สามารถระบุคำตอบกลับที่เหมาะสมกับผู้ใช้เรียกว่า ข้อความล้มเหลว (Fallback message) การมีข้อความล้มเหลวมากเกินไปก็จะส่งผลถึงความไม่พึงพอใจของผู้ใช้ต่อการแชทบอทที่ออกแบบไว้ ผู้วิจัยนับจำนวนของข้อความที่ล้มเหลวนี้ เพื่อเปรียบเทียบกับข้อความที่สื่อสารได้สำเร็จ มาคำนวณอัตราการการสื่อสารที่ล้มเหลวในการประเมินระบบแชทบอทที่ได้ออกแบบไว้



รูปที่ 4 ระบบแชทบอทที่สมบูรณ์สำหรับฟาร์มปลูกผักไฮโดรโปนิกส์



รูปที่ 5 Historical เมนูที่ในการนับข้อความล้มเหลว

มีผู้ใช้ที่ใช้งานแชทบอทที่ได้ออกแบบไว้จำนวน 10 คน สำหรับการประเมินระบบภายใน 2 สัปดาห์ อัตราการสื่อสารที่ล้มเหลวที่ได้รับจากผู้ใช้ 10 ราย มีทั้งสิ้น 21.5% อย่างไรก็ตามในส่วนของการถามคำถามผ่านแชทบอทนั้น เนื่องจากแอปพลิเคชัน LINE แชทบอท เป็น rule based แชทบอทหรือสคริปต์แชทบอทที่เกษตรกรต้องพิมพ์คีย์เวิร์ดให้ถูกต้องตามที่กำหนด มิฉะนั้นจะไม่ได้รับคำตอบจากแชทบอทตามที่ต้องการ ดังนั้นเราจึงวางแผนที่จะออกแบบเมนูเชื่อมต่อกับผู้ใช้แบบกราฟฟิกชนิด Carousel message Interface เพื่อให้สื่อสารกับเกษตรกรได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น และจะเพิ่มประสิทธิภาพของแชทบอท ส่งผลให้มีอัตราการสื่อสารที่ล้มเหลวต่ำลง และนำไปสู่ความพึงพอใจของผู้ใช้ที่เพิ่มขึ้นด้วย

ตารางที่ 1 แสดงอัตราการสื่อสารที่ล้มเหลวจากแชทบอทที่ได้ออกแบบไว้

Week	Total of message	Total Fall back default Message	Fall Back Rae
1	97	24	24.70%
2	71	13	18.30%

4. สรุป

ไลน์แชทบอทที่ออกแบบมานั้นมีอัตราการย้อนกลับที่ต่ำ ซึ่งเป็นการแสดงถึงความพึงพอใจของเกษตรกรต่อไลน์แชทบอทได้เป็นอย่างดี ระบบนี้ได้แบ่งปันทั้งความรู้ วิธีการปลูกพืชไร่น้ำ และสภาพแวดล้อมฟาร์มแบบเรียลไทม์ เพื่อสนับสนุนการตัดสินใจของเกษตรกรได้ตามที่ผู้วิจัยต้องการ

5. กิตติกรรมประกาศ

งานนี้ได้รับการสนับสนุนโดย Zoom in Academy, Industrial Electrical and Automation Training Center with Japanese Technique (JFAC) and Integrity Plastic Co., Ltd., และนายสุพานิช ทองคำ สำหรับคำแนะนำพิเศษและความคิดเห็นที่ช่วยปรับปรุงงานวิจัยและต้นฉบับให้ดีขึ้น โดยบทความวิจัยนี้สะท้อนถึงมุมมองของผู้ทำวิจัยเท่านั้น

6. เอกสารอ้างอิง

- Yashaswini, D. K., Hemalatha R. and Niveditha, G. 2019. สมาร์ทแชทบอทเพื่อการเกษตร วารสารวิศวกรรมศาสตร์และคอมพิวเตอร์นานาชาติ. เล่มที่ 9. หน้า 22203 – 22204.
- Ekanayake, J., and Saputhanthri, L. 2020. E-AGRO: Chat-Bot อัจฉริยะ IoT และปัญญาประดิษฐ์เพื่อยกระดับอุตสาหกรรม การเกษตร เอกสารออนไลน์ของ Agris ในสาขาเศรษฐศาสตร์และสารสนเทศ ฉบับ 12, หน้า 15 – 21.
- Venkata Reddy, P. S., Nandini Prasad, K.S. and Puttamadappa, C. 2022. Farmer's Friend: AI BoT เชิงสนทนาเพื่อการเกษตรอัจฉริยะ วารสารจิตวิทยาโรงเรียนเชิงบวก. ฉบับ 6 ฉบับที่ 2 พ.ศ. 2541 – 2549.

การยอมรับเทคโนโลยีเสริมความจริงเสมือนในการก่อสร้าง

กรณีศึกษา: ผู้เกี่ยวข้องในงานก่อสร้าง จังหวัดนนทบุรี

Technology Acceptance of Augmented Reality in Construction

พรพรรณ กิจเจริญ*¹ กฤษณา อนันต์กาลต์*¹ ธงชัย โพธิ์ทอง² สุรติ เลื่องหมัด¹

ชาคริต ศรีสุวรรณรัตน์¹ และ จุญญศักดิ์ จารุธีรนาท¹

¹ คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตอุเทนถวาย กรุงเทพมหานคร

² คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี กรุงเทพมหานคร

E-mail address: Pornpant.kij@mutto.ac.th, kritsada_an@mutto.ac.th

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์ 2 ข้อ (1) เพื่อศึกษาลักษณะประชากรศาสตร์ที่มีผลต่อการยอมรับเทคโนโลยีเสริมความจริงเสมือนในการก่อสร้าง กรณีศึกษา: ผู้เกี่ยวข้องในงานก่อสร้าง จังหวัดนนทบุรี (2) เพื่อศึกษาปัจจัยด้านการยอมรับเทคโนโลยีเสริมความจริงเสมือนในการก่อสร้าง กรณีศึกษา: ผู้เกี่ยวข้องในงานก่อสร้าง จังหวัดนนทบุรี ระเบียบวิจัยเป็นงานเชิงปริมาณ กลุ่มตัวอย่างคือ ผู้เกี่ยวข้องในงานก่อสร้าง จังหวัดนนทบุรีจำนวน 300 คน ใช้วิธีสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบสอบถามการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา คือ ค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติเชิงอนุมาน คือ วิเคราะห์ความแปรปรวน วิเคราะห์ความสัมพันธ์ และการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุ ผลการวิจัยพบว่า (1) ผลการเปรียบเทียบลักษณะประชากรศาสตร์ ที่ส่งผลต่อการยอมรับเทคโนโลยีเสริมความจริงเสมือนในการก่อสร้าง พบว่า ผู้เกี่ยวข้องในงานก่อสร้างที่มีอายุ และอาชีพ ต่างกัน การยอมรับเทคโนโลยีเสริมความจริงเสมือนในการก่อสร้าง ต่างกัน ส่วน เพศ ระดับการศึกษา รายได้เฉลี่ย การยอมรับเทคโนโลยีเสริมความจริงเสมือนในการก่อสร้าง ไม่แตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05 (2) ระดับปัจจัยด้านการยอมรับเทคโนโลยีมีความสัมพันธ์กับระดับการยอมรับเทคโนโลยีเสริมความจริงเสมือนในระดับสูง (3) ระดับการยอมรับเทคโนโลยีเสริมความจริงเสมือนในการก่อสร้าง ในภาพรวม อยู่ในระดับเห็นด้วยมาก

คำสำคัญ: การยอมรับเทคโนโลยี AR TECHNOLOGY เทคโนโลยีเสริมความจริงเสมือน

Abstract

The two objectives of this study were (1) to investigate the demographic characteristics which affect Technology acceptance of augmented reality in construction, and (2) to study the factors leading to accept the Technology acceptance. The research design is a quantitative method. The samples selected by the purposive sampling, comprised of 300 Nonthaburi -resident contractors. A set of questionnaires is used as an instrument. The data analysis used descriptive statistics of frequency, percentage, average, and standard deviation as well as the inferential statistics of ANOVA and multiple regression analysis. The findings revealed that (1) the demographic characteristics that AR Technology adoption includes gender, age, education, marital status, and accountable area. The participating contractors with different educational backgrounds show a different degree to such technology at a level of .05. For the other participants, the difference is not found, and (2) **The level** of technology acceptance factors correlated with the high level of acceptance of virtual reality technology (3) The level of acceptance augmented reality technology of residential building construction management contractors as a whole were at a very significant level.

Keywords: Technology, acceptance, AR Technology

1. บทนำ

การนำ เทคโนโลยีเสริมความจริงเสมือน เข้ามาปรับใช้ในการดำเนินธุรกิจจึงเป็นตัวแปรสำคัญของการอยู่รอดในตลาด และเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้ผู้บริหารโครงการก่อสร้างสามารถเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันได้มากขึ้น แนวโน้มของธุรกิจส่วนใหญ่จึงต้องมีการปรับตัวตามเทคโนโลยีเหล่านั้น สอดคล้องกับ เรื่องปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับเทคโนโลยีโปรแกรมสำเร็จรูป SCM.

พบว่า ปัจจุบันการดำเนินกิจการใดๆ เต็มไปด้วยการแข่งขัน เทคโนโลยีเป็นส่วนสำคัญในการพัฒนาองค์กร สร้างความรวดเร็ว แม่นยำในการแข่งขันต่อสู้ทางธุรกิจได้

โลกเสมือนผสมผสานโลกจริงเป็นการผสมผสานระหว่างความจริงกับสิ่งเสมือนจริงในรูปแบบดิจิทัล ซึ่งนำมาเชื่อมโยงหรือ ปฏิสัมพันธ์กันของสองสิ่งในเวลาจริงหรือในเวลาปัจจุบันขณะนั้นโดยการใช้ภาพแบบสามมิติ ซึ่งเป็นผู้คิดค้นและทำงานกับ เทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกจริง (AR) ที่เป็นเทคโนโลยีผสมผสานโลก แห่งความเป็นจริงและโลกเสมือน (Real and Virtual Environment) ไว้ด้วยกัน โดยใช้วิธีการซ้อนภาพสอง มิติหรือสามมิติที่อยู่ในโลกเสมือนให้อยู่บนภาพที่เห็นจริงที่สามารถตอบโต้ได้ทันที (Interactive in Real Time) ซึ่งสอดคล้องกับ ที่อธิบายความหมายว่าเป็นเทคโนโลยีที่ใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์สร้าง ภาพเสมือน ซึ่งภาพที่สร้างจะซ้อนทับกับวัตถุทางกายภาพในเวลาจริง ซึ่งแตกต่างจากความเป็นจริงเสมือน (VR) ที่เป็นการสร้าง ภาพในรูปแบบดิจิทัล โดยผู้ใช้จะเข้าไปในสภาพแวดล้อมเสมือนจริงได้อย่างสมบูรณ์แบบมากขึ้น ผู้ใช้สามารถโต้ตอบกับภาพเสมือน ที่สร้างขึ้นด้วยวัตถุจริงในโลกจริงได้

อย่างไรก็ตามในการทำงานยังพบปัญหาและอุปสรรค ที่เกิดจากการนำ เทคโนโลยีความจริงเสริม มาใช้ในการปฏิบัติงาน พนักงานบางส่วนไม่สามารถที่จะใช้ เทคโนโลยีความจริงเสริม ได้ เนื่องจากพนักงานขาดทักษะความรู้ และอายุของพนักงานที่ไม่ ก้าวทันเทคโนโลยีในปัจจุบัน ความสามารถในการใช้งาน ที่เป็นระบบใหม่มาใช้ อาจส่งผลถึงพนักงานภายในองค์กรที่ส่วนหนึ่ง อาจจะยอมรับ แต่อีกส่วนหนึ่งอาจจะไม่ยอมรับเทคโนโลยีระบบใหม่นี้ พนักงานเกิดความกลัวและประมาท ทำให้เกิดการต่อต้านใน การใช้ เทคโนโลยีความจริงเสริม รวมถึงความพึงพอใจของบุคลากรภายในองค์กร อันเนื่องจากการใช้งานยาก การรับรู้ถึง ความสามารถของระบบ ประโยชน์ของระบบใหม่ ที่คนคิดต่อระบบเทคโนโลยี และขาดการฝึกอบรมทำให้เมื่อปฏิบัติงานแล้วจะ ขาดประสิทธิภาพในการทำงาน การทำงานเกิดความผิดพลาด และส่งผลต่อความสำเร็จในองค์กร งานไม่สำเร็จบรรลุตามเป้าหมาย หรืออาจจะไม่สามารถอยู่เหนือคู่แข่งได้ ทำให้องค์กรเกิดความล้มเหลวได้ในที่สุด

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาลักษณะประชากรศาสตร์ที่มีผลต่อการยอมรับเทคโนโลยีเสริมความจริงเสมือนในการก่อสร้าง กรณีศึกษา: ผู้เกี่ยวข้องในงานก่อสร้าง จังหวัดนนทบุรี
2. เพื่อศึกษาปัจจัยด้านการยอมรับเทคโนโลยี ต่อการยอมรับเทคโนโลยีเสริมความจริงเสมือนในการก่อสร้าง กรณีศึกษา: ผู้เกี่ยวข้องในงานก่อสร้าง จังหวัดนนทบุรี

สมมติฐานของการวิจัย

1. ปัจจัยด้านประชากรศาสตร์ (เพศ อายุ ระดับการศึกษา อาชีพ และรายได้เฉลี่ย) ที่แตกต่างกัน มีผลต่อการยอมรับ เทคโนโลยีเสริมความจริงเสมือนในการก่อสร้าง กรณีศึกษา: ผู้เกี่ยวข้องในงานก่อสร้าง จังหวัดนนทบุรีต่างกัน
2. ปัจจัยด้านการยอมรับเทคโนโลยี มีความสัมพันธ์ ต่อการยอมรับเทคโนโลยีเสริมความจริงเสมือนในการก่อสร้าง กรณีศึกษา: ผู้เกี่ยวข้องในงานก่อสร้าง จังหวัดนนทบุรีในเชิงบวก
3. ปัจจัยด้านการยอมรับเทคโนโลยี ส่งผลต่อการยอมรับเทคโนโลยีเสริมความจริงเสมือนในการก่อสร้าง กรณีศึกษา: ผู้เกี่ยวข้องในงานก่อสร้าง จังหวัดนนทบุรี

ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยนี้มุ่งเน้นศึกษาลักษณะประชากรศาสตร์ และศึกษาปัจจัยด้านการยอมรับเทคโนโลยี ประกอบด้วย ด้านความ ง่ายในการใช้งาน ด้านการรับรู้ถึงประโยชน์ ด้านทัศนคติในการใช้งาน และด้านพฤติกรรมมีแนวโน้มที่จะใช้ ส่งผล การยอมรับ เทคโนโลยีเสริมความจริงเสมือนในการก่อสร้าง กรณีศึกษา: ผู้เกี่ยวข้องในงานก่อสร้าง จังหวัดนนทบุรี

ขอบเขตด้านประชากร

ประชากร คือ ผู้เกี่ยวข้องในงานก่อสร้าง จังหวัดนนทบุรี แบบไม่ทราบจำนวนที่แน่นอน

ขอบเขตด้านตัวแปร

ตัวแปรต้น ได้แก่ เพศ อายุ ระดับการศึกษา อาชีพ รายได้เฉลี่ย และปัจจัยด้านการยอมรับเทคโนโลยี

ตัวแปรตาม ได้แก่ ต่อการยอมรับเทคโนโลยีเสริมความจริงเสมือนในการก่อสร้าง กรณีศึกษา: ผู้เกี่ยวข้องในงานก่อสร้าง จังหวัด นนทบุรี

ขอบเขตด้านระยะเวลา

ระยะเวลาในการศึกษารวม 4 เดือน ตั้งแต่เดือนมกราคม ถึงเดือน เมษายน 2566

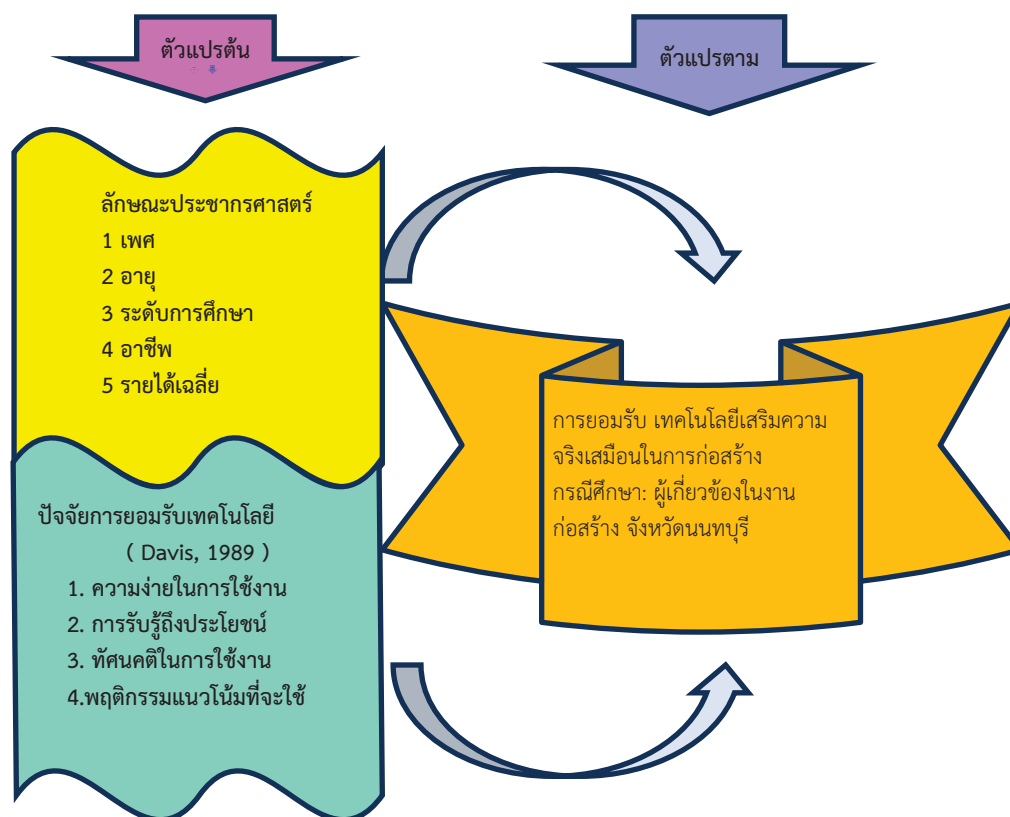
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผลการศึกษาจะเป็นประโยชน์ ดังนี้

1. เพื่อเป็นประโยชน์ในการนำเสนอข้อมูลความเป็นไปที่มีอยู่ ณ ปัจจุบันของการยอมรับเทคโนโลยีเสริมความจริงเสมือนในการก่อสร้าง กรณีศึกษา: ผู้เกี่ยวข้องในงานก่อสร้าง จังหวัดนนทบุรี
2. เพื่อทราบถึงปัจจัยด้านการยอมรับเทคโนโลยีเสริมความจริงเสมือนในการก่อสร้าง กรณีศึกษา: ผู้เกี่ยวข้องในงานก่อสร้างจังหวัดนนทบุรี
3. เพื่อเป็นประโยชน์ต่อผู้สนใจในการนำข้อมูลนี้ไปใช้สำหรับเป็นแนวทางในการศึกษาวิจัยต่อไป

กรอบแนวคิดในการวิจัย

จากการทบทวนแนวคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง สามารถนำมากำหนดกรอบแนวคิดในการวิจัย ต่อการยอมรับเทคโนโลยีเสริมความจริงเสมือนในการก่อสร้าง กรณีศึกษา: ผู้เกี่ยวข้องในงานก่อสร้าง จังหวัดนนทบุรี



ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัยเรื่อง การยอมรับเทคโนโลยีเสริมความจริงเสมือนในการก่อสร้าง กรณีศึกษา: ผู้เกี่ยวข้องในงานก่อสร้าง จังหวัดนนทบุรี เพื่อศึกษาประชาชนและกลุ่มตัวอย่างเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ : ผู้เกี่ยวข้องในงานก่อสร้าง จังหวัดนนทบุรี การวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative Research) ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกกลุ่มตัวอย่างจำนวน 300 ตัวอย่าง จากประชากรในจังหวัดนนทบุรี โดยใช้วิธีการคำนวณ ขนาดกลุ่มตัวอย่างแบบไม่ทราบจำนวนประชากร การเลือกกลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยจะใช้วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบไม่ใช้ความน่าจะเป็น โดยเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบระบบเป็นการศึกษาเชิงปริมาณแบบไม่ทราบจำนวนประชากร

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

คือ แบบสอบถามออนไลน์ ซึ่งมีลักษณะของแบบสอบถามปลายปิด ได้อ้างอิงแบบสอบถามจากแนวคิดและทฤษฎีที่ศึกษา และการทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง นำมาพัฒนาและประยุกต์เป็นแบบสอบถาม โดยแบ่งออกเป็น 4 ส่วน คือ 1) ข้อมูลลักษณะประชากรศาสตร์ ได้แก่ เพศ อายุ ระดับการศึกษา อาชีพ รายได้เฉลี่ย และข้อมูล AR Technology และคลิก

วิดีโอ ประกอบ การตอบแบบสอบถาม 2) ปัจจัยด้านการยอมรับเทคโนโลยี ด้านการรับรู้ถึงประโยชน์ ด้านความง่ายในการใช้งาน ด้านทัศนคติในการใช้งาน ด้านพฤติกรรมแนวโน้มที่จะใช้ 3) ด้านการยอมรับเทคโนโลยีเสริมความจริงเสมือนในการก่อสร้าง กรณีศึกษา: ผู้เกี่ยวข้องในงานก่อสร้าง จังหวัดนนทบุรี 4) ข้อเสนอแนะอื่นๆ

การทดสอบเครื่องมือ

การทดสอบความถูกต้องของเนื้อหา (Content Validity Test) ผู้วิจัยได้นำแบบสอบถามมาปรับปรุง พัฒนา และตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา ให้สอดคล้องกับ หัวข้อวิจัย และวัตถุประสงค์ โดยหาค่าดัชนีการสอดคล้อง (IOC : Index fo ltem Objective Congruence) ให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่านตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงพินิจ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา และแก้ไขตามข้อเสนอแนะก่อนนำไปเก็บข้อมูลจริง ค่า IOC ของแบบสอบถามงานวิจัยนี้ มีค่าเท่ากับ 0.976

การหาประสิทธิภาพของเครื่องมือ

การทดสอบความเที่ยงตรง (Validity) โดยการตรวจสอบและพิจารณาเนื้อหาของแบบสอบถามว่าครอบคลุมกับปัจจัยที่สอดคล้องกับสมมติฐานในการวิจัยหรือไม่ โดยผู้วิจัยนำแบบสอบถามที่สร้างขึ้นมาให้อาจารย์ที่ปรึกษาพร้อมผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ เพื่อพิจารณาความสอดคล้องของคำถามกับคุณลักษณะหรือตัวแปรที่ต้องการวัด และตรวจสอบความถูกต้องชัดเจนของภาษา จากนั้นนำมาปรับปรุงและแก้ไขแบบสอบถามให้มีความเหมาะสมมากยิ่งขึ้นและนำแบบสอบถาม ชุดคำถาม (Pilot Test) ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างที่มี คุณลักษณะใกล้เคียงกับประชาชนที่ต้องการศึกษาจำนวน 300 คน

การทดสอบการเชื่อมั่น (Reliability) โดยนำแบบสอบถามที่ได้ตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาแล้ว แบบสอบถามไปทดลองใช้ (Try Out) ไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างที่มีคุณลักษณะใกล้เคียงกับประชากรที่ต้องการศึกษาจำนวน 30 คน เพื่อทดสอบว่าข้อคำถามในแบบสอบถามสื่อความหมายได้ตรงตามผู้วิจัยกำหนดหรือไม่ และนำข้อมูลแบบสอบถามมาหาค่าความเชื่อมั่นของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย โดยวัดจากค่าสัมประสิทธิ์อัลฟา (Coefficient- α) ไม่ต่ำกว่า 0.7 ด้วยวิธีการของ Cronbach (α) แบบสอบถามงานวิจัยนี้มีค่าสัมประสิทธิ์อัลฟา เท่ากับ 0.961 ซึ่งถือว่ามากกว่าเกณฑ์ของระดับความเชื่อมั่นที่ยอมรับได้

การวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติที่ใช้สำหรับงานวิจัยนี้สามารถแบ่งได้ 2 ประเภท ได้แก่การรายงานผลด้วยสถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าร้อยละ การแจกแจงความถี่ค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การรายงานผลด้วยสถิติเชิงอนุมานการวิเคราะห์ การวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่าง ระหว่างเพศชาย กับเพศหญิง โดยใช้ค่า (T-test) ใช้อธิบายและพิสูจน์สมมติฐาน

การวิเคราะห์เปรียบเทียบความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA) (F-test) ใช้อธิบายและพิสูจน์สมมติฐานที่มีตัวแปรอิสระมากกว่า 2 กลุ่มขึ้นไปได้แก่อายุ ระดับการศึกษา 2 อาชีพ และรายได้ กรณีพบ ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจึงทำการทดสอบเป็นรายคู่ที่ระดับนัยสำคัญ ที่ระดับ0.05 หรือระดับความเชื่อมั่น 95% จะใช้วิธี Scheffe's method เพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่ของกลุ่มตัวอย่าง เพื่อดูว่าคู่ใดบ้างที่แตกต่างกัน วิเคราะห์ความสัมพันธ์ แบบเพียร์สัน (Pearson Product-Moment Correlation) ระหว่างปัจจัยด้านการยอมรับเทคโนโลยี กับการยอมรับเทคโนโลยีเสริมความจริงเสมือนในการก่อสร้าง กรณีศึกษา: ผู้เกี่ยวข้องในงานก่อสร้าง จังหวัดนนทบุรี

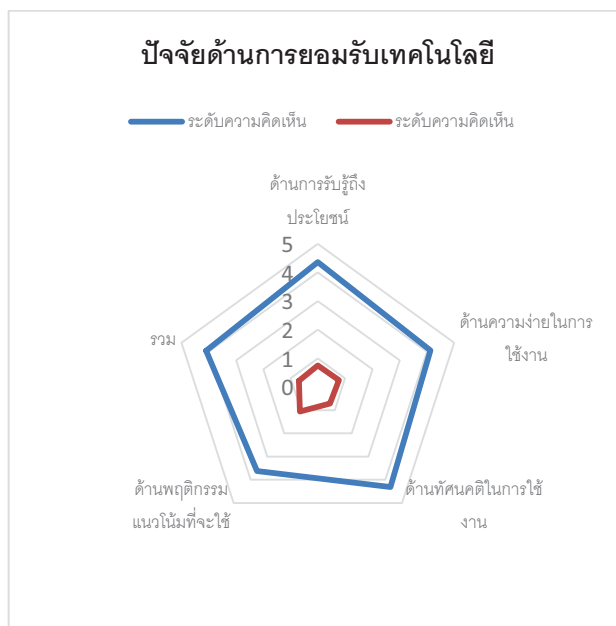
และวิเคราะห์ สมการถดถอยแบบพหุคูณ (Multiple regression analysis) เพื่อตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยด้านการยอมรับเทคโนโลยี ด้านการรับรู้ถึงประโยชน์ ด้านความง่ายในการใช้งาน ด้านทัศนคติในการใช้งาน ด้านพฤติกรรมแนวโน้มที่จะใช้ ส่งผลต่อการยอมรับเทคโนโลยีเสริมความจริงเสมือนในการก่อสร้าง กรณีศึกษา: ผู้เกี่ยวข้องในงานก่อสร้าง จังหวัดนนทบุรี

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสภาพส่วนบุคคลของผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นเพศชาย มีอายุการทำงาน 36-40 ปี มีระดับการศึกษาปริญญาตรี มีอาชีพพนักงานบริษัทเอกชน และมีรายได้เฉลี่ย 35,000 - 45,000 บาท ผลการศึกษา พบว่า เพศ ระดับการศึกษา รายได้เฉลี่ย มีระดับการยอมรับเทคโนโลยีเสริมความจริงเสมือนในการก่อสร้าง ไม่แตกต่างกัน แต่ อายุ และอาชีพมีระดับการยอมรับเทคโนโลยีเสริมความจริงเสมือนในการก่อสร้าง แตกต่างกัน ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้านการยอมรับเทคโนโลยี ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.10 พบว่าด้านการรับรู้ถึงประโยชน์ อยู่ในระดับมากที่สุด โดยเรียงจากค่าเฉลี่ยมากไปน้อย ด้านทัศนคติในการใช้งาน อยู่ในระดับมากที่สุด ด้านความง่ายในการใช้งาน และด้านพฤติกรรมแนวโน้มที่จะใช้ อยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.36, 4.31, 4.13 และ 3. 62 ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ปัจจัยการยอมรับเทคโนโลยี

ปัจจัยการยอมรับเทคโนโลยี	ระดับความคิดเห็น		ระดับ
	\bar{X}	S.D.	
ด้านการรับรู้ถึงประโยชน์	4.36	0.75	มากที่สุด
ด้านความง่ายในการใช้งาน	4.13	0.77	มาก
ด้านทัศนคติในการใช้งาน	4.31	0.71	มากที่สุด
ด้านพฤติกรรมแนวโน้มที่จะใช้	3.62	1.06	มาก
รวม	4.10	0.69	มาก



ภาพที่ 1 ปัจจัยการยอมรับเทคโนโลยี

ตารางที่ 1 ปัจจัยการยอมรับเทคโนโลยี ในภาพรวมเมื่อพิจารณาเป็นรายด้านผลปรากฏ ผลการศึกษา ปัจจัยรายด้านพบว่า ด้านการรับรู้ถึงประโยชน์ เป็นอันดับที่ 1 อันดับที่ 2 ด้านทัศนคติในการใช้งาน อันดับที่ 3 ด้านความง่ายในการใช้งาน และอันดับ คือด้านพฤติกรรมแนวโน้มที่จะใช้ เป็นอันดับท้ายสุด

ด้านการรับรู้ถึงประโยชน์ อยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.36 ผลการศึกษาพบว่า ผู้บริหารองค์กรควรผลักดันให้มีการนำ เทคโนโลยีเสริมความจริงเสมือน มาใช้ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.40 รองลงมา จะช่วยให้องค์กรสามารถแข่งขันกับคู่แข่งในตลาดได้ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.39 ช่วยลดข้อผิดพลาดที่เกิดจากมนุษย์ อยู่ในระดับสุดท้าย ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.27 อยู่ในระดับเห็นด้วยมากที่สุด

ด้านความง่ายในการใช้งาน อยู่ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.13 ผลการศึกษาพบว่า การทำงานช่วยให้มีการจัดประชุมมีความง่ายขึ้น มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.31 รองลงมา ในการทำงานช่วยให้การบันทึกงานเป็นเรื่องง่าย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.21 และปัจจัยรายด้านการใช้ เทคโนโลยีเสริมความจริงเสมือน ในการทำงานมีขั้นตอนที่ใช้งานง่าย อยู่ในระดับสุดท้าย ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.02 อยู่ในระดับเห็นด้วยมาก

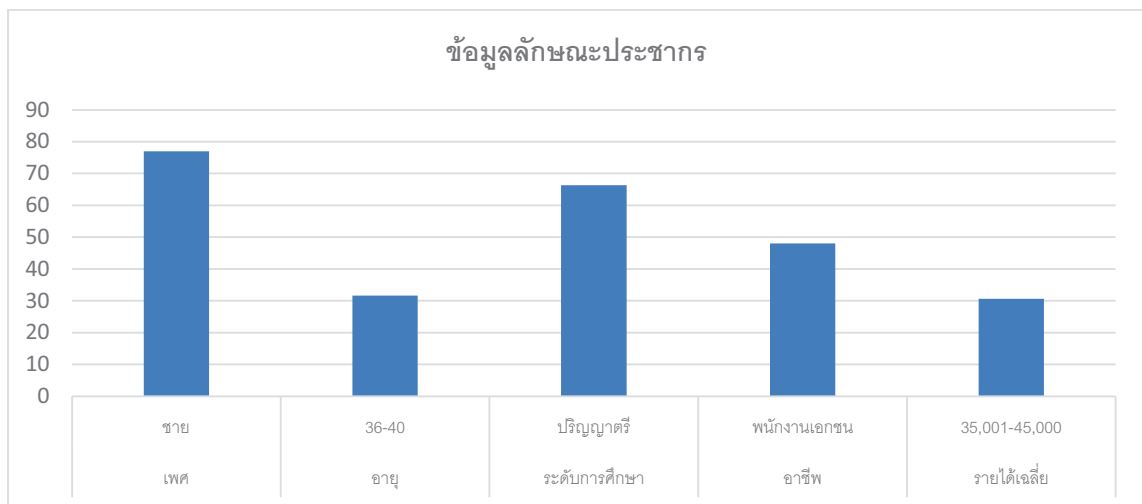
ด้านทัศนคติในการใช้งาน อยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.31 ผลการศึกษาพบว่า ในการทำงานมีความทันสมัย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.44 รองลงมา ในการทำงานสามารถสร้างความพึงพอใจหลังการใช้งานได้เช่นความพึงพอใจต่อผลสัมฤทธิ์ของการทำงาน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.33 และ ในการทำงานส่งผลดีต่ออาชีพการงานของท่านมากกว่าผลเสีย อยู่ในระดับสุดท้าย ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.27 อยู่ในระดับเห็นด้วยมากที่สุด

ด้านพฤติกรรมแนวโน้มที่จะใช้ อยู่ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.62 ผลการศึกษาพบว่า มีความรู้ และความเข้าใจที่จะนำมาใช้ในงาน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.67 รองลงมา ศึกษารายละเอียดเพิ่มเติมและวิธีการใช้งาน ที่นำมาใช้ในส่วนของท่าน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.65 และปัจจัยรายด้านท่านเข้ารับการอบรม เพื่อเพิ่มพูนความรู้เกี่ยวกับการใช้ เทคโนโลยีเสริมความจริงเสมือน อยู่ในระดับสุดท้าย ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.56 อยู่ในระดับเห็นด้วยมาก

ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบระดับการยอมรับเทคโนโลยีเสริมความจริงเสมือนในการก่อสร้าง ที่มี เพศ อายุ ระดับการศึกษา อาชีพ และรายได้เฉลี่ยที่แตกต่างกัน พบว่า อายุ และอาชีพ มีการยอมรับเทคโนโลยีเสริมความจริงเสมือนในการก่อสร้าง แตกต่างกัน ส่วนเพศ ระดับการศึกษา และรายได้ ไม่แตกต่าง ดังตาราง ที่ 2

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบระดับการยอมรับเทคโนโลยีเสริมความจริงเสมือนในการก่อสร้างของประชาชนที่มีสถานภาพส่วนบุคคลแตกต่างกัน

ระดับการยอมรับ เทคโนโลยีเสริมความจริงเสมือน ของประชาชนที่มีสถานภาพส่วนบุคคลแตกต่างกัน				
	t	F	p	
1. เพศ	-1.058	.291		
2. อายุ	2.830		.025*	
3. ระดับการศึกษา	0.520		.669	
4. อาชีพ	2.666		.033*	
5. รายได้เฉลี่ย	1.586		.178	

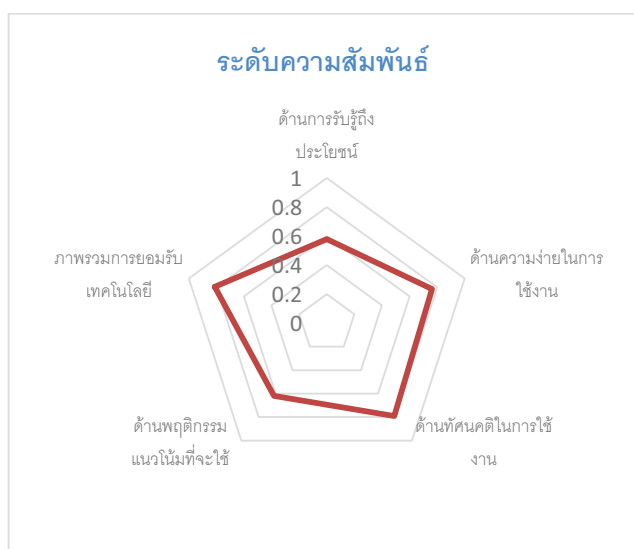


ภาพที่ 2 ข้อมูลลักษณะประชากร

ตารางที่ 3 แสดงการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่าง ปัจจัยด้านการยอมรับเทคโนโลยี ด้านการรับรู้ถึงประโยชน์ ด้านความง่ายในการใช้งาน ด้านทัศนคติในการใช้งาน และด้านพฤติกรรมแนวโน้มที่จะใช้ กับระดับการยอมรับ เทคโนโลยีเสริมความจริงเสมือน

ปัจจัยด้านการยอมรับเทคโนโลยี	ระดับการยอมรับ เทคโนโลยีเสริมความจริงเสมือน		
	Pearson Correlation	Sig (2-tailed)	ระดับความสัมพันธ์
ด้านการรับรู้ถึงประโยชน์	0.580	0.000*	ปานกลาง
ด้านความง่ายในการใช้งาน	0.763	0.000*	ปานกลาง
ด้านทัศนคติในการใช้งาน	0.792	0.000*	ปานกลาง
ด้านพฤติกรรมแนวโน้มที่จะใช้	0.620	0.000*	ปานกลาง
ภาพรวมการยอมรับเทคโนโลยี	0.812	0.000*	สูง

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01



ภาพที่ 3 ระดับความสัมพันธ์

จากตารางที่ 3 พบว่าระดับปัจจัยด้านการยอมรับเทคโนโลยี ด้านการรับรู้ถึงประโยชน์ ด้านความง่ายในการใช้งาน ด้านทัศนคติในการใช้งาน ด้านพฤติกรรมแนวโน้มที่จะใช้ กับระดับการยอมรับ เทคโนโลยีเสริมความจริงเสมือน ในภาพรวมการยอมรับเทคโนโลยี มีค่า Sig. (2-tailed) น้อยกว่า 0.05 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ r (Pearson Correlation) เท่ากับ 0.812 มีความสัมพันธ์ในระดับสูง ส่วนด้านการรับรู้ถึงประโยชน์ ด้านความง่ายในการใช้งาน ด้านทัศนคติในการใช้งาน ด้านพฤติกรรมแนวโน้มที่จะใช้มีความสัมพันธ์กับระดับการยอมรับ เทคโนโลยีเสริมความจริงเสมือน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ r (Pearson Correlation) เท่ากับ 0.580, 0.763, 0.792, และ 0.620 โดยด้านทัศนคติต่อการใช้งาน มีความสัมพันธ์สูงสุด (0.792) ระดับปานกลาง ส่วนในด้านการรับรู้ถึงประโยชน์ มีความสัมพันธ์ต่ำสุด ระดับปานกลาง และเป็นไปในทิศทางเดียวกัน มีระดับการยอมรับ เทคโนโลยีเสริมความจริงเสมือน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

ตารางที่ 4 ผลการศึกษาการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ ระหว่างปัจจัยด้านการยอมรับเทคโนโลยี ส่งผลต่อการยอมรับเทคโนโลยีเสริมความจริงเสมือนในการก่อสร้าง กรณีศึกษา: ผู้เกี่ยวข้องในงานก่อสร้าง จังหวัดนนทบุรี

ปัจจัยด้านการยอมรับเทคโนโลยี	B	S.E	beta	T	p
ค่าคงที่ (Constant)	1.929	.254		6.593	.000
ด้านการรับรู้ถึงประโยชน์	.162	.054	.148	2.986	.003 *
ด้านความง่ายในการใช้งาน	.265	.061	.248	4.335	.000 *
ด้านทัศนคติในการใช้งาน	.680	.068	.589	10.054	.000 *
ด้านพฤติกรรมแนวโน้มที่จะใช้	.192	.030	.246	6.431	.000 *

R = 0.650 , R Square = 0.523 , Adjuster R Square = .519
Std. Error of the Estimate = 0.33554 F = 92.580 , Sig = 0.000

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 4 ส่งผลต่อการยอมรับเทคโนโลยีเสริมความจริงเสมือนในการก่อสร้าง กรณีศึกษา: ผู้เกี่ยวข้องในงานก่อสร้าง จังหวัดนนทบุรี ผลวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณปัจจัยด้านการยอมรับเทคโนโลยี ส่งผลต่อการยอมรับ เทคโนโลยีเสริมความจริงเสมือนในการก่อสร้าง อยู่ในระดับค่อนข้างมากโดยมีค่า (R) เท่ากับ .650 นอกจากนี้ค่า (R Square) มีค่าเท่ากับ 0.523 หมายความว่าตัวแปรที่ใช้ในการศึกษานี้สามารถอธิบายความแปรปรวนของการยอมรับ เทคโนโลยีเสริมความจริงเสมือนของผู้รับจ้างบริหารงานก่อสร้างอาคารพักอาศัย ได้ร้อยละ 52.30 มีความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์ .335 ผู้วิจัยจึงได้นำค่า

สัมประสิทธิ์ของการทำนาย โดยสามารถเขียนสมการพยากรณ์การยอมรับ เทคโนโลยีเสริมความจริงเสมือนของผู้รับจ้างบริหารงานก่อสร้างอาคารพักอาศัย ในรูปคะแนนดิบและคะแนนมาตรฐานได้ดังนี้

$Y = 1.929 + 0.162$ (ด้านการรับรู้ถึงประโยชน์) $+ 0.265$ (ด้านความง่ายในการใช้งาน) $+ 0.680$ (ด้านทัศนคติในการใช้งาน) $+ 0.192$ (ด้านพฤติกรรมแนวโน้มที่จะใช้)

สมการพยากรณ์ในรูปคะแนนมาตรฐาน

$Z = 0.148$ (ด้านการรับรู้ถึงประโยชน์) $+ 0.248$ (ด้านความง่ายในการใช้งาน) $+ 0.589$ (ด้านทัศนคติในการใช้งาน) $+ 0.246$ (ด้านพฤติกรรมแนวโน้มที่จะใช้)

ทุกปัจจัยมีความสัมพันธ์ทางบวก หมายถึง ปัจจัยที่เป็นตัวแปรต้นเพิ่มขึ้น จะส่งผลต่อการยอมรับเทคโนโลยี แสดงให้เห็นว่า ผู้เกี่ยวข้องในงานก่อสร้าง มีการรับรู้ถึงประโยชน์ เกิดจากด้านทัศนคติในการใช้งาน เทคโนโลยีเสริมความจริงเสมือน มีความทันสมัย ส่งผลดีต่ออาชีพการงานมากกว่าผลเสีย พบว่า ความง่ายในการใช้งาน ช่วยให้มีการจัดประชุมที่ง่ายขึ้น และบันทึกงานเป็นเรื่องง่าย จึงเกิดพฤติกรรมที่มีแนวโน้มที่จะใช้ระดับการยอมรับ เทคโนโลยีเสริมความจริงเสมือนในการก่อสร้าง

สรุปผลการวิจัย

1. ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นเพศชาย ร้อยละ 77.00 มีอายุการทำงาน 36-40 ปี ร้อยละ 31.67 มีระดับการศึกษาปริญญาตรี ร้อยละ 66.33 มีอาชีพพนักงานบริษัทเอกชน ร้อยละ 48.00 และมีรายได้เฉลี่ย 35,000 - 45,000 บาท ร้อยละ 30.67

2. ปัจจัยด้านการยอมรับเทคโนโลยี ในภาพรวม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.10 อยู่ในระดับเห็นด้วยมาก เมื่อแยกพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่าด้านการรับรู้ถึงประโยชน์ อยู่ในระดับเห็นด้วยมากที่สุด โดยเรียงจากค่าเฉลี่ยมากไปน้อย ด้านทัศนคติในการใช้งาน อยู่ในระดับเห็นด้วยมากที่สุด ด้านความง่ายในการใช้งาน และด้านพฤติกรรมแนวโน้มที่จะใช้ อยู่ในระดับเห็นด้วยมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.36, 4.31, 4.13 และ 3.62 ตามลำดับ

3. ระดับการยอมรับเทคโนโลยีเสริมความจริงเสมือนในการก่อสร้าง กรณีศึกษา: ผู้เกี่ยวข้องในงานก่อสร้าง จังหวัดนนทบุรี ในภาพรวมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.05 อยู่ในระดับเห็นด้วยมาก

4. ปัจจัยด้านประชากรศาสตร์ ที่มีเพศ อายุ ระดับการศึกษา อาชีพ และรายได้เฉลี่ย มีผลต่อการยอมรับเทคโนโลยีเสริมความจริงเสมือนในการก่อสร้าง กรณีศึกษา: ผู้เกี่ยวข้องในงานก่อสร้าง จังหวัดนนทบุรี แตกต่างกัน

เพศ ที่ต่างกัน มีระดับการยอมรับเทคโนโลยีเสริมความจริงเสมือนในการก่อสร้าง กรณีศึกษา: ผู้เกี่ยวข้องในงานก่อสร้าง จังหวัดนนทบุรี ที่มีเพศต่างกัน ผลการทดสอบสมมติฐานด้วยค่า T-test ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 พบว่ามีค่า Sig. เท่ากับ 0.291 ซึ่งมากกว่า 0.05 แสดงให้เห็นว่า ที่มีเพศต่างกัน มีระดับการยอมรับเทคโนโลยีเสริมความจริงเสมือน ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

อายุ ที่ต่างกัน มีระดับการยอมรับเทคโนโลยีเสริมความจริงเสมือนในการก่อสร้าง กรณีศึกษา: ผู้เกี่ยวข้องในงานก่อสร้าง จังหวัดนนทบุรี ที่มีอายุต่างกัน ผลการทดสอบสมมติฐานด้วยค่า F-test โดยวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 พบว่ามีค่า Sig. เท่ากับ 0.025 ซึ่งน้อยกว่า 0.05 แสดงให้เห็นว่า ที่มีอายุต่างกัน มีระดับการยอมรับ เทคโนโลยีเสริมความจริงเสมือน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จึงทำการทดสอบต่อเนื่องด้วยเทคนิคในการเปรียบเทียบผลต่างแต่ละคู่ (Multiple Comparisons Test) ด้วยค่าสถิติวิธีของ Scheffe พบว่าระดับการยอมรับเทคโนโลยีเสริมความจริงเสมือนในการก่อสร้าง กรณีศึกษา: ผู้เกี่ยวข้องในงานก่อสร้าง จังหวัดนนทบุรี จำแนกตามอายุ โดยทำการตรวจสอบความแตกต่างรายคู่ (Multiple Comparison) เพื่อตรวจสอบว่ามีคู่ใดบ้างที่แตกต่างกัน โดยใช้วิธีของ Scheffe ผลที่ได้จากการทดสอบ สรุปผลได้ดังนี้

กลุ่มอายุ 31-35 ปี มีระดับการยอมรับเทคโนโลยีเสริมความจริงเสมือนในการก่อสร้าง กรณีศึกษา: ผู้เกี่ยวข้องในงานก่อสร้าง จังหวัดนนทบุรี มากกว่ากลุ่มอายุ 41-45 ปี ส่วนช่วงอายุอื่นๆ ไม่แตกต่างกัน

ระดับการศึกษาต่างกัน มีระดับการยอมรับเทคโนโลยีเสริมความจริงเสมือนในการก่อสร้าง กรณีศึกษา: ผู้เกี่ยวข้องในงานก่อสร้าง จังหวัดนนทบุรี ที่มีระดับการศึกษาต่างกัน ผลการทดสอบสมมติฐานด้วยค่า F-test โดยวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 พบว่ามีค่า Sig. เท่ากับ 0.669 ซึ่งมากกว่า 0.05 แสดงให้เห็นว่า ที่มีระดับการศึกษาต่างกัน มีระดับการยอมรับเทคโนโลยีเสริมความจริงเสมือนในการก่อสร้าง กรณีศึกษา: ผู้เกี่ยวข้องในงานก่อสร้าง จังหวัดนนทบุรี ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

อาชีพ ที่ต่างกัน มีระดับการยอมรับเทคโนโลยีเสริมความจริงเสมือนในการก่อสร้าง กรณีศึกษา: ผู้เกี่ยวข้องในงานก่อสร้าง จังหวัดนนทบุรี ที่มีอาชีพต่างกัน ผลการทดสอบสมมติฐานด้วยค่า F-test โดยวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 พบว่ามีค่า Sig. เท่ากับ 0.033 ซึ่งน้อยกว่า 0.05 แสดงให้เห็นว่า ที่มีอาชีพต่างกัน มีระดับการยอมรับเทคโนโลยีเสริมความจริงเสมือนในการก่อสร้าง กรณีศึกษา: ผู้เกี่ยวข้องในงานก่อสร้าง จังหวัดนนทบุรี แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จึงทำการทดสอบต่อเนื่องด้วยเทคนิคในการเปรียบเทียบผลต่างแต่ละคู่ (Multiple Comparisons Test) ด้วยค่าสถิติวิธีของ Scheffe พบว่าระดับการยอมรับเทคโนโลยีเสริมความจริงเสมือนในการก่อสร้าง กรณีศึกษา: ผู้เกี่ยวข้องในงานก่อสร้าง จังหวัดนนทบุรี จำแนกตามอาชีพ โดยทำการตรวจสอบความแตกต่างรายคู่ (Multiple Comparison) เพื่อตรวจสอบว่ามีคู่ใดบ้างที่แตกต่างกัน โดยใช้วิธีของ Scheffe ผลที่ได้จากการทดสอบ สรุปผลได้ดังนี้

กลุ่มอาชีพพนักงานบริษัทเอกชน มีระดับการยอมรับเทคโนโลยีเสริมความจริงเสมือนในการก่อสร้าง กรณีศึกษา: ผู้เกี่ยวข้องในงานก่อสร้าง จังหวัดนนทบุรี มากกว่ากลุ่มอาชีพรับราชการ ส่วนอาชีพคู่อื่นๆ ไม่แตกต่างกัน

รายได้เฉลี่ย ที่ต่างกัน มีระดับการยอมรับเทคโนโลยีเสริมความจริงเสมือนในการก่อสร้าง กรณีศึกษา: ผู้เกี่ยวข้องในงานก่อสร้าง จังหวัดนนทบุรี ที่มีรายได้เฉลี่ยต่างกัน ผลการทดสอบสมมติฐานด้วยค่า F-test โดยวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 พบว่ามีค่า Sig. เท่ากับ 0.178 ซึ่งมากกว่า 0.05 แสดงให้เห็นว่า ที่มีระดับการศึกษาต่างกัน มีระดับการยอมรับเทคโนโลยีเสริมความจริงเสมือนในการก่อสร้าง กรณีศึกษา: ผู้เกี่ยวข้องในงานก่อสร้าง จังหวัดนนทบุรี ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

5. ปัจจัยด้านการยอมรับเทคโนโลยี มีความสัมพันธ์ ต่อการยอมรับเทคโนโลยีเสริมความจริงเสมือนในการก่อสร้าง กรณีศึกษา: ผู้เกี่ยวข้องในงานก่อสร้าง จังหวัดนนทบุรีในเชิงบวก พบว่า ระดับปัจจัยด้านการยอมรับเทคโนโลยี ด้านการรับรู้ถึงประโยชน์ ด้านความง่ายในการใช้งาน ด้านทัศนคติในการใช้งาน ด้านพฤติกรรมที่มีแนวโน้มที่จะใช้ กับระดับการยอมรับเทคโนโลยีเสริมความจริงเสมือน ในภาพรวมการยอมรับเทคโนโลยี มีค่า Sig.(2-tailed) น้อยกว่า 0.05 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ r (Pearson Correlation) เท่ากับ 0.812 มีความสัมพันธ์ในระดับสูง ส่วนด้านการรับรู้ถึงประโยชน์ ด้านความง่ายในการใช้งาน ด้านทัศนคติในการใช้งาน ด้านพฤติกรรมที่มีแนวโน้มที่จะใช้ มีความสัมพันธ์กับระดับการยอมรับ เทคโนโลยีเสริมความจริงเสมือน โดยด้านทัศนคติต่อการใช้งาน มีความสัมพันธ์สูงสุด (0.792) ระดับปานกลาง ส่วนในด้านการรับรู้ถึงประโยชน์ มีความสัมพันธ์ต่ำสุด(0.580) ระดับปานกลาง และเป็นไปในทิศทางเดียวกัน มีระดับการยอมรับ เทคโนโลยีเสริมความจริงเสมือน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

6. ปัจจัยด้านการยอมรับเทคโนโลยี ส่งผลต่อการยอมรับเทคโนโลยีเสริมความจริงเสมือนในการก่อสร้าง กรณีศึกษา: ผู้เกี่ยวข้องในงานก่อสร้าง จังหวัดนนทบุรี พบว่า ผลวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณปัจจัยด้านการยอมรับเทคโนโลยี ปัจจัยด้านการยอมรับเทคโนโลยี ด้านการรับรู้ถึงประโยชน์ ด้านการรับรู้ถึงความง่ายในการใช้ ด้านทัศนคติในการใช้งานด้านพฤติกรรมที่มีแนวโน้มที่จะใช้ ส่งผลต่อการยอมรับเทคโนโลยีเสริมความจริงเสมือนในการก่อสร้าง กรณีศึกษา: ผู้เกี่ยวข้องในงานก่อสร้าง จังหวัดนนทบุรี อยู่ในระดับค่อนข้างมาก โดยมีค่า (R) เท่ากับ .650 นอกจากนี้ค่า (R Square) มีค่าเท่ากับ 0.523 หมายความว่า ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้สามารถอธิบายความแปรปรวนของการยอมรับเทคโนโลยีเสริมความจริงเสมือนในการก่อสร้าง ได้ร้อยละ 52.30 มีความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์ .335 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยด้านทัศนคติในการใช้งาน ส่งผลมากที่สุด รองลงมาด้านความง่ายในการใช้งาน รองลงมาด้านพฤติกรรมที่มีแนวโน้มที่จะใช้ และด้านที่ส่งผลน้อยที่สุดคือด้านการรับรู้ถึงประโยชน์

อภิปรายผล

1) ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นเพศชาย มีอายุการทำงาน 36-40 ปี มีระดับการศึกษาปริญญาตรี มีอาชีพพนักงานบริษัทเอกชน และมีรายได้เฉลี่ย 35,001 - 45,000 บาท ผลการศึกษา พบว่า เพศ ระดับการศึกษา รายได้เฉลี่ย มีระดับการยอมรับเทคโนโลยีเสริมความจริงเสมือนในการก่อสร้าง กรณีศึกษา: ผู้เกี่ยวข้องในงานก่อสร้าง จังหวัดนนทบุรี ไม่แตกต่างกัน แต่ อายุ และอาชีพมีระดับการยอมรับเทคโนโลยีเสริมความจริงเสมือนในการก่อสร้าง กรณีศึกษา: ผู้เกี่ยวข้องในงานก่อสร้าง จังหวัดนนทบุรี แตกต่างกัน

2) ปัจจัยด้านการยอมรับเทคโนโลยี ในภาพรวม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.10 อยู่ในระดับเห็นด้วยมาก ผลการศึกษา ปัจจัยรายด้าน พบว่า ด้านการรับรู้ถึงประโยชน์ อยู่ในระดับเห็นด้วยมากที่สุด รองลงมาคือ ด้านทัศนคติในการใช้งาน อยู่ในระดับเห็นด้วยมากที่สุด ด้านความง่ายในการใช้งาน อยู่ในระดับเห็นด้วยมาก และด้านพฤติกรรมแนวโน้มที่จะใช้ อยู่ในระดับเห็นด้วยมาก ตามลำดับ ผลการศึกษาการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ ระหว่างปัจจัยด้านการยอมรับเทคโนโลยี ส่งผลต่อการยอมรับเทคโนโลยีเสริมความจริง

เสมือนในการก่อสร้าง กรณีศึกษา: ผู้เกี่ยวข้องในงานก่อสร้าง จังหวัดนนทบุรี เมื่อพิจารณาตัวแปรแล้ว ทุกปัจจัยมีอิทธิพล มีความสัมพันธ์ทางบวก หมายถึง ปัจจัยที่เป็นตัวแปรต้นเพิ่มขึ้น จะส่งผลต่อการยอมรับเทคโนโลยี อย่างน้อยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 แสดงให้เห็นว่า ผู้เกี่ยวข้องในงานก่อสร้าง มีการรับรู้ถึงประโยชน์ เกิดจากด้านทัศนคติในการใช้งาน เทคโนโลยีเสริมความจริงเสมือน มีความทันสมัย ส่งผลดีต่ออาชีพการงานมากกว่าผลเสีย พบว่า ความง่ายในการใช้งาน ช่วยให้มีการจัดประชุมที่ง่ายขึ้น และบันทึกงานเป็นเรื่องง่าย จึงเกิดพฤติกรรมที่มีแนวโน้มการยอมรับเทคโนโลยีเสริมความจริงเสมือนในการก่อสร้าง กรณีศึกษา: ผู้เกี่ยวข้องในงานก่อสร้าง จังหวัดนนทบุรี

พัชรินทร์ บุญช่วย (2020) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ปัจจัยที่ส่งผลต่อการยอมรับต้นแบบนวัตกรรมการบริหารจัดการงานก่อสร้าง อาคารพักอาศัย จากผลการวิจัย พบว่า ผู้รับเหมามีพฤติกรรมความตั้งใจในการเรียนรู้ ยอมรับเทคโนโลยี การรับรู้ประโยชน์ มีทัศนคติในการใช้งานที่ดี ต้องการเรียนรู้สิ่งใหม่ๆ เมื่อมีต้นแบบนวัตกรรมที่จะนำมาช่วยบริการในการจัดการงานก่อสร้างจึงมีความตั้งใจที่จะเรียนรู้และใช้งาน เพื่อพัฒนาตนเองและสร้างความพึงพอใจให้แก่บริษัท ให้เชื่อมั่นในศักยภาพการทำงานของพนักงาน ผู้รับเหมารู้สึกพึงพอใจและเชื่อมั่นว่าเทคโนโลยีจะสามารถนำไปพัฒนาเป็นโปรแกรมต่างๆ ได้จริง และการรับรู้ ถึงประโยชน์ เนื่องจากเทคโนโลยีการทำงานที่ตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งานและมีระบบ บริหารจัดการงานก่อสร้างได้ครบถ้วน ช่วยลดค่าใช้จ่ายในการทำงานและคิดว่าต้นแบบนวัตกรรมสามารถช่วยอำนวยความสะดวกในการทำงาน

ทนิพัทธ์ รอดจากภัย (2564) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การศึกษาเรื่องการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงในการตลาดต่อความตั้งใจซื้ออสังหาริมทรัพย์ งานวิจัยฉบับนี้เป็นการศึกษาให้ข้อมูลเกี่ยวกับอิทธิพลระหว่างเทคโนโลยีเสมือนจริง Virtual Reality: VR กับความตั้งใจซื้ออสังหาริมทรัพย์ของผู้บริโภค จากผลการวิจัย พบว่า เทคโนโลยีเสมือนจริงที่ส่งเสริมให้ความตั้งใจซื้อเพิ่มมากขึ้น แต่ก็ยังไม่ใช่สาเหตุหลักที่ผู้บริโภคตัดสินใจซื้ออสังหาริมทรัพย์ เพราะการซื้ออสังหาริมทรัพย์เป็นการตัดสินใจที่ใช้ปริมาณเงินที่สูง เป็นพฤติกรรมหนึ่งที่สำคัญและมีผลต่อการดำเนินชีวิตเป็นอย่างมาก

เอกสารอ้างอิง

- ขวัญเนตร จิตรวัฒนาฤกษ์ (2561) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ปัจจัยที่ส่งผลต่อการยอมรับการใช้บริการนวัตกรรมทางการเงิน (พร้อมเพย์) ของประชาชนกลุ่ม Generation X, เศรษฐศาสตร์มหาบัณฑิตมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
- จิราพร รัตนบุรี, สมนึก เอื้อจิระพงษ์พันธ์, สุพิศ ฤทธิ์แก้ว, จินตนิย์ รุ่งชื่อ, และญาณิณี ทรงขจร (2021) ได้ทำการวิจัยเรื่อง พฤติกรรมของผู้บริโภคและการยอมรับเทคโนโลยีวัสดุหลังคาเมทัลชีท, หลักสูตรบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
- ทนิพัทธ์ รอดจากภัย (2564) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การศึกษาเรื่องการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงในการตลาดต่อความตั้งใจซื้ออสังหาริมทรัพย์, วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
- พัชรินทร์ บุญช่วย (2020) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ปัจจัยที่ส่งผลต่อการยอมรับต้นแบบนวัตกรรมการบริหารจัดการงานก่อสร้างอาคารพักอาศัย,วารสารนวัตกรรมและการจัดการ, มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา.
- สมรพรรณ เรืองสวัสดิ์ (2020) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ปัจจัยที่ส่งผลต่อการยอมรับต้นแบบนวัตกรรมการบริหารจัดการการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพ,วารสารนวัตกรรมและการจัดการ, มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา.

การทดสอบประสิทธิภาพเครื่องมือสัญญาณดาวเทียมจีเอ็นเอสเอสที่มีเซนเซอร์ IMU โดยใช้วิธีการรังวัดโครงข่ายดาวเทียมแบบจลนในทันทีด้วยมุมมองมากถึง 80 องศา Performance Test of GNSS Receiver with IMU Sensor by Network RTK Method using Tilted Surveys up to 80 Degrees

กมลรัชช อนันตกาลต์¹ วัฒนโชค เครือหงษ์¹ ทองพูล ทาสีเพชร¹ และ บุญทรัพย์ วิญญากร²
Koltouch Anantakarn¹, Wunchock Kroehong¹, Thongpoon Thaseepetch¹
and Boonsap Witchayangkoon²

¹ คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตอุเทนถวาย กรุงเทพมหานคร

² คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

E-mail address: koltouch.ana@rmutto.ac.th, wunchock_kr@rmutto.ac.th, wboon@engr.tu.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพเครื่องมือสัญญาณดาวเทียมจีเอ็นเอสเอสที่มีเซนเซอร์ IMU ด้วยการนำขึ้นไปรับสัญญาณบนดาดฟ้าของอาคารสูง 3 ชั้น ด้วยการรับสัญญาณแบบ Network RTK ด้วยการเอียงเครื่องเพื่อรับสัญญาณด้วยมุมมองต่างๆ 0°, 5°, 10°, 15°, 20°, 25°, 30°, 35°, 40°, 45°, 60°, 70° และ 80° ในทิศ N, E, S และ W และแบ่งข้อมูลเป็นสองชุด ชุดแรกจะนำ SIM อินเทอร์เน็ตใส่ไว้ในเครื่องควบคุม หรือที่เรียกว่า controller ชุดที่สองจะนำ SIM ใส่ไว้ในเครื่องรับสัญญาณหรือ Receiver นำข้อมูลที่ได้จากการรับสัญญาณทั้งสองชุด มาเปรียบเทียบเพื่อศึกษาถึงประสิทธิภาพความแม่นยำของข้อมูลแต่ละชุด และนอกจากนี้ยังนำข้อมูลทั้งสองชุดมาวิเคราะห์ค่าทางสถิติด้วยโปรแกรม SPSS โดยใช้วิธีการที่เรียกว่า การหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันเพื่อหาค่าที่มีนัยยะสำคัญต่อความแม่นยำของค่าพิกัดข้อมูล ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จากการเปรียบเทียบและวิเคราะห์ค่าเชิงสถิติ แสดงให้เห็นว่าข้อมูลชุดที่มีการใส่ SIM ในเครื่องรับสัญญาณโดยตรง จะให้ค่าความแม่นยำที่มากกว่าข้อมูลชุดที่มีการใส่ซิมการ์ด ที่ตัวควบคุม และค่าของ tilt angle, HDOP, VDOP และการใส่ ซิมการ์ด มีค่า Significant < 0.05 ซึ่งหมายความว่าค่ามีผลต่อความแม่นยำของข้อมูลอย่างมีนัยยะสำคัญ

คำสำคัญ: เครื่องรับสัญญาณดาวเทียมจีเอ็นเอสเอสที่มีเซนเซอร์ IMU, การรับสัญญาณแบบ Network RTK ด้วยการเอียง, การหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน, ซิมการ์ด

Abstract

This manuscript aims to study the performance of GNSS receiver with IMU sensors by using Network RTK method on angle of 0°, 5°, 10°, 15°, 20°, 25°, 30°, 35°, 40°, 45°, 60°, 70° and 80° with direction of N, E, W and S. by separated values into two sets. The set of inserted the SIM into the controller and the set of inserted the SIM into the receiver. Compare the data of each set then we put all the data to analyze in SPSS program by using Pearson Correlation Coefficient to find what is significant value that effect the accuracy of the value that we have. The results show that the set of values that we put SIM in the Controller directly have better accuracy than the set of values that we put SIM in the controller and the result from SPSS program show that a tilt angle, HDOP, VDOP and SIM have significant value less than 0.05 that means they are affect the accuracy from the value we obtained.

Keywords: GNSS receiver with IMU sensor, Network RTK method with tilted angled, Pearson Correlation Coefficient, SIM

1. บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

ในปัจจุบันเครื่องมือรับสัญญาณดาวเทียมจีเอ็นเอสเอสได้เข้ามามีบทบาทต่อการรังวัดในประเทศไทยเป็นอย่างมาก เพราะมีประสิทธิภาพและความแม่นยำที่สูง รวมถึงสามารถลดระยะเวลาสำหรับการรังวัดลงไปได้ไวกว่าการใช้กล้องสำรวจถึงจะมีข้อจำกัดอยู่บ้าง แต่โดยรวมสามารถนำเข้ามาใช้ทดแทนหรือเกื้อหนุนกับอุปกรณ์ทางการสำรวจและการรังวัดยุคเก่าได้ และยิ่งกว่านั้นเครื่องมือรับสัญญาณดาวเทียมจีเอ็นเอสเอสในปัจจุบันมีการติดตั้งเซนเซอร์ IMU ที่มีความสามารถประมวลผลเพื่อชดเชย

การเอียงเมื่อรับสัญญาณได้ ทำให้สามารถนำเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมไปรับข้อมูลตรงบางจุดที่ไม่สามารถรับข้อมูลได้ แต่เราจะทราบได้อย่างไรว่า เครื่องรับสัญญาณที่มีเซนเซอร์ IMU นั้นจะมีประสิทธิภาพที่ดีมากพอจะนำไปใช้งานจริงได้ ทางผู้จัดทำจึงได้คิดค้นการวิจัยนี้ขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1.2.1 เพื่อศึกษาถึงประสิทธิภาพของเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมจีเอ็นเอสเอสที่มีเซนเซอร์ IMU
- 1.2.2 เพื่อเปรียบเทียบถึงผลกระทบระหว่างการนำ SIM อินเทอร์เน็ตไปใส่ไว้ในเครื่องควบคุม กับ เครื่องรับสัญญาณ
- 1.2.3 เพื่อวิเคราะห์ค่าเชิงสถิติด้วยโปรแกรม SPSS ด้วยวิธีการ Pearson Correlation Coefficient เพื่อหาค่าที่มีผลต่อความแม่นยำอย่างมีนัยยะสำคัญ

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

- 1.3.1 พื้นที่โล่งบนดาดฟ้าของอาคารปลูกสร้างที่มีความสูง 3 ชั้น
- 1.3.2 เครื่องมือรับสัญญาณดาวเทียมจีเอ็นเอสเอสยี่ห้อ Tersus รุ่น Oscar
- 1.3.3 ผลลัพธ์ค่าพิกัดที่ได้ต้องเป็นไปตามเงื่อนไขของกรมที่ดิน คือค่าจะต้องอ้างอิงกับค่าพิกัดของหมุดอ้างอิง ซึ่งค่าที่รับได้ควรจะต้องมีค่าคลาดเคลื่อนทางราบไม่เกิน 4 เซนติเมตรและค่าคลาดเคลื่อนทางตั้งไม่เกิน 10 เซนติเมตร

1.4 สมมติฐานของการวิจัย

การทดสอบการรับสัญญาณดาวเทียมด้วยเครื่องรับสัญญาณนั้น จะสามารถเอียงได้ถึง 80 องศา และอยู่ในเกณฑ์ของกรมที่ดินที่ค่าคลาดเคลื่อนในแนวราบต้องไม่เกิน 4 เซนติเมตร แต่ค่าคลาดเคลื่อนในแนวตั้งอาจจะมีค่าคลาดเคลื่อนที่มากกว่า 10 เซนติเมตร

2. วิธีการทดลองหรือวิธีการศึกษา

2.1 ศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Somnath M. (2020) ได้ทำการศึกษาเครื่องมือรับสัญญาณจีเอ็นเอสเอสราคาถูกที่รัฐเบงกอลตะวันตก ประเทศอินเดีย โดยแบ่งเป็น 2 กรณี คือ กรณี baseline สั้น 600 เมตรและกรณี baseline ยาว 60 กิโลเมตร ผลปรากฏว่าการตั้งเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมและใช้รับสัญญาณดาวเทียมด้วยการรับสัญญาณจากดาวเทียม GPS, Galileo และ QZSS จะได้ค่าพิกัดที่ถูกต้องมากกว่า การรับสัญญาณดาวเทียม GPS, Galileo, GLONASS และ QZSS

ดารารพร (2562) ได้ทำการศึกษาประสิทธิภาพของเครื่องมือรับสัญญาณจีเอ็นเอสเอสยี่ห้อ Topcon รุ่น GR5 ที่พื้นที่ของโรงพยาบาลแหลมฉบัง จังหวัดชลบุรี โดยศึกษาเกี่ยวกับการหาค่าเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยของวิธีการรับสัญญาณด้วยวิธีสถานีเสมือนจริงกับวิธีการรับสัญญาณแบบจลนในทันที ผลปรากฏว่าวิธีการรับสัญญาณเทคนิคแบบจลนให้ค่าคลาดเคลื่อนที่น้อยกว่าวิธีเทคนิคการรับสัญญาณด้วยสถานีเสมือนจริง ซึ่งสาเหตุสามารถมาได้จากหลายปัจจัย ยกตัวอย่างเช่น อินเทอร์เน็ต, ประสิทธิภาพของ CORs หรือเวลา

สุขสันต์ (2554) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการประเมินค่าความถูกต้องของระบบดาวเทียม GPS, GLONASS และ COMPASS ในการหาตำแหน่งแบบจุดเดียวและสถิติ ผลปรากฏว่า ในการหาตำแหน่งแบบจุดเดียว ผลลัพธ์ที่ได้จากการใช้ระบบดาวเทียมผสมกัน ระหว่างทั้ง 3 ระบบ ให้ผลลัพธ์ไม่ต่างจากการใช้ดาวเทียมระบบ GPS ระบบเดียว แต่เมื่อประมวลผลแบบสถิติจะเห็นว่าค่าเฉลี่ยทางตำแหน่งที่ได้จากการประมวลผลด้วยระบบดาวเทียมทั้งสาม ค่าที่ได้ถูกปรับปรุงให้ดีขึ้น 26.98% ในแนวราบและ 30.08% ในแนวตั้ง

2.2 กำหนดพื้นที่ศึกษา

เลือกพื้นที่ศึกษาที่เหมาะสมต่อการวิจัย โดยในการวิจัยครั้งนี้ผู้ทำการวิจัย เลือกดาดฟ้าของตึกสูง 3 ชั้น ซึ่งเหมาะสมแก่การทำงานวิจัยในครั้งนี้ โดยรอบๆหมุดจะต้องไม่มีสิ่งใดมาบดบังหรือรบกวนการนำเครื่องไปรับสัญญาณดาวเทียม



ภาพที่ 1 พื้นที่โล่งดาดฟ้าของอาคาร 3 ชั้น

2.3 กำหนดหมุดสำหรับอ้างอิง

ตรงพื้นที่โล่งดาดฟ้าของอาคาร 3 ชั้น เลือกจุดสำหรับรับสัญญาณเพื่อทำหมุดอ้างอิง โดยการนำเครื่องมือรับสัญญาณดาวเทียมไปรับสัญญาณดาวเทียมที่หมุดอ้างอิงนั้นด้วยวิธีการรับสัญญาณแบบสถิต หรือที่เรียกว่า Static survey เป็นเวลา 4 ชั่วโมง แล้วนำข้อมูลที่ได้มาประมวลผลหาค่าพิกัดด้วยโปรแกรม TERSUS Geo Office ของทาง Tersus ซึ่งจะได้ค่าพิกัดของหมุดอ้างอิง ดังนี้

ตารางที่ 1 ค่าพิกัดของหมุดอ้างอิง

Elev.	ค่าพิกัด
N	1516944.613
E	680289.441
h	13.2276

2.4 เก็บข้อมูลภาคสนาม

ดำเนินการรังวัดด้วยวิธีการ Network RTK เทคนิค VRS จากเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมจีเอ็นเอสเอสของยี่ห้อ Tersus รุ่น Oscar บนหมุดอ้างอิงที่เราได้เก็บค่าพิกัดจากวิธีการ Static เอาไว้ในตอนแรก โดยจะใช้วิธีการเอียง หรือ Tilting เครื่องมือจีเอ็นเอสเอสเพื่อรับสัญญาณ โดยจะเอียงเครื่องมือไปในทิศทาง N,E,W และ S เก็บค่า ณ ตอนที่มุม 0°, 5°, 10°, 15°, 20°, 25°, 30°, 35°, 40°, 45°, 60°, 70° และ 80° ซึ่งจะได้ข้อมูลของมุม 0° มา 1 ข้อมูล และข้อมูลของแต่ละทิศด้วยมุม 5°- 80° จำนวน 52 ข้อมูล รวมทั้งสิ้น 53 ข้อมูล

แต่เนื่องจากต้องการที่จะศึกษาถึงผลจากการนำ SIM อินเทอร์เน็ตมาใส่ระหว่างตัวรับสัญญาณ หรือ Receiver กับผลจากการนำ SIM มาใส่ในเครื่องควบคุม หรือ Controller ทำให้การลงภาคสนามครั้งนี้รับข้อมูลมา 2 ชุด เป็นจำนวน 106 ข้อมูล



ภาพที่ 2 ลงสนามเก็บข้อมูล

2.5 วิเคราะห์และประมวลผล

2.5.1 การวิเคราะห์และเปรียบเทียบความแม่นยำของค่าพิกัด

ทางผู้จัดทำใช้วิธีการนำค่าพิกัดของข้อมูลที่ได้จากขั้นตอนที่ 2.4 นำข้อมูลมาแบ่งเป็น 2 ชุด ชุดที่หนึ่ง คือใส่ SIM ไว้ที่เครื่องควบคุม หรือ Controller และชุดที่สองคือ ใส่ SIM ไว้ที่เครื่องรับสัญญาณหรือ Receiver

จากนั้นจึงนำข้อมูลที่ได้ทั้งสองชุดมาเปรียบเทียบกับค่าพิกัดของหมุดอ้างอิงที่ใช้จากการรับสัญญาณด้วยวิธีการ Static จากขั้นตอนที่ 2.3 นำค่าต่างของค่าพิกัดในแนวแกน N , E และ h มาสร้างกราฟเพื่อศึกษาและแสดงให้เห็นถึงความถูกต้องของค่าพิกัดระหว่างทั้งสองชุดข้อมูล

2.5.2 การศึกษาค่าที่มีนัยยะสำคัญต่อความแม่นยำของค่าพิกัดด้วยโปรแกรม SPSS ด้วยวิธีการ Pearson Correlation coefficient

นำข้อมูลทั้งสองชุดที่ได้มาใส่ในโปรแกรม SPSS แล้วจึงทำการใช้ฟังก์ชัน Pearson Correlation coefficient เพื่อศึกษาถึงค่าที่มีนัยยะสำคัญต่อความแม่นยำของค่าพิกัด โดยมี Tilt angle, HDOP, VDOP, PDOP, SIM, HRMS, VRMS และ RMS แล้วจึงนำมาสรุปผล

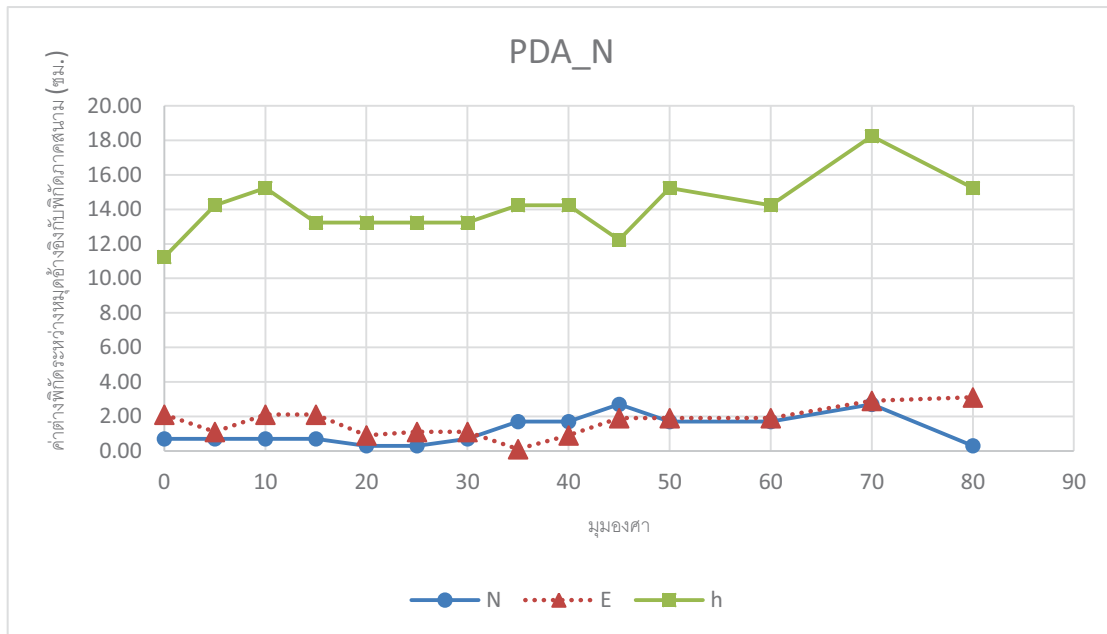
3. ผลการทดลองและวิจารณ์ผล หรือผลการศึกษาและอภิปรายผล

3.1 ผลจากการเปรียบเทียบศึกษาความแม่นยำของค่าพิกัดทั้งสองชุด

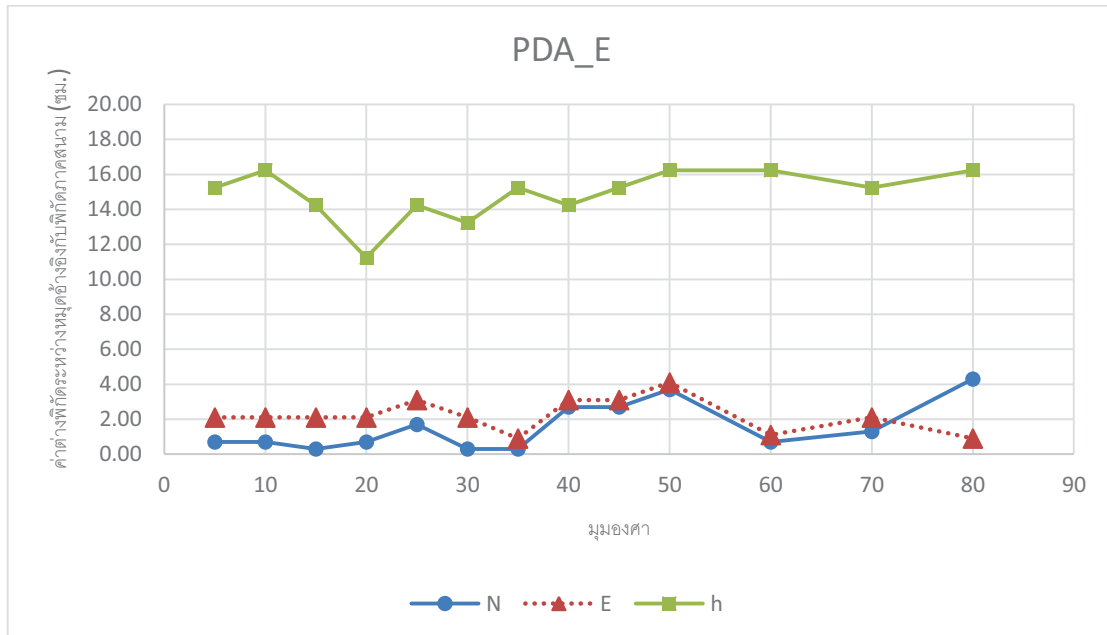
สร้างกราฟ โดยกำหนดให้แกน X เป็นมุมมองเสาที่ใช้และแกน Y เป็นค่าต่างของค่าพิกัดหน่วยเป็นเซนติเมตร และ

- เส้นสีน้ำเงินรูปวงกลม คือ ค่าต่างระหว่างค่าพิกัดข้อมูลแกน N
- เส้นประสีส้มรูปสามเหลี่ยม คือ ค่าต่างระหว่างค่าพิกัดข้อมูลแกน E
- เส้นสีเทารูปสี่เหลี่ยมของ คือ ค่าต่างระหว่างค่าพิกัดข้อมูลแกน h

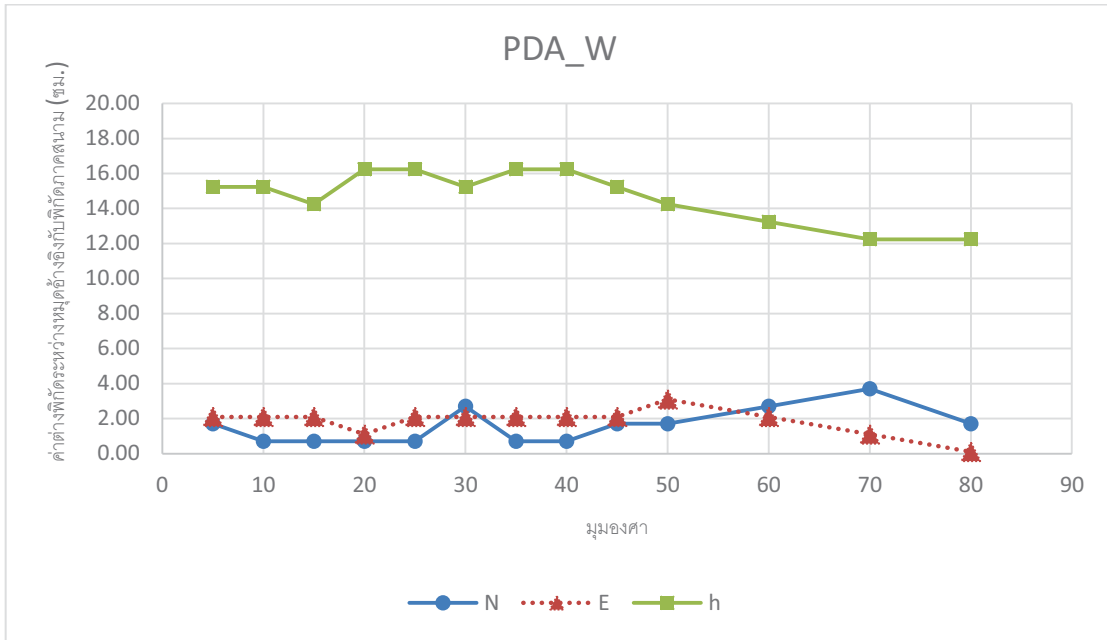
ชุดที่ 1 SIM อยู่ที่เครื่องควบคุม หรือ Controller



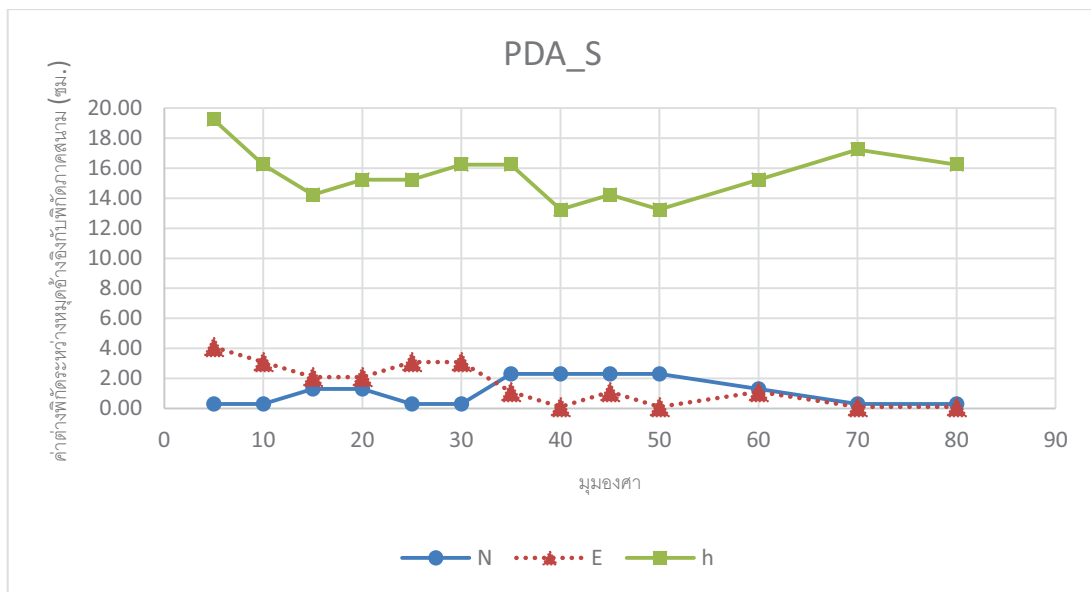
ภาพที่ 3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลชุดแรกระหว่างค่าต่างของพิกัดกับมุมมองศาที่ใช้ทิศ N



ภาพที่ 4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลชุดแรกระหว่างค่าต่างของพิกัดกับมุมมองศาที่ใช้ทิศ E



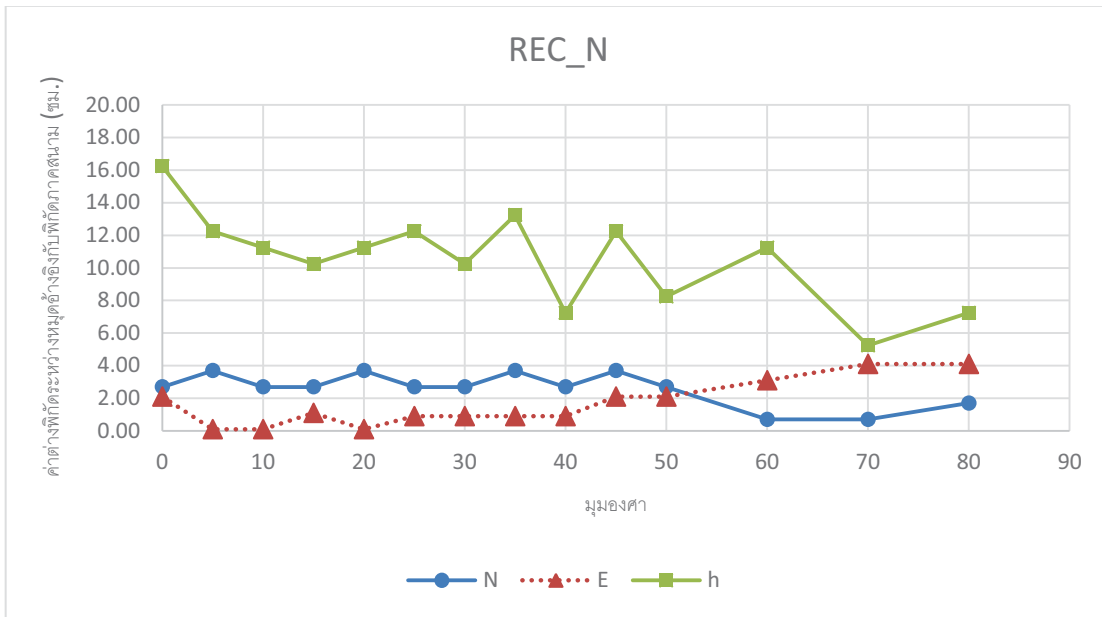
ภาพที่ 5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลชุดแรกระหว่างค่าต่างของพิกัดกับมุมมองศาที่ใช้ทิศ W



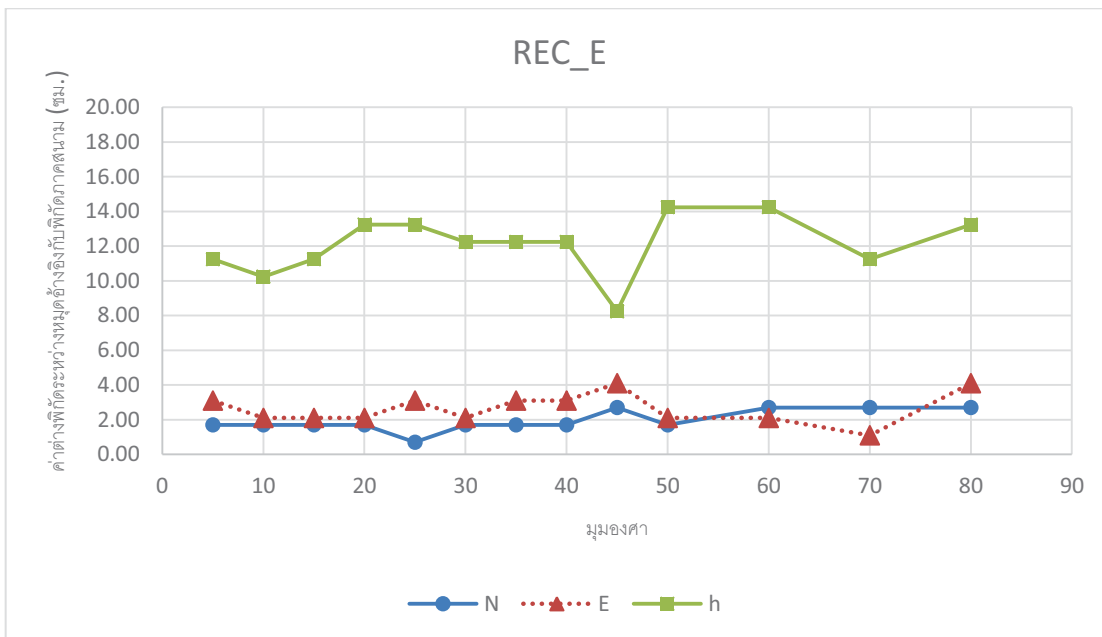
ภาพที่ 6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลชุดแรกระหว่างค่าต่างของพิกัดกับมุมมองศาที่ใช้ทิศ S

จากภาพที่ 3-6 จะเป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าต่างของพิกัดกับมุมมองศาที่ใช้เมื่อวัดขณะเอียงไปตามทิศทางต่างๆของชุดข้อมูลที 1 คือ ใส่ SIM ใน Controller ซึ่งค่าต่างระหว่าง
 ซึ่งเมื่อดูค่าต่างพิกัดในแนวราบ จะเห็นได้ว่า ค่าพิกัดที่คำนวณมาได้ มีค่าไม่เกิน 4 เซนติเมตรจากหมุดที่อ้างอิง แต่เมื่อดูค่าต่างพิกัดทางตั้ง จะเห็นได้ว่ามีค่าพิกัดที่ได้จะมีค่าสูงเกินกว่าเกณฑ์ที่ 10 เซนติเมตร

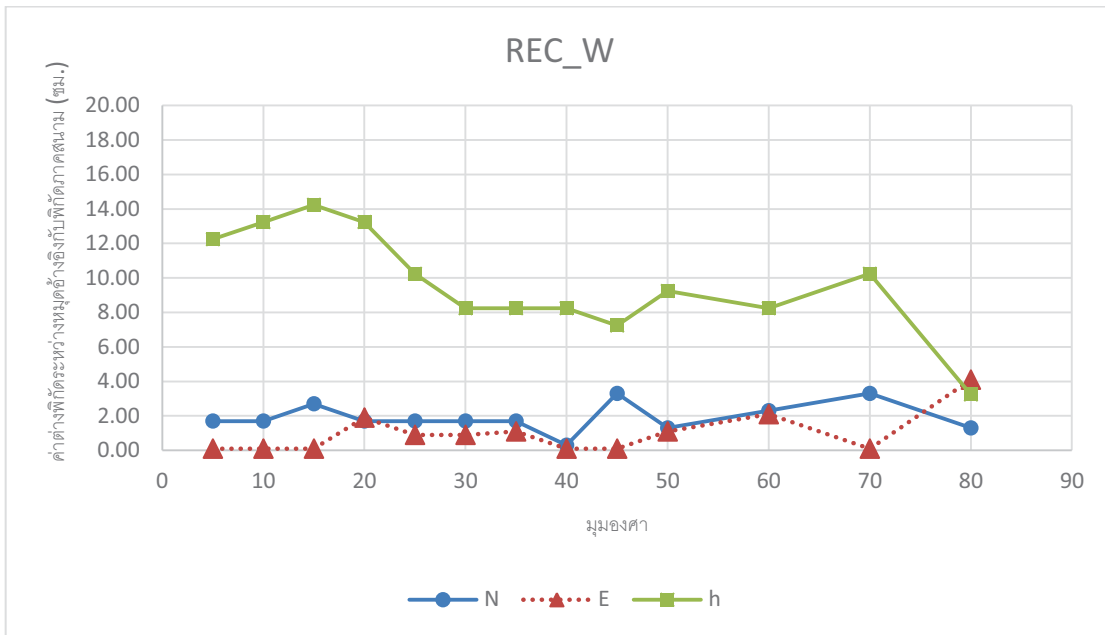
ชุดที่ 2 SIM ใส่ในเครื่องรับสัญญาณ หรือ Receiver



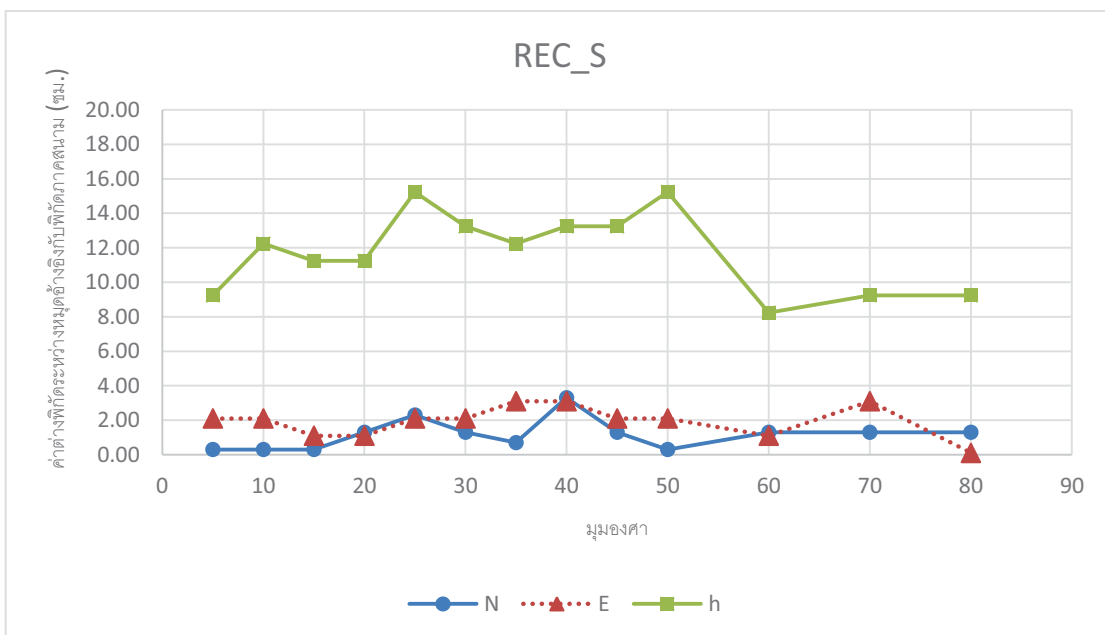
ภาพที่ 7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลชุดที่สองระหว่างค่าต่างของพิกัดกับมุมมองศาที่ใช้ทิศ N



ภาพที่ 8 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลชุดที่สองระหว่างค่าต่างของพิกัดกับมุมมองศาที่ใช้ทิศ E



ภาพที่ 9 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลชุดที่สองระหว่างค่าต่างของพิกัดกับมุมมองศาที่ใช้ทิศ W



ภาพที่ 10 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลชุดที่สองระหว่างค่าต่างของพิกัดกับมุมมองศาที่ใช้ทิศ S

จากภาพที่ 7-10 จะเป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าต่างของพิกัดกับมุมมองศาที่ใช้เมื่อวัดขณะเอียงไปตามทิศทางต่างๆของชุดข้อมูลที่ 2 คือ ใส่ SIM ใน Receiver

ซึ่งเมื่อดูค่าต่างพิกัดในแนวราบ จะเห็นได้ว่า ค่าพิกัดที่คำนวณมาได้ มีค่าไม่เกิน 4 เซนติเมตรจากหมุดที่อ้างอิง แต่เมื่อดูค่าต่างพิกัดทางตั้งในกรณีของชุดข้อมูลที่ 2 ใส่ SIM ใน Receiver ค่าพิกัดทางตั้งจะมีส่วนที่ผ่านเกณฑ์และไม่ผ่านเกณฑ์ไม่เหมือนกับชุดข้อมูลชุดที่ 1 ใส่ SIM ใน Controller

3.2 ผลจากการศึกษาถึงค่าที่มีนัยยะสำคัญต่อความแม่นยำของค่าพิกัดที่รับ

จากตารางที่ 2-4 แสดงให้เห็นถึงผลลัพธ์จากการประมวลผลด้วยวิธีการ Pearson Correlation Coefficient ซึ่งค่าที่มีผลต่อความถูกต้องของค่าพิกัดสามารถดูได้จากในตาราง เมื่อค่า Sig. < 0.05 จะแสดงว่าค่านั้นมีผลต่อความถูกต้องของค่าพิกัดอย่างมีนัยยะสำคัญ

ตารางที่ 2 ผลลัพธ์จากโปรแกรม SPSS วิเคราะห์แกน N

Model	B	Unstandardized Coefficients	Standardized Coefficients	t	Sig.
		Std. Error	Beta		
(Constant)	0.006	0.026		0.227	0.82
Tilt Angle(X1)	0	0	-0.216	-7.054	<.001
HDOP(X2)	-0.106	0.017	-0.202	-6.183	<.001
VDOP(X3)	0.109	0.024	0.14	4.62	<.001
SIM(X4)	0.003	0.001	0.064	1.996	0.046

ปัจจัยที่มีผลต่อความแม่นยำ มีความสัมพันธ์กับ Tilt Angle, HDOP, VDOP, SIM ในระดับ 0.290 (Sig. < 0.05)

ตารางที่ 3 ผลลัพธ์จากโปรแกรม SPSS วิเคราะห์แกน E

Model	B	Unstandardized Coefficients	Standardized Coefficients	t	Sig.
		Std. Error	Beta		
(Constant)	-0.217	0.02		-10.729	<.001
HDOP(X1)	0.108	0.013	0.26	8.249	<.001
VDOP(X2)	0.124	0.018	0.202	6.952	<.001
VRMS(X3)	-8.613	1.056	-0.306	-8.156	<.001
HRMS(X4)	2.973	0.421	0.262	7.065	<.001
SIM(X5)	0.004	0.001	0.134	4.244	<.001

ปัจจัยที่มีผลต่อความแม่นยำ มีความสัมพันธ์กับ Tilt Angle, HDOP, VDOP, SIM ในระดับ 0.400 (Sig. < 0.05)

ตารางที่ 4 ผลลัพธ์จากโปรแกรม SPSS วิเคราะห์แกน h

Mode;	B	Unstandardized Coefficients	Standardized Coefficients	t	Sig.
		Std. Error	Beta		
(Constant)	-0.217	0.02		-10.729	<.001
HDOP(X1)	0.108	0.013	0.26	8.249	<.001
VDOP(X2)	0.124	0.018	0.202	6.952	<.001
VRMS(X3)	-8.613	1.056	-0.306	-8.156	<.001
HRMS(X4)	2.973	0.421	0.262	7.065	<.001
SIM(X5)	0.004	0.001	0.134	4.244	<.001

ปัจจัยที่มีผลต่อความแม่นยำ มีความสัมพันธ์กับ Tilt Angle, HDOP, VDOP, SIM ในระดับ 0.621 (Sig. < 0.05)

3.3 อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการทดสอบเครื่องรับสัญญาณจีเอ็นเอสเอสที่มีเซนเซอร์ IMU มารับดำเนินการรังวัดด้วยวิธีการ Network RTK เทคนิค VRS ด้วยมุมมองขนาดต่างๆ 0° 5° 10° 15° 20° 25° 30° 35° 40° 45° 60° 70° และ 80° ในทิศทางต่างๆ N, E, W และ S จากนั้นนำค่าพิกัดที่ได้มาเปรียบเทียบกับค่าพิกัดของหมุดอ้างอิงแล้วนำไปสร้างกราฟขึ้นมา และนำข้อมูลที่ได้มาศึกษาหาค่าที่มีนัยยะสำคัญต่อความแม่นยำของค่าพิกัดที่ได้ด้วยโปรแกรม SPSS ด้วยวิธีการทางสถิติ Pearson Correlation coefficient มรประเด็นที่สามารถอภิปรายได้ดังต่อไปนี้

3.3.1 อภิปรายผลความถูกต้องในตำแหน่งทางราบ

ค่าพิกัดที่ได้ของข้อมูลทั้งสองชุดมีความถูกต้องทางค่าพิกัดในตำแหน่งทางราบที่สูง คือไม่เกิน 4 เซนติเมตร ไม่ว่าจะอยู่ในแกนพิกัด N หรือ E หรือในทิศทางต่างๆที่เอียงเพื่อรับสัญญาณ

3.3.2 อภิปรายผลความถูกต้องในตำแหน่งทางตั้ง

ค่าพิกัดที่ได้ของข้อมูลทั้งสองชุดมีความถูกต้องทางค่าพิกัดในตำแหน่งทางตั้งสามารถพอรับได้ เนื่องจากค่าที่ได้เกิน 10 เซนติเมตร เป็นจำนวนมาก สาเหตุสามารถเกิดได้จากหลายกรณี ไม่ว่าจะเป็นความสูงไม้โพลที่อาจจะไม่พอ, รอบข้างมีตึกสูง, สภาพอากาศในวันรับสัญญาณที่ไม่ค่อยปลอดโปร่ง หรือสัญญาณจาก CORS Network ที่ส่งมาอาจจะไม่มีผู้ใช้งานจำนวนมากทำให้การรับสัญญาณถูกลดประสิทธิภาพลง

3.3.3 อภิปรายเปรียบเทียบข้อมูลทั้งสองชุดระหว่างชุดที่ใส่ SIM ในเครื่องควบคุมกับชุดที่ใส่ SIM ในเครื่องรับสัญญาณ

ค่าพิคกิ้งที่ได้ของทั้งสองชุดข้อมูลอยู่เกณฑ์ที่ดี ค่าพิคกิ้งในตำแหน่งทางราบของชุดข้อมูลแรก(SIM ใน Controller) จะมีค่าพิคกิ้งที่ดีกว่าข้อมูลจากค่าพิคกิ้งของชุดที่สอง (SIM ใน Receiver) แต่ค่าพิคกิ้งในตำแหน่งทางราบ ชุดข้อมูลที่สองจะมีค่าความแม่นยำที่มากกว่าชุดข้อมูลของชุดแรกอย่างเห็นได้ชัด ซึ่งสาเหตุอาจจะมาจากการที่ การใส่ SIM ในเครื่องรับสัญญาณโดยตรง จะทำให้สามารถรับสัญญาณ Internet ได้ทันที ไม่ต้องผ่านทาง Controller ซึ่งไม่ได้อยู่ตรงหมุดอ้างอิงเหมือนเครื่องรับสัญญาณ ซึ่งอาจจะเกิดการดีเลย์ขึ้นได้

4. สรุป

จากการวิจัยพบว่าการเอียงเครื่องมือเพื่อรับสัญญาณนั้น สามารถนำวิธีการเอียงไปใช้ได้ในงานภาคสนามจริง ซึ่งมีความถูกต้องแม่นยำที่สูงในแนวราบที่สูงต่างๆที่รับสัญญาณด้วยการเอียงด้วยมุมถึง 80° ยังให้ค่าความถูกต้องไม่คลาดเคลื่อนเกิน 4 เซนติเมตร แต่อาจจะต้องคำนึงถึงความถูกต้องแม่นยำในตำแหน่งทางตั้ง ค่าที่ได้มีค่าความถูกต้องที่คลาดเคลื่อนเกิน 10 เซนติเมตร เป็นจำนวนมาก ซึ่งมีหลายสาเหตุและปัจจัยที่มีผลต่อค่าพิคกิ้งตำแหน่งทางตั้ง นอกจากนี้การรับสัญญาณนั้น ควรนำ SIM ไปใส่ไว้เครื่องรับ ซึ่งจะทำให้ค่าพิคกิ้งตำแหน่งมีความถูกต้องที่มากกว่าการนำ SIM ไปใส่ไว้ในเครื่องควบคุม โดยเฉพาะค่าพิคกิ้งในทางตั้งที่เห็นได้ชัดว่ามีค่าความถูกต้องที่เพิ่มสูงมากขึ้นกว่าการนำ SIM ไปใส่ไว้ในเครื่องควบคุม

ในส่วนของการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติด้วยโปรแกรม SPSS ด้วยวิธีการ Pearson Correlation coefficient นั้น แสดงให้เห็นถึงปัจจัยที่มีผลต่อค่าความแม่นยำของค่าพิคกิ้งตำแหน่งหลังจากรับสัญญาณนั้นคือ ค่า Tilt Angle, HDOP, VDOP และ SIM ซึ่งในส่วนตรงนี้สามารถอิงกลับไปถึงผลลัพธ์ที่กล่าวไปข้างต้นว่า SIM ก็เป็นปัจจัยหลักอย่างหนึ่งซึ่งมีผลต่อความแม่นยำของค่าพิคกิ้งตำแหน่งของข้อมูลที่ได้รับมา

5. เอกสารอ้างอิง

- สุขสันต์ ชัยยะวงศ์. (2557). การประเมินค่าความถูกต้องของระบบ GPS/GLONASS/COMPASS ในการหาตำแหน่งแบบจุดเดี่ยว และสถิติ กรณีศึกษาในเขตกรุงเทพมหานคร. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย). CUIR.
<http://cuir.car.chula.ac.th/handle/123456789/46194>
- ดารารพร ผู้สิงห์, & อนุเผ่า ออบแพทย์. (2563). ประสิทธิภาพการรังวัดด้วยเทคโนโลยี GNSS บนพื้นที่ลาดชัน: กรณีศึกษา โรงพยาบาลแหลมฉบัง จ.ชลบุรี. วิศวกรรมสาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 110(33). <https://ph01.tci-thaijo.org/index.php/kuengj/article/view/241289>
- Somnath, M., Gopal, S., Atanu, S., Sukabya, D., Surajit, K., & Anindya, B. (2020, February 12-14). Low Cost GNSS Receiver Performance in Forest Environment. Prof. P. K. Jain (Chairs). URSI Regional Conference in Radio Science, Varanasi, India

การศึกษาหาประสิทธิภาพของเครื่องยี่ลูกตาลสุก

The Study of the Effectiveness of Ripe Palmyra Palm Crushing Machine

อติศักดิ์ ไสวอมร

Atisak Sawaiamon

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
Department of Industrial Engineering, Faculty of Industrial Education,
Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi

*Corresponding author. Tel.: 0861227599; E-mail address: atisak142531@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาการหาประสิทธิภาพของเครื่องยี่ลูกตาลสุก เพื่อทดสอบความสามารถและหาประสิทธิภาพในการทำงานของเครื่องยี่ลูกตาลสุก เพื่อลดเวลาในการทำงาน ช่วยเพิ่มผลผลิต และลดอาการเมื่อยล้า ในกระบวนการยี่ลูกตาลสุกด้วยเครื่องยี่ลูกตาลสุก ที่มีความเร็วรอบ 3 ระดับ คือ 357.5 รอบต่อนาที 286 รอบต่อนาที และ 238.3 รอบต่อนาที เวลาที่ใช้ในการยี่ลูกตาลสุก 40 วินาที 1 นาที และ 1.25 นาที ทุกครั้งในการทดลองใช้ลูกตาลสุกน้ำหนัก 3 กิโลกรัม สภาวะในการยี่ลูกตาลสุกทุกครั้งใช้น้ำช่วยในการยี่มีปริมาตร 2000 มิลลิลิตร โดยวิเคราะห์ผลจากความเร็วยี่รอบที่เหมาะสม เวลาที่เหมาะสม และน้ำหนักเนื้อลูกตาลสุกที่ผ่านการยี่แล้ว การทดลองการใช้เครื่องยี่ลูกตาลสุกในการยี่ลูกตาลสุก ซึ่งมีประสิทธิภาพในการยี่ดีกว่าใน การใช้คนยี่ โดยช่วยเพิ่มผลผลิตลดเวลาทำงาน ลดอาการเมื่อยล้าจากการทำงานและเพิ่มประสิทธิภาพในการยี่ลูกตาลสุก คือ ใช้ความเร็วยี่รอบที่ 286 รอบต่อนาที โดยใช้เวลาในการยี่ 1 นาที ต่อน้ำหนักลูกตาลสุกที่ใช้ครั้งละ 3 กิโลกรัม น้ำปริมาณ 2,000 มิลลิลิตร ที่ช่วยในการยี่โดยมีประสิทธิภาพในการยี่คิด เป็นร้อยละ 62%

คำสำคัญ : เครื่องยี่ลูกตาล, ลูกตาล, ผลผลิต

Abstract

This research aimed to study the efficiency of ripe Palmyra Palm crushing machine in order to test the ability and efficiency of the crushing machine to reduce working time, increase product and reduce tiredness. The ripe Palmyra Palm crushing process using machine with 3 steps of round speed which were 357.5 rpm/min, 286 rpm/min and 238.3 rpm/min. Time consumed in crushing process were 40 seconds, 1 minute and 1.25 minute. In every experiment, 3 kilograms of ripe Palmyra Palm were used. The crushing condition of ripe Palmyra Palm was 2000 ml. The analysis of suitable round speed, time and crushed ripe Palmyra Palm weight was conducted. The testing results showed that the crushing machine was more effective than manual crushing. It increased product, reduced working time and tiredness from crushing and increased the ripe Palmyra Palm crushing effectiveness. The suitable round speed was 286 rpm/minute with 1minute crushing per 3 kilograms of ripe Palmyra Palm. The 2000 ml of water helped the crushing effectiveness equaled 62%.

Keyword: Ripe Palmyra Palm Crushing Machine, Palmyra Palm, Product

1. บทนำ

เนื่องจากบริเวณภาคกลางจังหวัดอ่างทอง และสิงห์บุรี โดยอำเภอโพธิ์ทอง, อำเภอแสวงหา ไปจนถึงอำเภอดำรงราษฎร์ มีต้นตาลจำนวนมาก แต่ยังไม่นำมาใช้ประโยชน์มากนัก เพราะผลผลิต มักมีอายุการเก็บรักษาสั้น และมีเฉพาะตามฤดูกาลเท่านั้น ตาลโตนดเป็นพืชตระกูลปาล์มที่ให้ผลผลิต ตามฤดูกาล เริ่มออกผลในช่วงเดือนมกราคมแล้วผลลูกตาลจะสุกในช่วงเดือนพฤษภาคม จนถึง กรกฎาคม ตาลสุกมีอายุการเก็บรักษาสั้น โดยการเสื่อมเสียเริ่มหลังจากผลตาลหล่นจากต้น กลิ่นรสผิดปกติและไม่ปลอดภัยต่อการบริโภค จึงสูญเสียโดยเปล่าประโยชน์ ส่วนใหญ่เกษตรกรได้ ปลอ่ยให้ผลสุกคาคั้น ถ้าสุกเกินก็จะหล่นเน่าเสียไป และการเก็บรักษาตาลสุกต้องใช้พื้นที่มากเพราะไม่ สามารถวางผลลูกตาลซ้อนทับกันได้ แต่กลุ่มแม่บ้านยังใช้วิธีการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากลูกตาลมาเป็น ขนมต่าง เช่น ขนมบัวลอย ขนมขี้หนู ขนมไข่ปลา ขนมตาล เป็นต้น (ข้อมูลเฉพาะเกี่ยวกับตาลโตนด)

ในปัจจุบันกระบวนการได้มาซึ่งเนื้อลูกตาลสุก โดยการใช้กระบวนการดั้งเดิมของชาวบ้าน คือ การนำเอาผลลูกตาลสุกมาทำการขยี้กับตะแกรง (ศุภณัฐ สร้อยแมนและคณะ. 2559) เพื่อให้เนื้อตาลออกจากลูกตาลแล้วนำเอาเนื้อลูกตาลสุกที่ได้มาทำการห่อผ้าขาวบาง เพื่อแยกเส้นใยที่ยังอยู่ในเนื้อตาลออกให้หมด และนำมาใส่ผ้าขาวบางอีกครั้ง เพื่อคั้นน้ำออกให้เหลือแต่เนื้อลูกตาลสุก โดยการไปแวนทิ้งไว้ถึง 8 - 10 ชั่วโมง หรือ มากกว่านั้น เพื่อให้เนื้อลูกตาลสุกแห้งเป็นการถนอมอาหาร แล้วจึงนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ตามต้องการ (โสดา ปิงสุแสง 2559) จากการศึกษาพบว่าการใช้แรงงานคนในการยี้ลูกตาลมีความยุ่งยากเกิดการเสียเวลาการรอ คอยที่ยาวนาน และยังทำให้เกิดอาการเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อแขนและหลัง จึงได้มีการนำเอาเครื่องมือ อุปกรณ์ เครื่องจักรเข้ามาช่วยในการแปรรูปอาหาร เพื่อลดกระบวนการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากเนื้อลูกตาลสุก และยังสามารถนำเนื้อลูกตาลสุกที่ผ่านกระบวนการยี้จากเครื่องยี้ลูกตาลสุกมาใช้ในการแปรรูป ได้ทันที โดยไม่ต้องเสียเวลา (มนัสนันท์ บุญทราพงษ์และคณะ. 2544)

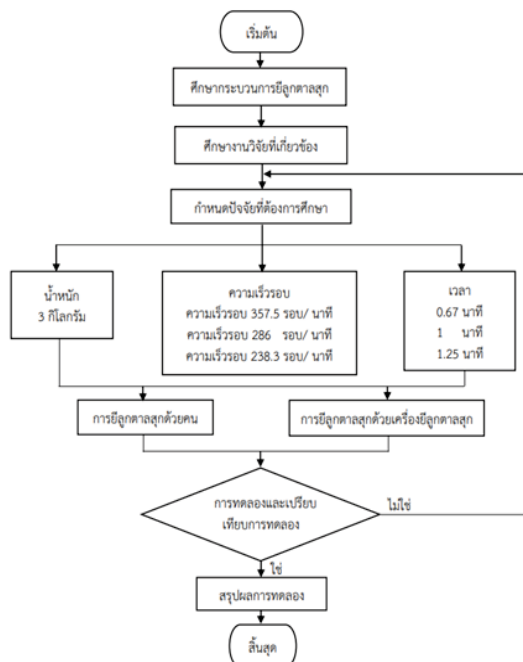
ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจในการศึกษาหาประสิทธิภาพของเครื่อง ยี้ลูกตาลสุก เพื่อการใช้เครื่องยี้ลูกตาลอย่างมีประสิทธิภาพที่ประหยัดต้นทุน ลดเวลางาน และเพิ่ม ผลผลิต สามารถแปรรูปผลิตภัณฑ์ได้อย่างรวดเร็วเพิ่มกำลังการผลิตและส่งผลให้มีรายได้เสริม มากขึ้น

1.1 วัตถุประสงค์การวิจัย

- 1.1.1 เพื่อศึกษากระบวนการยี้ลูกตาลจากภูมิปัญญาท้องถิ่นและการใช้เครื่องยี้ลูกตาลสุก
- 1.1.2 เพื่อทดสอบความสามารถและประสิทธิภาพในการทำงานของเครื่องยี้ลูกตาลสุก

2. วิธีการศึกษา

วิธีการศึกษางานวิจัยนี้เป็นการศึกษาหาประสิทธิภาพการยี้เนื้อลูกตาลสุกด้วยเครื่องยี้ลูกตาล เพื่อให้การทำงานประหยัดต้นทุน ลดเวลางาน ช่วยเพิ่มผลผลิต และทราบถึงผลกระทบที่เกิดขึ้น มีค่าตัวแปรในการทดลอง 3 ตัวแปร คือความเร็วรอบ เวลา และน้ำหนักของลูกตาลสุก โดยทำการยี้ ตามตัวแปรและการออกแบบการทดสอบที่กำหนด (ธนารักษ์ ธิบแก้วและอดิศักดิ์ สมสูตร 2561)



ภาพที่ 1 แสดงขั้นตอนวิธีการศึกษา

โครงสร้างของเครื่อง (ฐานเครื่องยี้ลูกตาลสุก) ชุดมอเตอร์ต้นกำลัง(1/3 AC 220 V) ชุดพูลเลย์ 3 ขนาด ขนาด 8 นิ้ว ,10 นิ้ว และ 12 นิ้ว สายพาน 3 ขนาด 50 นิ้ว 54 นิ้ว และ 57 นิ้ว ถังใส่และชุดหัวยี้ลูกตาล ที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพของเครื่อง



ภาพที่ 2 โครงสร้างของเครื่อง

2.1 ขั้นตอนในการทดสอบการใช้คนยี่ลูกตาล

ขั้นตอนในการทดสอบการใช้คนยี่ลูกตาล เตรียมลูกตาลสุกนำลูกตาลสุกมาปอกเปลือกและแกะเอาดีของลูกตาลออก นำลูกตาลสุกที่ปอกเปลือกแล้วนำไปล้างน้ำเปล่าให้สะอาด ตวงน้ำให้ได้ปริมาณ 2000 มิลลิลิตร นำลูกตาลที่ล้างน้ำสะอาดแล้วนำไปซังให้ได้น้ำหนัก 3 กิโลกรัม นำน้ำที่ตวงไว้ 2000 มิลลิลิตร ใส่ในพาชนะพร้อมกับเนื้อลูกตาล ที่มีน้ำหนัก 3 กิโลกรัม นำลูกตาลที่ปอกเปลือกเสร็จแล้วมายีกับตะแกรงจนเนื้อลูกตาลออกจากเส้นใย จนเส้นใยมีลักษณะ เป็นสีเหลืองอ่อนหรือขาว แต่ไม่ถึงเมล็ดสีดำ เทเนื้อลูกตาลที่ผ่านการยี่แล้วใส่ภาชนะที่มีผ้าขาวบางรอง แล้วบิดให้เนื้อกับ น้ำแยกออกจากเส้นใยลูกตาล นำเนื้อลูกตาลที่ผ่านการกรองแล้ว ใส่ผ้าขาวบาง ำไปซังเสร็จแล้วนำไปแขวนไว้ให้น้ำที่มีอยู่ในเนื้อลูกตาลหยดออกจากเนื้อตาลจะใช้เวลาประมาณ 8 – 10 ชั่วโมง เพื่อเป็นการถนอมอาหารนำเนื้อลูกตาลไปแขวนเพื่อให้ น้ำหยดออกจากเนื้อลูกตาล นำเนื้อลูกตาลที่ผ่านการแขวนไว้จนน้ำหยดออกจากเนื้อตาลหมดแล้วมา ซังเพื่อดูปริมาณเนื้อลูกตาล เนื้อลูกตาลที่ผ่านกระบวนการยี่จน น้ำหยดออกหมดแล้วดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 ขั้นตอนในการทดสอบโดยใช้คนยี่ลูกตาลสุก

2.2 ขั้นตอนในการทดสอบโดยใช้เครื่องยี่ลูกตาล

ขั้นตอนในการทดสอบโดยใช้เครื่องยี่ลูกตาล เตรียมลูกตาลสุก นำลูกตาลสุกมาปอกเปลือกและแกะเอาดีของลูกตาลออก นำลูกตาลสุกที่ผ่านการปอกเปลือกแล้วนำไปล้างน้ำเปล่าให้สะอาดตวงน้ำให้ได้ปริมาณ 2,000 มิลลิลิตร นำลูกตาลที่ผ่านการล้างน้ำสะอาดแล้วไปชั่งให้น้ำหนัก 3 กิโลกรัม ใส่เนื้อลูกตาลน้ำหนัก 3 กิโลกรัม ลงในถังยี่แล้วเทน้ำที่เตรียมไว้ปริมาณ 2,000 มิลลิลิตร ตามลงไปในถังยี่และปิดฝาพร้อมกับเปิดสวิทซ์ ให้เครื่องทำงาน โดยจับเวลาเครื่อง ทำการยี่จนเนื้อลูกตาลออกจากเส้นใยมีสีเหลืองอ่อน นำเมล็ดลูกตาลออกจากถังยี่แล้วใช้มือทำการรูดเอาเนื้อแยกจากเส้นใยลูกตาล เทเนื้อลูกตาลในถังยี่ที่ยี่เสร็จแล้วใส่ภาชนะที่มีผ้าขาวบางรอง แล้วบิดให้เนื้อกับน้ำแยกออกจากเส้นใยลูกตาลนำเนื้อลูกตาลที่ผ่านการกรองแล้วใส่ผ้าขาวบางนำไปชั่งเสร็จแล้วนำไป แขนวนไว้ให้น้ำที่มีอยู่ในเนื้อลูกตาลหยดออกจากเนื้อตาลจะใช้เวลาประมาณ 8 - 10 ชั่วโมง เพื่อเป็นการถนอมอาหารนำเนื้อลูกตาลที่ผ่านการแขนวนไว้จนน้ำหยดออกจากเนื้อตาลหมดแล้วชั่งเพื่อดู ปริมาณเนื้อลูกตาล



ภาพที่ 4 ขั้นตอนในการทดสอบโดยใช้เครื่องยี่ลูกตาล

3. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

การดำเนินงานวิจัยครั้งนี้ เป็นการหาประสิทธิภาพของเครื่องยี่ลูกตาลสุกด้วย ความเร็วรอบ 3 ระดับ คือ 357.5 รอบต่อนาที 286 รอบต่อนาที และ 238.3 รอบต่อนาที เวลาที่ใช้ ในการยี่ลูกตาลสุก 0.67 นาที 1 นาที และ 1.25 นาที ต่อลูกตาลที่มีน้ำหนัก 3 กิโลกรัม เพื่อหา ประสิทธิภาพการทำงานโดยใช้คนยี่ลูกตาลสุก และหาประสิทธิภาพการทำงานโดยใช้เครื่องยี่ลูกตาลสุก โดยหาความเร็วรอบและเวลาที่เหมาะสมต่อการยี่ลูกตาลสุกและวิเคราะห์ผลจากการทดลอง ดังนี้ (กฤษณ์ ผลโพธิ์และ ชีรพงศ์ ผลโพธิ์.2560)

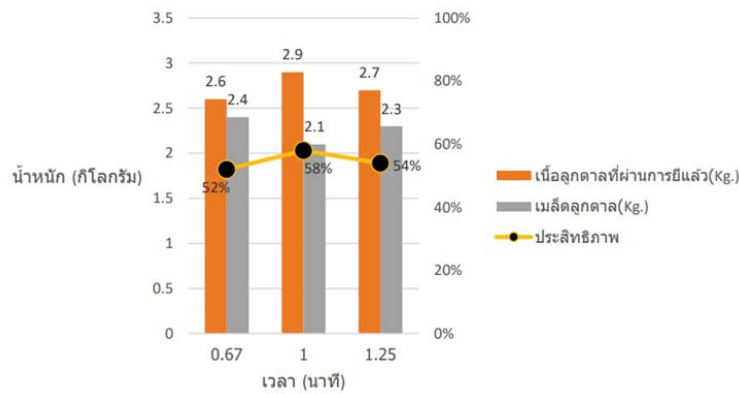
3.1 ประสิทธิภาพการทำงานโดยใช้คนยี่ลูกตาลสุก

ตารางที่ 1 ผลการหาประสิทธิภาพการทำงานโดยใช้คนยี่ลูกตาลสุก

การใช้คนยี่ลูกตาลสุก					
ครั้งที่	เวลา (นาที)	เนื้อลูกตาลก่อนยี่ (กิโลกรัม)	ลูกตาลที่ผ่านการยี่แล้ว (กิโลกรัม)	เมล็ดลูกตาล (กิโลกรัม)	ประสิทธิภาพ (%)
1	52	3	2.6	2.4	52%
2	47	3	2.2	2.8	44%
3	41	3	2.4	2.6	42%

จากตารางที่ 1 พบว่า การยี่ลูกตาลสุกโดยใช้คนยี่ ใช้เวลา 52 นาที เนื้อลูกตาลสุกก่อนยี่ มีน้ำหนัก 3 กิโลกรัม หลังผ่านการยี่แล้วเนื้อลูกตาลมีน้ำหนัก 2.6 กิโลกรัม คิดเป็นร้อยละ 52% จะเหลือเมล็ดลูกตาลน้ำหนัก 2.4 กิโลกรัม การยี่ลูกตาลในเวลา 47 นาที เนื้อลูกตาลสุกก่อนยี่น้ำหนัก 3 กิโลกรัม หลังผ่านการยี่แล้วเนื้อลูกตาลมีน้ำหนัก 2.2 กิโลกรัม คิดเป็นร้อยละ 44% จะเหลือเมล็ดลูกตาลน้ำหนัก 2.8 กิโลกรัม และในเวลา 41 นาที เนื้อลูกตาลสุกก่อนยี่น้ำหนัก 3 กิโลกรัม หลังผ่านการยี่แล้วเนื้อลูกตาลมีน้ำหนัก 2.4 กิโลกรัม คิดเป็นร้อยละ 42% จะเหลือเมล็ดลูกตาลน้ำหนัก 2.6 กิโลกรัม

กราฟที่ 1 น้ำหนักลูกตาลและเมล็ดลูกตาลที่ผ่านการยี่โดยใช้คนยี่ลูกตาลสุก



จากกราฟที่ 1 แสดงให้เห็นว่าการยี่ลูกตาลด้วยเครื่องยี่ลูกตาลสุกครั้งที่ดีที่สุดด้วยความเร็ว รอบที่ 357.5 รอบต่อนาที ในเวลา 1 นาที พบว่า หลังจากเนื้อลูกตาลผ่านการยี่แล้วมีน้ำหนัก 2.9 กิโลกรัม มากกว่าน้ำหนักเนื้อลูกตาลสุกที่ผ่านการยี่แล้วในเวลา 0.67 นาที และ 1.25 นาที โดยมี น้ำหนักเมล็ดลูกตาลน้อยสุดเพียง 2.1 กิโลกรัม

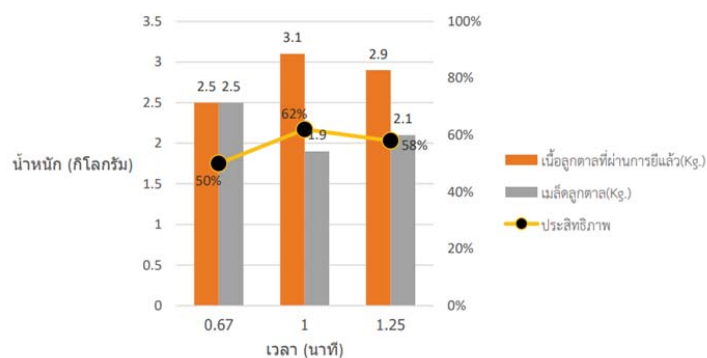
ตารางที่ 2 ผลการทดลองและประสิทธิภาพการยี่ด้วยความเร็วรอบ 286 รอบต่อนาที

การใช้เครื่องยี่ลูกตาลสุกด้วยความเร็วรอบ 286 รอบ/นาที

ครั้งที่	เวลา (นาที)	เนื้อลูกตาลก่อนยี่ (กิโลกรัม)	ลูกตาลที่ผ่านการยี่แล้ว (กิโลกรัม)	เมล็ดลูกตาล (กิโลกรัม)	ประสิทธิภาพ (%)
1	0.67	3	2.5	2.5	50%
2	1	3	3.1	1.9	62%
3	1.25	3	2.9	2.1	58%

จากตารางที่ 2 พบว่า การยี่ลูกตาลสุกด้วยเครื่องยี่ลูกตาลสุก ใช้ความเร็วรอบ 286 รอบ ต่อนาที ในเวลา 0.67 นาที เนื้อลูกตาลสุกก่อนยี่น้ำหนัก 3 กิโลกรัม หลังผ่านการยี่แล้วเนื้อลูกตาล มีน้ำหนัก 2.5 กิโลกรัม คิดเป็นร้อยละ 50% จะเหลือเมล็ดลูกตาลน้ำหนัก 2.5 กิโลกรัม การยี่ลูกตาล ในเวลา 1 นาที เนื้อลูกตาลสุกก่อนยี่น้ำหนัก 3 กิโลกรัม หลังผ่านการยี่แล้วเนื้อลูกตาลมีน้ำหนัก 3.1 กิโลกรัม คิดเป็นร้อยละ 62% จะเหลือเมล็ดลูกตาลน้ำหนัก 1.9 กิโลกรัม และในเวลา 1.25 นาที เนื้อลูกตาลสุกก่อนยี่น้ำหนัก 3 กิโลกรัม หลังผ่านการยี่แล้วเนื้อลูกตาลมีน้ำหนัก 2.9 กิโลกรัม คิดเป็น ร้อยละ 58% จะเหลือเมล็ดลูกตาลน้ำหนัก 2.1 กิโลกรัม

กราฟที่ 2 น้ำหนักลูกตาลและเมล็ดลูกตาลที่ผ่านการยี่ด้วยความเร็วรอบที่ 286 รอบต่อนาที



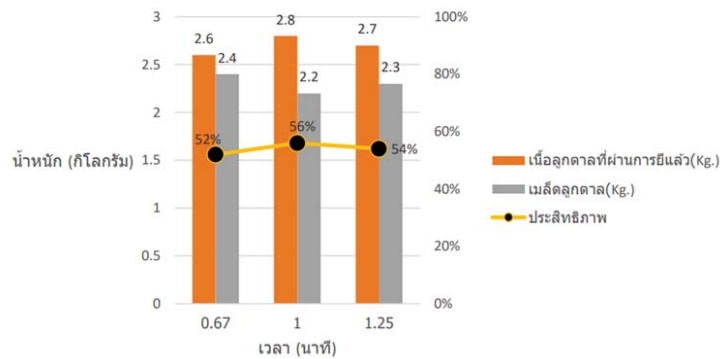
จากกราฟที่ 2 แสดงให้เห็นว่าการยี่ลูกตาลด้วยเครื่องยี่ลูกตาลสุกครั้งที่ดีที่สุดด้วยความเร็ว รอบที่ 286 รอบต่อนาที ในเวลา 1 นาที พบว่า หลังจากเนื้อลูกตาลผ่านการยี่แล้วมีน้ำหนัก 3.1 กิโลกรัม มากกว่าน้ำหนักเนื้อลูกตาลสุกที่ผ่านการยี่แล้วในเวลา 0.67 นาที และ 1.25 นาที โดยมี น้ำหนักเมล็ดลูกตาลน้อยสุดเพียง 1.9 กิโลกรัม

ตารางที่ 3 ผลการทดลองและประสิทธิภาพการยี่ด้วยความเร็วรอบ 238.3 รอบต่อนาที

การใช้เครื่องยี่ลูกตาลสุกด้วยความเร็วรอบ 238.3 รอบ/นาที					
ครั้งที่	เวลา (นาที)	เนื้อลูกตาลก่อนยี่ (กิโลกรัม)	ลูกตาลที่ผ่านการยี่แล้ว (กิโลกรัม)	เมล็ดลูกตาล (กิโลกรัม)	ประสิทธิภาพ (%)
1	0.67	3	2.6	2.4	52%
2	1	3	2.8	2.2	56%
3	1.25	3	2.7	2.3	54%

จากตารางที่ 3 พบว่า การยี่ลูกตาลสุกด้วยเครื่องยี่ลูกตาลสุก ใช้ความเร็วรอบ 238.3 รอบต่อนาที ในเวลา 0.67 นาที เนื้อลูกตาลสุกก่อนยี่มีน้ำหนัก 3 กิโลกรัม หลังผ่านการยี่แล้วเนื้อลูกตาล มีน้ำหนัก 2.6 กิโลกรัม คิดเป็นร้อยละ 52% จะเหลือเมล็ดลูกตาลน้ำหนัก 2.4 กิโลกรัม การยี่ลูกตาลในเวลา 1 นาที เนื้อลูกตาลสุกก่อนยี่น้ำหนัก 3 กิโลกรัม หลังผ่านการยี่แล้วเนื้อลูกตาลมีน้ำหนัก 2.8 กิโลกรัม คิดเป็นร้อยละ 56% จะเหลือเมล็ดลูกตาลน้ำหนัก 2.2 กิโลกรัม และในเวลา 1.25 นาที เนื้อลูกตาลสุกก่อนยี่น้ำหนัก 3 กิโลกรัม หลังผ่านการยี่แล้วเนื้อลูกตาลมีน้ำหนัก 2.7 กิโลกรัม คิดเป็น ร้อยละ 54% จะเหลือเมล็ดลูกตาลน้ำหนัก 2.3 กิโลกรัม

กราฟที่ 3 น้ำหนักลูกตาลและเมล็ดลูกตาลที่ผ่านการยี่ด้วยความเร็วรอบที่ 238.3 รอบต่อนาที



จากกราฟที่ 3 แสดงให้เห็นว่าการยี่ลูกตาลด้วยเครื่องยี่ลูกตาลสุกครั้งที่ดีที่สุดด้วยความเร็วรอบ ที่ 238.4 รอบต่อนาที ในเวลา 1 นาที พบว่า หลังจากเนื้อลูกตาลผ่านการยี่แล้วมีน้ำหนัก 2.8 กิโลกรัม มากกว่าน้ำหนักเนื้อลูกตาลสุกที่ผ่านการยี่แล้วในเวลา 0.67 นาที และ 1.25 นาที โดยมีน้ำหนักเมล็ด ลูกตาลน้อยสุดเพียง 2.2 กิโลกรัม

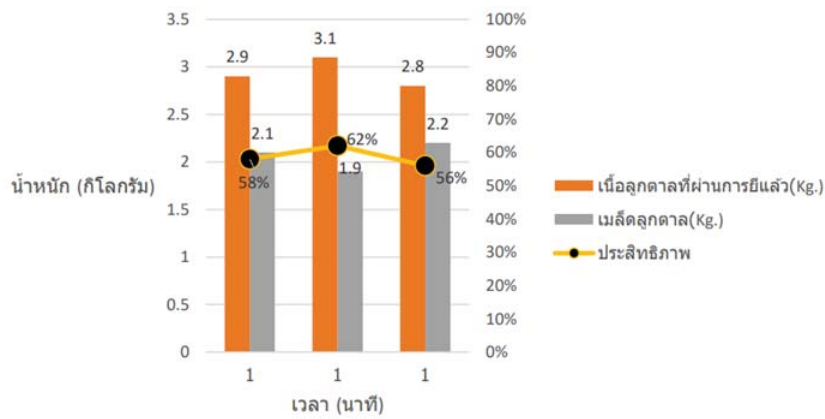
3.4 ความเร็วรอบและเวลาที่เหมาะสมในการยี่ลูกตาลด้วยเครื่องยี่ลูกตาลสุก

ตารางที่ 4 ผลการทดลองและประสิทธิภาพที่ดีที่สุดของความเร็วยี่รอบทั้ง 3 ระดับ

ความเร็วยี่รอบ (รอบต่อนาที)	เวลา (นาที)	เนื้อลูกตาลก่อนยี่ (กิโลกรัม)	ลูกตาลที่ผ่านการยี่แล้ว (กิโลกรัม)	เมล็ดลูกตาล (กิโลกรัม)	ประสิทธิภาพ (%)
357.5	1	3	2.9	2.1	58%
286	1	3	3.1	1.9	62%
238.3	1	3	2.8	2.2	56%

จากตารางที่ 4 พบว่า ในการยี่ลูกตาลสุกด้วยเครื่องยี่ลูกตาลสุก ความเร็วรอบ 3 ระดับ โดยมีการคัดเลือกเวลาที่ เหมาะสมในความเร็วยี่รอบของแต่ละระดับ มีเวลาในการยี่เท่ากันทั้ง 3 ระดับ ความเร็วยี่รอบคือ 1 นาที ความเร็วยี่รอบ 357.5 รอบต่อนาที มีเนื้อลูกตาลน้ำหนัก 2.9 กิโลกรัม คิดเป็น ร้อยละ 58% จะเหลือเมล็ดลูกตาล 2.1 กิโลกรัม ความเร็วยี่รอบ 286 รอบต่อนาที มีเนื้อลูกตาลน้ำหนัก 3.1 กิโลกรัมคิดเป็นร้อยละ 62% จะเหลือเมล็ดลูกตาล 1.9 กิโลกรัม และรอบ 238.3 รอบต่อนาทีมีเนื้อ ลูกตาลน้ำหนัก 2.8 กิโลกรัม คิดเป็นร้อยละ 56% จะเหลือเมล็ดลูกตาล 2.2 กิโลกรัม

กราฟที่ 4 ความเร็วรอบและเวลาในการยี่ลูกตาลด้วยเครื่องยี่ลูกตาลสุกความเร็วรอบทั้ง 3 ระดับ



จากกราฟที่ 4 พบว่า การยี่ลูกตาลสุกด้วยเครื่องยี่ลูกตาลสุกครั้งที่ดีที่สุด ในความเร็วรอบ 286 รอบต่อนาที เหมาะสมที่สุด เพราะเนื้อลูกตาลมีน้ำหนักที่ผ่านการยี่แล้ว 3.1 กิโลกรัม จะเหลือ เมล็ด ลูกตาลน้ำหนักเพียง 1.9 กิโลกรัม ซึ่งมีน้ำหนักเนื้อลูกตาลที่ผ่านการยี่แล้วมากที่สุด และมีน้ำหนักเมล็ดลูกตาลน้อยสุด

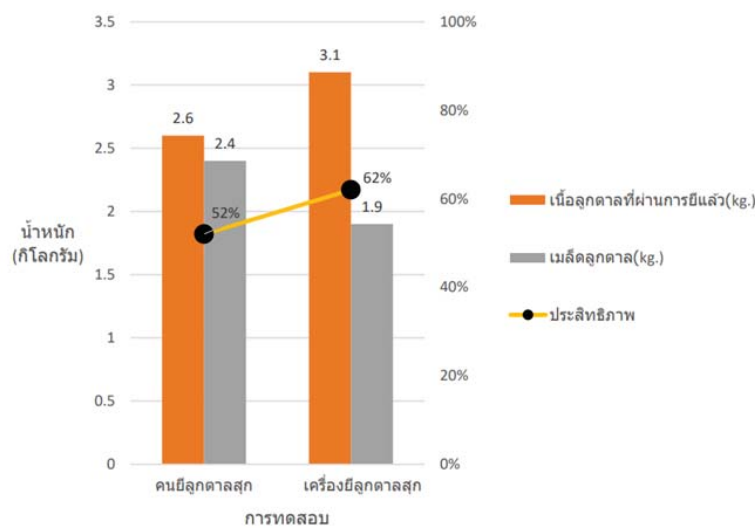
3.5 การเปรียบเทียบการใช้คนยี่ลูกตาลสุกและการใช้เครื่องยี่ลูกตาลสุก

ตารางที่ 5 การเปรียบเทียบการใช้คนยี่ลูกตาลสุกและการใช้เครื่องยี่ลูกตาลสุก

การทดสอบ	เวลา (นาที)	เนื้อลูกตาลก่อนยี่ (กิโลกรัม)	ลูกตาลที่ผ่านการยี่แล้ว (กิโลกรัม)	เมล็ดลูกตาล (กิโลกรัม)	ประสิทธิภาพ (%)
ใช้คนยี่ลูกตาลสุก	52	2.6	2.9	2.4	52%
ใช้เครื่องยี่ลูกตาลสุก	1	3.1	3.1	1.9	62%

จากตารางที่ 5 พบว่า การยี่ลูกตาลสุกโดยใช้คนยี่ ในเวลา 52 นาที เนื้อลูกตาลสุกที่ผ่านการ ยี่แล้วมีน้ำหนัก 2.6 กิโลกรัม และเนื้อลูกตาลมีน้ำหนัก 2.4 กิโลกรัม มีประสิทธิภาพดีที่สุด คือ ร้อยละ 52 % แต่การยี่ลูกตาลสุกด้วยเครื่องยี่ลูกตาลสุกที่ใช้เวลา 1 นาที มีน้ำหนักของเนื้อลูกตาลสุกที่ผ่านการ ยี่แล้ว 3.1 กิโลกรัม เหลือเมล็ดลูกตาลน้ำหนัก 1.9 กิโลกรัม และมีประสิทธิภาพดีที่สุด ร้อยละ 62%

กราฟที่ 5 การเปรียบเทียบการใช้คนยี่ลูกตาลสุกและการใช้เครื่องยี่ลูกตาลสุก



จากกราฟที่ 5 แสดงให้เห็นว่าการยี่ลูกตาลโดยใช้เครื่องยี่ลูกตาลสุกสามารถยี่เนื้อลูกตาลได้ มากถึง 3.1 กิโลกรัม เหลือ เมล็ดลูกตาลน้ำหนัก 1.9 กิโลกรัม ภายในเวลา 1 นาที และมีประสิทธิภาพในการยี่ลูกตาล ร้อยละ 62%

4. สรุป

จากการทดลองยี่ลูกตาลด้วยเครื่องยี่ลูกตาลสุก เพื่อทดสอบความสามารถและหาประสิทธิภาพในการทำงานของเครื่องยี่ลูกตาลสุก เพื่อลดเวลาในการทำงาน ช่วยเพิ่มผลผลิตและลดอาการเมื่อยล้าในกระบวนการยี่ลูกตาลสุกด้วยเครื่องยี่ลูกตาลสุก ที่มีความเร็วรอบ 3 ระดับ คือ 357.5 รอบต่อนาที 286 รอบต่อนาที และ 238.3 รอบต่อนาที เวลาที่ใช้ในการยี่ลูกตาลสุก 0.67 นาที 1 นาที และ 1.25 นาที ทุกครั้งในการทดลองใช้ลูกตาลสุกน้ำหนัก 3 กิโลกรัม สภาวะในการยี่ลูกตาลสุกทุกครั้งใช้น้ำช่วยในการยี่มีปริมาตร 2,000 มิลลิลิตร โดยวิเคราะห์ผลจากความเร็วยี่รอบเวลาที่เหมาะสม และน้ำหนักเนื้อลูกตาลสุกที่ผ่านการยี่แล้ว สามารถสรุปผลการทดลอง ดังนี้

จากการศึกษากระบวนการยี่ลูกตาลสุกโดยการใช้คนยี่ พบว่า การยี่ในเวลา 52 นาที เนื้อลูกตาลสุกที่ใช้ในการยี่น้ำหนัก 3 กิโลกรัม ได้เนื้อตาลสุกที่ผ่านการยี่แล้วน้ำหนัก 2.6 กิโลกรัม คงเหลือเมล็ดลูกตาลน้ำหนัก 2.6 กิโลกรัม ซึ่งมีประสิทธิภาพในการยี่ด้วยการใช้คนยี่ดีที่สุด คิดเป็นร้อยละ 52% และการใช้เครื่องยี่ลูกตาลสุกในการยี่ลูกตาลสุกเพื่อการใช้งานเครื่องยี่ลูกตาลสุกอย่างมีประสิทธิภาพ พบว่าการใช้เครื่องยี่ลูกตาลสุก เนื้อลูกตาลสุกที่ใช้มีน้ำหนัก 3 กิโลกรัม และใช้น้ำในการช่วยยี่ปริมาตร 2,000 มิลลิลิตร ด้วยความเร็วรอบ 357.5 รอบต่อนาที เวลาที่เหมาะสมที่สุดคือ 1 นาที น้ำหนักเนื้อลูกตาลสุกคงเหลือ 2.9 กิโลกรัม คิดเป็นร้อยละ 58% การใช้ความเร็วรอบ 286 รอบต่อนาที เวลาที่เหมาะสมที่สุดคือ 1 นาที น้ำหนักเนื้อลูกตาลสุกคงเหลือ 3.1 กิโลกรัม คิดเป็นร้อยละ 62% และการใช้ความเร็วรอบ 238.3 รอบต่อนาที เวลาที่เหมาะสมที่สุดคือ 1 นาที น้ำหนักเนื้อลูกตาลสุกคงเหลือ 2.8 กิโลกรัม คิดเป็นร้อยละ 56%

ดังนั้น สรุปการทดลองการใช้เครื่องยี่ลูกตาลสุกในการยี่ลูกตาลสุก ซึ่งมีประสิทธิภาพในการยี่ดีกว่าในการใช้คนยี่ โดยช่วยเพิ่มผลผลิตลดเวลา งาน ลดอาการเมื่อยล้าจากการทำงาน และเพิ่มประสิทธิภาพในการยี่ลูกตาลสุก คือ ใช้ความเร็วรอบที่ 286 รอบต่อนาที โดยใช้เวลาในการยี่ 1 นาที ต่อน้ำหนักลูกตาลสุกที่ใช้ครั้งละ 3 กิโลกรัม น้ำปริมาณ 2,000 มิลลิลิตร ที่ช่วยในการยี่โดยมีประสิทธิภาพในการยี่คิดเป็นร้อยละ 62%

ข้อเสนอแนะ

4.1.1 การศึกษาครั้งต่อไปควรศึกษาขนาดของลูกตาลสุกที่มีผลต่อการยี่ลูกตาลสุก เพราะบางเมล็ดเล็กเกินไปหรือใหญ่เกินไปไปจึงทำให้การยี่ไม่ทั่วถึง

4.1.2 สามารถศึกษาเพิ่มเติมในการหาปัจจัยที่อาจส่งผลกระทบต่อในการยี่ลูกตาลสุก เพื่อให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

4.1.3 การทดลองในครั้งต่อไปควรใช้ปริมาตรผลลูกตาลสุกที่มีน้ำหนักมากกว่านี้ 5 กิโลกรัมขึ้นไปเพื่อเพิ่มผลผลิต และลดเวลาในการทำงานมากขึ้น

5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากนักศึกษาภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์สุพรรณบุรี ที่ได้ช่วยรวบรวมเก็บข้อมูลผลการทดลองในครั้งนี้

6. เอกสารอ้างอิง

องค์การบริหารส่วนตำบลไร่สะทอน. ข้อมูลเฉพาะเกี่ยวกับตาลโตนด.

ศุภณัฐ สร้อยแมน สุฤกษ์ศรี สร้อยแมน จตุรงค์ ลังกาพินธุ์ และภูรินทร์ อัครกุลธร (2559). เครื่องแยกเนื้อตาลสุก.มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี. คณะวิศวกรรมศาสตร์.

ไอลดา ปิงสุแสง (2559) ศึกษาการผลิตสีผสมอาหารจากแคโรทีนอยด์ในเนื้อตาลสุก. มหาวิทยาลัยศิลปากร. คณะวิทยาศาสตร์.

มนัสนันท์ บุญทราพงษ์, กมลวรรณ แจ่มชัด, อนุวัตร แจ่มชัด และวิชัย หลุทัยนาสันต์. (2544). การศึกษาเนื้อตาลสุกที่ผลิตโดยผ่านกระบวนการสเตอริไรเซชัน.มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. คณะอุตสาหกรรมเกษตร.

ธนารักษ์ หีบแก้วและ อติศักดิ์ สมสุตร(2561). การลดเวลาปรับตั้งเครื่องจักรเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต.ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม.การประชุมวิชาการช่างงานวิศวกรรมอุตสาหการ ประจำปี พ.ศ. 2561

ณัฐพงศ์ ตาดี, ทศวรรษ สหทรัพย์ไพศาล และไสว ศรีวิงพล. (2553). การออกแบบและ พัฒนาเครื่องลอกเยื่อหุ้มเมล็ดถั่วลิสงสามารถคัดแยกขนาดถั่วลิสง. มหาวิทยาลัย เทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น. คณะวิศวกรรมศาสตร์.

กฤษณ์ ผลโพธิ์และ ธีรพงศ์ ผลโพธิ์.ว. วิทย. กษ. 48: 3(พิเศษ): 15-18(2560) การพัฒนาและทดสอบเครื่องปัดฝักถั่วลิสงแบบไหลตามแนวแกน.วิศวกรรมเกษตร, คณะวิศวกรรมศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ.

เครื่องอบแห้งข้าวเปลือกแบบอินฟราเรดผสมลมร้อนหมุนวน

Infrared Paddy Dryer with Hot Air Circulation

ญาณิศา พิมพพงษ์ ทศพล ศรีประเสริฐ สุภัตสร ปฏิมารัตนานันท์ และ วิศิษฐ์ ลีลาผาติกุล*

Yanisa Pimpong, Thotsapol Sriprasert, Supatsorn Patimarattananan and Wisit Lelaphatikul*

สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์

เลขที่ 96 หมู่ 3 ถ.พุทธมณฑล สาย 5 ต.ศาลายา อ.พุทธมณฑล จ.นครปฐม 73170

Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Rattanakosin

96 Moo 3, Phutthamonthon Sai 5 Road, Salaya Subdistrict, Phutthamonthon District, Nakhon Pathom Province 73170, Thailand.

*ติดต่อ: wisit.lee@rmutr.ac.th, เบอร์โทรศัพท์ 0-2441-6000 ต่อ 2675

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้นำเสนอการศึกษาเชิงทดลองการอบแห้งด้วยอินฟราเรดผสมท่อลมร้อน โดยใช้หลักการพาความร้อนของอากาศแบบอิสระและแบบบังคับ เพื่อลดความชื้นของผลผลิตทางการเกษตร ซึ่งกำหนดตัวอย่างทดลอง ได้แก่ ข้าวเปลือกพันธุ์ กข 61 โดยเครื่องอบแห้งมีปริมาตรภายใน เท่ากับ 75x75x127 ลูกบาศก์เซนติเมตร ใช้ความเร็วของลมภายในท่อ เท่ากับ 5m/s ,6 m/s และ 7 m/s ที่อุณหภูมิการอบแห้งเฉลี่ย เท่ากับ 70°C จากผลการทดสอบสมรรถนะการอบแห้ง พบว่า การใช้พลังงานความร้อนจากอินฟราเรดผสมท่อลมร้อนที่ความเร็วลมร้อน 6 m/s สามารถลดความชื้นเริ่มต้นข้าวเปลือกได้ดีที่สุดจากความชื้นเริ่มต้น 22%w.b. ให้เหลือความชื้นสุดท้ายเฉลี่ย 15 %w.b. ใช้เวลาเฉลี่ยในการอบแห้ง 13.25 นาที

คำสำคัญ: อินฟราเรด ท่อลมร้อน ผลผลิตทางการเกษตร

Abstract

In this research paper, an experimental investigation of infrared drying with hot air tubes is presented. Utilizing the principle of free and forced air convection. to reduce the humidity of agricultural products. The trial test was RD 61 paddy; the drying machine had an inward volume of 75x75x127 cubic centimeters. The air velocity inside the pipes was 5 m/s, 6 m/s, and 7 m/s in all cases at a drying temperature of 70 °C on average. From the performance test results for drying, it was found that using heat energy from infrared mixed with hot air pipe at a hot air speed of 6 m/s can best reduce the initial moisture content of paddy from the initial moisture content of 22%w.b. to the average final moisture content of 15%w.b. in drying 13.25 minutes.

Keywords: infrared, hot air tube, agricultural product

1. บทนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีภูมิศาสตร์เหมาะสมในการทำเกษตรและการเพาะปลูกข้าวเนื่องจากสภาพภูมิอากาศและสภาพของดินเหมาะต่อการเพาะปลูก การทำนาข้าวเป็นจุดเริ่มต้นของกระบวนการผลิตที่มีความสำคัญ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้าวที่มีคุณภาพ สะอาด ปลอดภัย และปราศจากโรคโดยชาวนาไทยได้สืบทอดภูมิปัญญาจากรุ่นสู่รุ่นมาเป็นระยะเวลาอันยาวนาน ก่อเกิดเป็นวิธีการเพาะปลูกที่ต่างกันไปตามสภาพพื้นที่หรือภูมิประเทศ (นัฐพนธ์ โล่สุวรรณ, 2565) ข้าวเป็นอาหารหลักของคนไทยและยังเป็นสินค้าส่งออกที่สำคัญของประเทศไทย การจัดเก็บข้าวเปลือกจึงจำเป็นต้องมีการควบคุมความชื้นให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมเนื่องจากข้าวเปลือกที่เก็บเกี่ยวใหม่นั้นยังมีความชื้นสูง จึงต้องมีการลดความชื้นข้าวเปลือกและจัดเก็บให้มีประสิทธิภาพมากที่สุดเพื่อเป็นการรักษาคุณภาพของข้าว หากความชื้นของข้าวเปลือกมีสูงเกินไป จะทำให้เมล็ดข้าวเปลือกเน่าเสียได้ แต่ถ้าความชื้นต่ำเกินไป อาจทำให้สูญเสียน้ำหนักในเชิงพาณิชย์และทำให้เมล็ดข้าวเปลือกเกิดการแตกหัก เสื่อมคุณค่าทางอาหารโดยปกติความชื้นของข้าวเปลือกหลังเก็บเกี่ยวจะอยู่ในช่วง 20 – 30% w.b.ความชื้นข้าวเปลือกในช่วงนี้ทำให้คุณภาพของข้าวเปลือกอยู่ในเกณฑ์ไม่ดี (ศุภชัย แก้วจันทร์ ชูชาติ พะยอม และเอกราช นาคนวน, 2565) และการเพาะปลูกข้าวเมื่อถึงช่วงระยะเวลาในการเก็บเกี่ยวและหลังเก็บเกี่ยวผลผลิตเกษตรกรมักจะประสบกับปัญหาข้าวมีความชื้นสูง เมล็ดข้าวน้ำหนักเบา ไม่มีคุณภาพ นอกจากนี้การเก็บรักษาพันธุ์ข้าวเพื่อใช้ในฤดูกาลต่อไป ยิ่งเก็บไว้เป็นระยะเวลานานยิ่งทำให้เมล็ดพันธุ์ข้าวมีคุณภาพเสื่อมลง เนื่องจากเมล็ดพันธุ์ข้าวมีความชื้นสูง เกิดเชื้อราได้ง่ายและส่งผลกระทบต่อเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ (นัฐพนธ์ โล่สุวรรณ, 2565) ในอดีตเกษตรกรต้องนำข้าวเปลือกที่เก็บเกี่ยวได้มาตากแดดเพื่อลดความชื้นก่อนนำไปเก็บรักษา มักจะประสบกับปัญหาต่างๆ เช่น สภาพ ดิน ฟ้า อากาศ

มีสัตว์มารบกวนและใช้พื้นที่ตากมาก จึงมักเห็นชาวบ้านนำข้าวมาตากอยู่ตามริมถนน ทำให้ข้าวเปลือกเกิดการสูญเสียทั้งด้านปริมาณ และคุณภาพ เนื่องจากการลดความชื้นข้าวเปลือก โดยการตากแห้ง

ข้าวเปลือกในลานตากแห้งนั้นใช้เวลานานอย่างน้อย 2-3 วัน และต้องมีการพลิกกลับข้าวที่ตากไว้จากด้านล่างขึ้นด้านบนหลาย ๆ รอบ ส่วนการใช้เครื่องอบนั้นมีข้อดีคือสามารถอบแห้งได้ทุกสภาวะอากาศ แม้ขณะฝนตกหรือมีแสงแดดน้อย ไม่เปลืองพื้นที่ในการตาก สามารถควบคุมการลดความชื้นให้อยู่ในระดับที่ต้องการได้ เวลาที่ใช้ในการลดความชื้นน้อย จึงทำให้มีข้อดีกว่าวิธีธรรมชาติ ความชื้นในข้าวเปลือกนั้นมีความสำคัญต่ออายุการเก็บรักษา หลังจากเก็บเกี่ยวข้าวแล้วควรมีการลดความชื้นของข้าวเปลือกให้เร็วที่สุด ข้าวเปลือกที่มีความชื้น 13-14% w.b. สามารถเก็บไว้ได้นาน 2-3 เดือน หากต้องการเก็บรักษาไว้ได้นานควรลดความชื้นเมล็ดข้าวเปลือกให้ต่ำกว่า 12% w.b. (ศุภชัย แก้วจันทร์ ชูชาติ พะยอม และเอกราช นาคนวล, 2565)

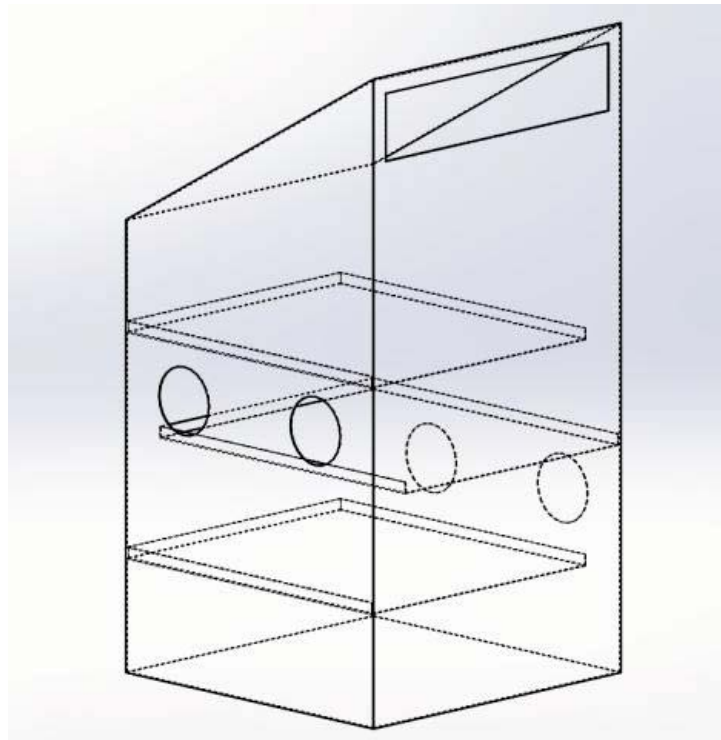
ดังนั้นการลดความชื้นข้าวเปลือกด้วยเครื่องอบแห้งจึงเป็นทางเลือกที่เหมาะสม ซึ่งในงานวิจัยนี้จะทำการอบแห้งข้าวเปลือกแบบอินฟราเรดผสมลมร้อนหมุนวน โดยได้ทำการศึกษาถึงความชื้นสุดท้ายที่เหมาะสมของข้าวเปลือก รวมไปถึงการออกแบบเครื่องอบแห้งข้าวเปลือกแบบอินฟราเรดผสมลมร้อนหมุนวน เพื่อเป็นต้นแบบและลดเวลาจากการตากลานข้าวเปลือกในอนาคต

2. อุปสรรคการทดลอง

การออกแบบเครื่องอบแห้งข้าวเปลือกแบบอินฟราเรดผสมลมร้อนหมุนวน ต้องคำนึงถึงปัจจัยเบื้องต้นดังต่อไปนี้

1. ง่ายต่อการผลิตตามแบบ
2. ใช้วัสดุที่หาซื้อได้ง่าย

การออกแบบในที่นี้ หมายถึง การออกแบบเชิงแนวคิด (Conceptual Design) ซึ่งจะมียอดประกอบด้วยแนวคิดเกี่ยวกับองค์ประกอบของเครื่องและการคำนวณขนาดขององค์ประกอบต่างๆ ในด้านของโครงสร้าง ผู้วิจัยจะยังคงใช้ลักษณะโครงสร้างของเครื่องอบแห้งเป็นแบบตู้อบ เป็นแบบที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย ดังที่แสดงไว้ในรูปที่ 1



รูปที่ 1 ลักษณะโครงสร้างของเครื่องอบแห้ง

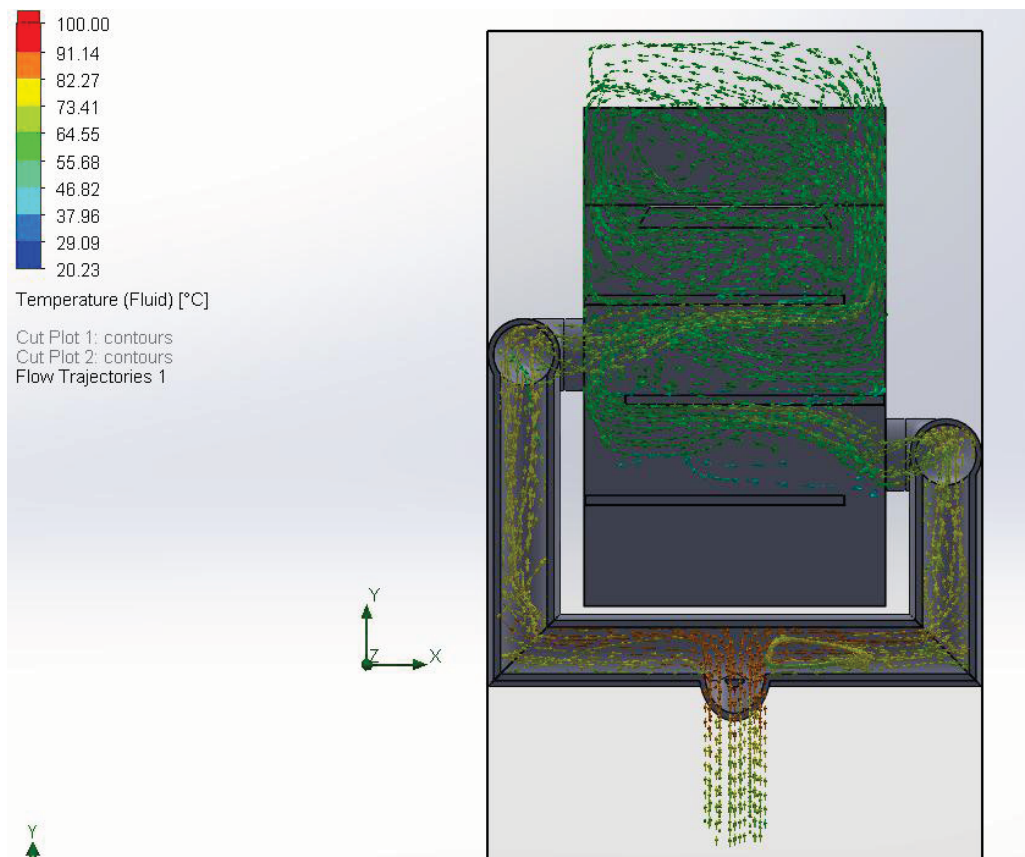
การเลือกวัสดุและอุปกรณ์

2.1 ตู้บรรจุผลผลิตทางการเกษตร

ลักษณะตู้บรรจุข้าวเปลือก ตัวเครื่องทำจากเหล็กฉาก ด้านข้างมีลักษณะเป็นแผ่นสแตนเลสนำมาเชื่อมติดกันและเนื่องจากแผ่นสแตนเลสมีลักษณะเป็นวัตถุสะท้อนแสง ซึ่งไม่เหมาะกับการใช้รังสีอินฟราเรด เพราะจะทำให้รังสีอินฟราเรดเกิดสะท้อนกลับ จึงติดฉนวนกันความร้อนเพื่อไม่ให้เกิดปัญหาการสะท้อน และเพื่อป้องกันการสูญเสียความร้อนให้กับสิ่งแวดล้อม ในส่วนของด้านล่างทำเป็นแผ่นที่บิดด้วยแผ่นฉนวนกันความร้อน สามารถถอดเข้า-ออกได้ เพื่อความสะดวกในการทดลองตามลักษณะต่างๆ ด้านหน้าจะมีลักษณะคล้ายคลึงกับด้านข้างแต่สามารถเปิด-ปิดได้ เพื่อเป็นช่องทาง นำผลิตภัณฑ์เข้า-ออก ในส่วนด้านหลังและด้านบนใช้ฉนวนกันความร้อนปิด เพื่อไม่ให้รังสีเกิดการสะท้อน ส่วนของพื้นภาคใส่ข้าวเปลือกจากแผ่นสแตนเลสเจาะรูเพื่อให้ถ่ายเทอากาศได้ และทนต่อสภาพอากาศร้อนชื้น

2.2 การออกแบบท่อลมร้อน

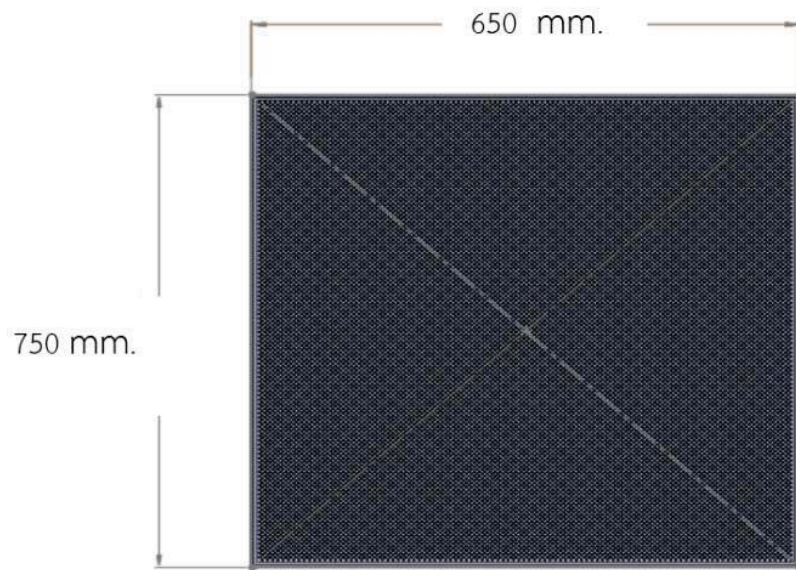
เครื่องอบแห้งข้าวเปลือกแบบอินฟราเรดผสมลมร้อนหมุนวนนี้ มีจุดกระจายลมเป็นท่อเข้าด้านข้าง โดยใช้โปรแกรม Solidworks ในการจำลองเพื่อดูการกระจายลมร้อนภายในตู้อบแห้งพร้อมอุณหภูมิ ณ จุดต่างๆ ภายในตู้อบแห้ง โดยเงื่อนไขขอบเขตที่กำหนดคือ อุณหภูมิของสิ่งแวดล้อมคือ 27 °C ใช้ฮีตเตอร์ครบขนาด 4000 วัตต์ หลอดอินฟราเรดขนาด 450 วัตต์และกำหนดไม่ให้เกิดการสูญเสียความร้อน ข้อดีของการใช้ท่อเข้าด้านข้างทั้งสองด้าน ทำให้ลมร้อนนั้นกระจายอย่างสม่ำเสมอมากขึ้น จึงส่งผลทำให้อุณหภูมิแต่ละชั้นมีอุณหภูมิที่ใกล้เคียงกัน แสดงไว้ในรูป 2



รูปที่ 2 การจำลองในโปรแกรม Solidworks เพื่อดูการหมุนเวียนของลมภายในตู้อบแห้ง

2.3 ชั้นวางผลิตภัณฑ์

ชั้นตากข้าวเปลือกเป็นแบบถาด มีจำนวนทั้งหมด 3 ถาด แต่ละถาดวางห่างกัน 250 มิลลิเมตร มีขนาด กว้าง 650 มิลลิเมตร ยาว 750 มิลลิเมตร แสดงไว้ในรูปที่ 3 ด้านข้างของชั้นวางผลิตภัณฑ์พับขอบสูง 25.4 มิลลิเมตร(1 นิ้ว) ทั้ง 4 ด้าน แผ่นชั้นวางข้าวเปลือกทำจากแผ่นสแตนเลสเจาะรู ขนาด 6 มิลลิเมตร เพื่อให้ลมร้อนสามารถไหลผ่านได้สะดวก และเนื่องจากแผ่นสแตนเลส สามารถความร้อนขึ้นได้ดี และไม่ทำให้เกิดสนิม แสดงไว้ในรูปที่ 3 และรูปที่ 4



รูปที่ 3 ขนาดของชั้นวางผลิตภัณฑ์



รูปที่ 4 วัสดุที่ใช้ทำชั้นวางผลิตภัณฑ์

2.4 ท่อลมร้อน

ท่อลมร้อนเป็นช่องทางที่บังคับลมร้อน เข้าสู่ส่วนของตู้บรรจุภัณฑ์และมีรูปร่างลักษณะเป็นทรงกระบอกขนาด สูง 650 มิลลิเมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 152.4 มิลลิเมตร (6 นิ้ว) ขนาดของหน้าแปลน กว้าง 205.4 มิลลิเมตร ยาว 250 มิลลิเมตร ภายในติดตั้ง ฮีตเตอร์แบบครีบน้ำวน 4 แท่ง รูปที่ 5 และรูปที่ 6 ตามลำดับ



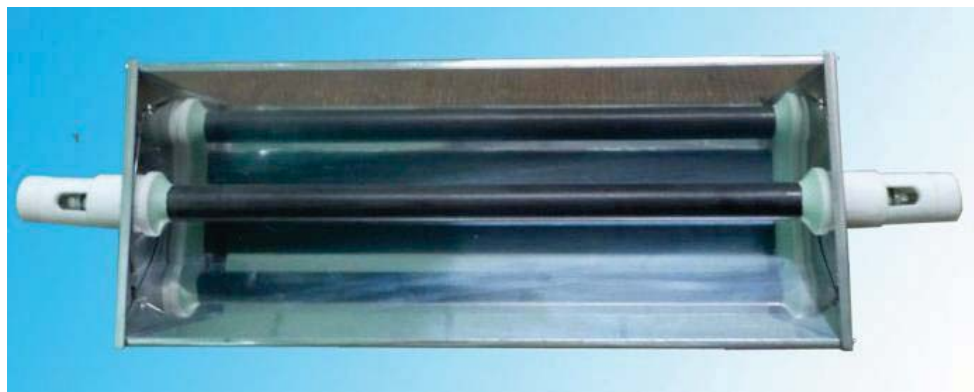
รูปที่ 5 ท่อลมร้อน



รูปที่ 6 ชุดฮีตเตอร์ในท่อลมร้อน

2.5 ฮีตเตอร์อินฟราเรด

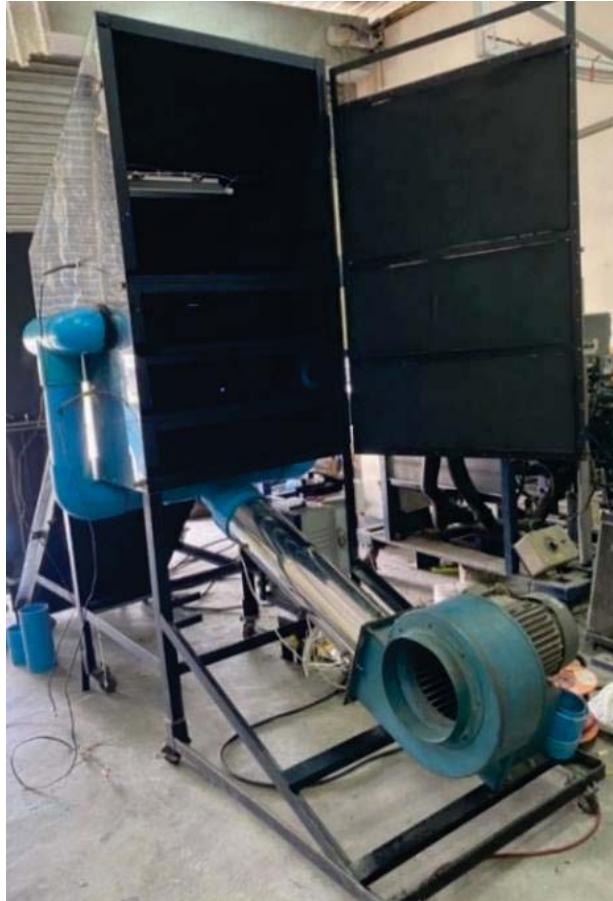
จะติดตั้งทางด้านบนของตู้ เพื่อใช้รังสีอินฟราเรดมาทดแทนแสงแดดที่ไม่สม่ำเสมอ และต้องเลือกช่วงเวลาในการใช้ โคมขนาด กว้าง 116 มิลลิเมตร ยาว 600 มิลลิเมตร สูง 50 มิลลิเมตร หลอดอินฟราเรดเส้นผ่านศูนย์กลาง 14 มิลลิเมตร ขนาด 450 วัตต์ติดตั้งห่างจากถาดบน 32 เซนติเมตร



รูปที่ 7 ฮีตเตอร์อินฟราเรด ขนาด 450 วัตต์

2.6 ตู้อบ

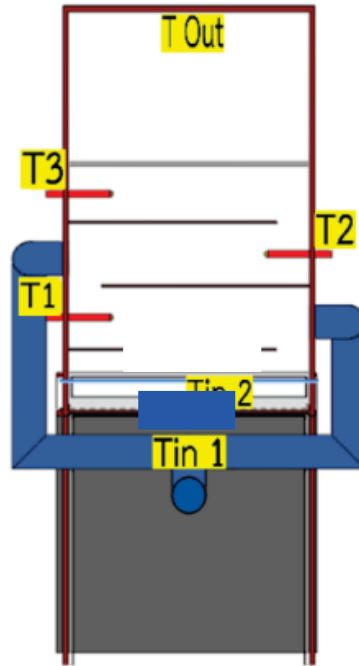
ตู้อบมีลักษณะเป็นตู้ทรงสี่เหลี่ยมมีขนาด กว้าง 750 มิลลิเมตร ยาว 750 มิลลิเมตร สูง 1270 มิลลิเมตร แบ่งเป็นชั้นๆ เพื่อสำหรับวางถาดบรรจุภัณฑ์ จำนวน 3 ถาด ซึ่งทำจากเหล็กฉากขนาด กว้าง 38.1 มิลลิเมตร (1.5 นิ้ว) สูง 38.1 มิลลิเมตร (1.5 นิ้ว) นำมาเชื่อมติดกัน และพันสีกันสนิททับ มีการติดตั้งล้อ ในโครงงานวิศวกรรมครั้งนี้เลือกใช้ล้อที่มีลักษณะหมุนได้รอบทิศทาง เพื่อสะดวกต่อการเคลื่อนย้าย โดยมีแผ่นสแตนเลส ติดตั้งอยู่โดยรอบตัวตู้พร้อมซิลด้วยซิลิโคนเพื่อกันอากาศรั่ว ด้านหน้าของตู้ มีลักษณะเป็นบานประตูเอาไว้เปิด-ปิด นำถาดเข้า-ออกได้ มีการติดตั้งกลอนล้อคประตู และด้านในตู้อบบุทึบด้วยฉนวนกันความร้อน ส่วนด้านล่างของตู้ทำจากแผ่นสแตนเลสบุทึบด้วยฉนวนกันความร้อน โดยที่ด้านบนสุดของประตูจะเว้นช่องว่างไว้ให้อากาศร้อนไหลออก ดังรูปที่ 8



รูปที่ 8 เครื่องอบแห้ง

2.7 ตำแหน่งการติดตั้งเทอร์โมคัปเปิล

การวัดอุณหภูมิของตู้อบแห้งข้าวเปลือกแบบอินฟราเรดผสมลมร้อน จะวัดโดยใช้ Thermocouple Type J โดยมีตำแหน่งในการวัดทั้งหมด 4 ตำแหน่ง ตำแหน่งในการวัดอุณหภูมิ คือ ตรงกึ่งกลางระหว่างถาดวางผลิตภัณฑ์แต่ละถาด รูปที่ 9



รูปที่ 9 ตำแหน่งการวัดอุณหภูมิในแต่ละชั้นของตู้อบ

T1 อุณหภูมิอากาศหลังผ่านชั้นผลิตภัณฑ์ชั้นที่ 1 อยู่ตรงตำแหน่งกึ่งกลางระหว่างภาคใส่ผลิตภัณฑ์ชั้นที่ 1 และชั้นที่ 2

T2 อุณหภูมิอากาศหลังผ่านชั้นผลิตภัณฑ์ชั้นที่ 1 และชั้นที่ 2 อยู่ตรงตำแหน่งบริเวณกึ่งกลางระหว่างภาคใส่ผลิตภัณฑ์ชั้นที่ 2 และชั้นที่ 3

T3 อุณหภูมิอากาศหลังผ่านชั้นผลิตภัณฑ์ชั้นที่ 1 ชั้นที่ 2 และชั้นที่ 3 อยู่ตรงตำแหน่งกึ่งกลางระหว่างภาคใส่ผลิตภัณฑ์ชั้นที่ 3 และด้านบนของตู้อบ

T_{Out} อุณหภูมิที่ออกจากตู้อบ

ความชื้นเป็นตัวบอกปริมาณน้ำที่มีอยู่ในวัสดุ เมื่อเทียบกับมวลของวัสดุชิ้น หรือแห้งความชื้นในวัสดุสามารถแสดงได้เป็น 2 แบบ คือ ความชื้นมาตรฐานเปียก และความชื้นมาตรฐานแห้ง ดังนี้ (Yunus A . 2011)

$$M_w = (w-d)/w \times 100 \quad (1)$$

$$M_d = (w-d)/d \times 100 \quad (2)$$

เมื่อ

M_w = ความชื้นมาตรฐานเปียก (%w.b.)

M_d = ความชื้นมาตรฐานแห้ง (%d.b.)

w = มวลวัสดุ (kg)

d = มวลแห้งของวัสดุ (kg)

3. วิธีการทดลอง

1. เตรียมข้าวเปลือกทั้งหมด 9 กิโลกรัม ใส่ภาค 3 ภาค ภาคละ 3 กิโลกรัม โดยแต่ละภาคจะมีตะกร้าสำหรับวัดความชื้น 5 ตะกร้า

2. วัดค่าความชื้น และอุณหภูมิของข้าวเปลือกในตะกร้าทั้ง 5 ตะกร้าในแต่ละชั้นแล้วนำมาเฉลี่ยเป็นค่าความชื้น และอุณหภูมิเริ่มต้น

3. ทำการเปิดเครื่องเป่าลมที่ความเร็วลม 5 m/s พร้อมเปิดฮีตเตอร์ครึ่ง และเปิดฮีตเตอร์อินฟราเรด แล้วรอจนกว่าอุณหภูมิเฉลี่ยที่ T1, T2 และ T3 มีค่าอยู่ในช่วงที่กำหนดไว้ในขอบเขต จึงนำข้าวเข้าเครื่องอบ และจับเวลา 10 นาที

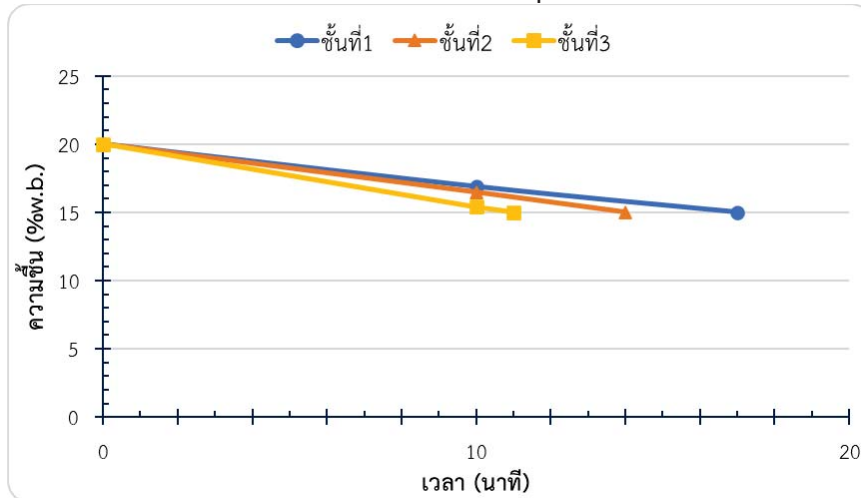
4. เมื่อครบ 10 นาที ทำการเก็บค่าอุณหภูมิ T1, T2 และ T3 พร้อมทั้งนำตะกร้า 5 ตะกร้า ที่ละชั้นออกจากตู้อบแห้ง เพื่อความความชื้น และอุณหภูมิ พร้อมทั้งทำการวัดค่าต่อเนื่องทุกๆ 10 นาที จนความชื้นของข้าวเปลือกเฉลี่ยทั้ง 5 ตะกร้า ต่ำกว่า 15 %w.b. จึงหยุดการทดลอง

5. เมื่อเสร็จสิ้นการทดลองแล้วทำซ้ำข้อ 1-4 แล้วปรับไปที่ความเร็วลม 6 m/s

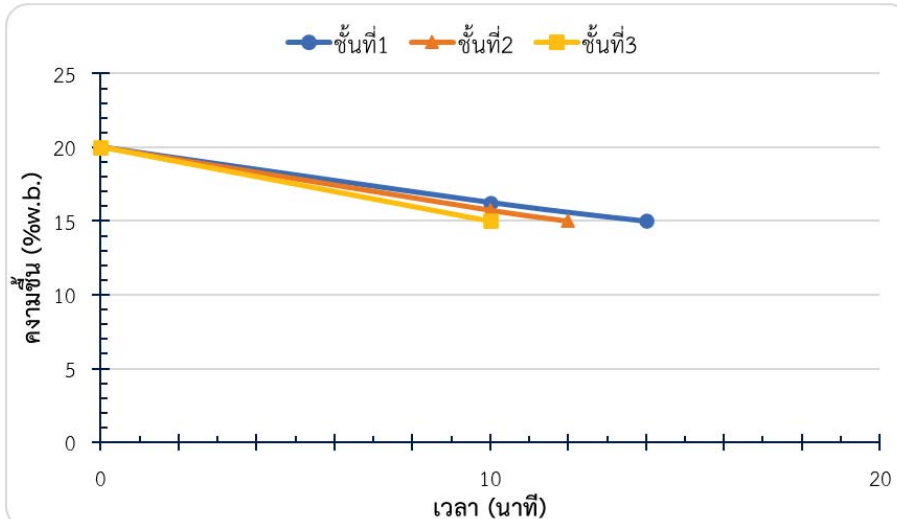
6. เมื่อเสร็จสิ้นการทดลองแล้วทำซ้ำข้อ 1-4 แล้วปรับไปที่ความเร็วลม 7 m/s

4. ผลการทดลอง

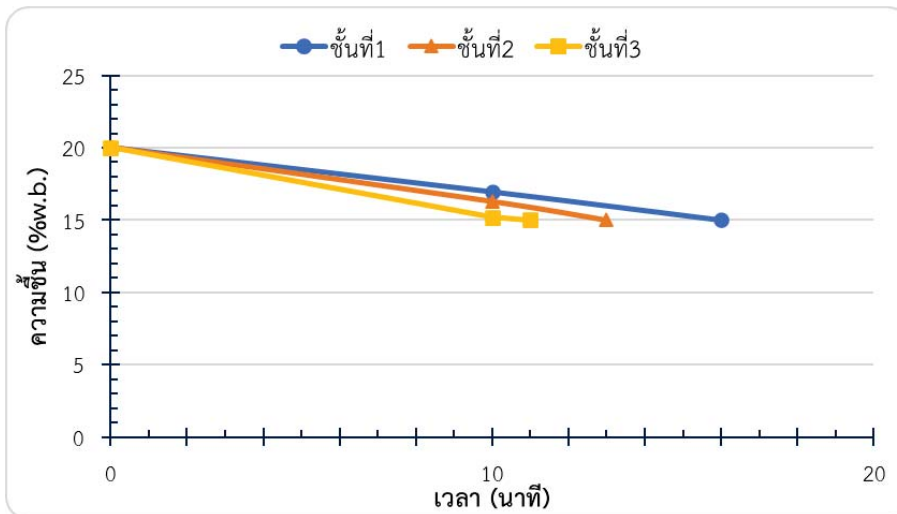
การทดลองที่ใช้ความร้อนจากอินฟราเรดผสมลมร้อนหมุนเวียน



(ก) ค่าเฉลี่ยอัตราการลดความชื้นต่อเวลาของการอบแห้งข้าวเปลือก ความเร็วลมที่ 5 m/s



(ข) ค่าเฉลี่ยอัตราการลดความชื้นต่อเวลาของการอบแห้งข้าวเปลือก ความเร็วลมที่ 6 m/s



(ค) ค่าเฉลี่ยอัตราการลดความชื้นต่อเวลาของการอบแห้งข้าวเปลือก ความเร็วลมที่ 7 m/s

รูปที่ 10 เปรียบเทียบระยะเวลาต่ออัตราการลดความชื้นเวลาของการอบแห้งข้าวเปลือก ที่ความเร็วลม (ก) 5 m/s, (ข) 6 m/s และ (ค) 7 m/s

จากรูปพบว่ารูปแบบการทดลองความเร็วลมที่ 5 m/s ใช้ระยะเวลาเฉลี่ยในการอบแห้งข้าวเปลือกจากความชื้นค่าเฉลี่ยที่ 20 %w.b.เหลือความชื้นสุดท้ายเฉลี่ยที่ 15 %w.b.ใช้เวลา 14.17 นาที รูปแบบการทดลองความเร็วลมที่ 6 m/s ใช้ระยะเวลาเฉลี่ยในการอบแห้งข้าวเปลือกจากความชื้นค่าเฉลี่ยที่ 20 %w.b.เหลือความชื้นสุดท้ายเฉลี่ยที่ 15 %w.b.ใช้เวลา 13.25 นาที รูปแบบการทดลองความเร็วลมที่ 7 m/s ใช้ระยะเวลาเฉลี่ยในการอบแห้งข้าวเปลือกจากความชื้นค่าเฉลี่ยที่ 20 %w.b.เหลือความชื้นสุดท้ายเฉลี่ยที่ 15 %w.b.ใช้เวลา 13.33 นาที

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยระยะเวลาที่ใช้ในการทดลองในแต่ละรูปแบบการทดลอง

ใช้ความร้อนจากอินฟราเรดผสมลมร้อนหมุนเวียน	v = 5 m/s	ชั้นที่ 1	16
		ชั้นที่ 2	15
		ชั้นที่ 3	11.5
		เฉลี่ย	14.17
	v = 6 m/s	ชั้นที่ 1	16.75
		ชั้นที่ 2	13
		ชั้นที่ 3	10
		เฉลี่ย	13.25
	v = 7 m/s	ชั้นที่ 1	16
		ชั้นที่ 2	13.5
		ชั้นที่ 3	10.5
		เฉลี่ย	13.33

กรณีที่ใช้ความร้อนจากอินฟราเรดผสมลมร้อนหมุนเวียน ที่ความเร็ว 6 m/s สามารถลดความชื้นของข้าวเปลือกได้เร็วกว่าความเร็วลมที่ 5 m/s และ 7 m/s โดยความเร็วลมที่เหมาะสม จะมีการอิทธิพลต่อการอบแห้งได้ดีกว่าความเร็วลมที่สูง หรือต่ำ เพราะมีการถ่ายเทความร้อนระหว่างอากาศร้อนกับผิวข้าวเปลือกอย่างสม่ำเสมอในเวลาเพียงพอ ความเร็วลมที่ต่ำอาจจะมีโอกาสจะสะสมความร้อนได้มากกว่า แต่การพาความชื้นออกจากข้าวเปลือกได้ช้ากว่า ทำให้ใช้เวลาในการอบแห้งนานขึ้น ส่วนความเร็วลมสูงมีการสะสมความร้อนที่น้อยกว่า ทำให้การพาความชื้นออกจากข้าวเปลือกกระหายความชื้นน้อย ก็จะทำให้ใช้เวลานานในการอบแห้งเช่นกัน และจากผลการทดลองตามตารางที่ 1 พบว่าการอบแห้งข้าวเปลือกในชั้นที่ 3 จะใช้เวลาในการอบแห้งน้อยกว่าชั้นที่ 1 และ 2 เนื่องจากข้าวเปลือกในชั้นที่ 3 ได้รับอิทธิพลของลมร้อนหมุนวนจากท่ออากาศที่อยู่ใต้ชั้นที่ 3 และรังสีอินฟราเรดที่ติดตั้งไว้เหนือชั้นที่ 3 จึงส่งผลให้การแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างลมร้อนและข้าวเปลือกเป็นไปอย่างทั่วถึง ส่งผลให้ข้าวเปลือกมีการลดความชื้นได้เร็วกว่าชั้นอื่น

5. สรุปผลการทดลอง

1. จากผลการทดลอง พบว่าความร้อนหมุนวนที่ออกแบบภายในตู้อบแห้ง มีส่วนช่วยให้เกิดการกระจายอุณหภูมิในแต่ละชั้นภายในตู้อบได้อย่างสม่ำเสมอ ทำให้การลดความชื้นของข้าวเปลือกในแต่ละชั้นใช้เวลาในการอบแห้งใกล้เคียงกันมาก ส่งผลโดยตรงต่อเวลาในการอบแห้งข้าวเปลือกทดลองอย่างมีนัยสำคัญ
2. ความร้อนจากรังสีอินฟราเรดมีส่วนช่วยในการอบแห้งข้าวเปลือกในชั้นที่ 3 ซึ่งเป็นบริเวณที่ได้รับอากาศร้อนจากการหมุนวนของลมร้อนจากชั้นที่ 2 บางส่วน แต่ยังคงส่งผลต่อการอบแห้งข้าวเปลือกเป็นไปอย่างเหมาะสมและทั่วถึง ต่างกับบริเวณชั้นที่ 1 และ 2 ที่มีการติดตั้งท่อลมร้อนเหนือชั้นที่ 1 และ 2 แต่ใช้เวลาในการอบแห้งมากกว่าชั้นที่ 3
3. อิทธิพลของความเร็วลมร้อนในการอบแห้ง กรณีการอบแห้งแบบชั้นบางนั้น ความเร็วลมร้อนที่เหมาะสมจะส่งผลโดยตรงกับเวลาที่ใช้ในการอบแห้ง เนื่องจากจะทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนความร้อนอย่างทั่วถึงบริเวณผิวสัมผัสของวัตถุดิบกับอากาศร้อน

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ ที่เอื้อเฟื้อห้องปฏิบัติการและอุปกรณ์เครื่องมือวัดต่างๆที่จำเป็นต่องานวิจัย

7. เอกสารอ้างอิง

- นัฐพนธ์ โล่สุวรรณ. 2565. ผลการลดความชื้นในเมล็ดโดยวิธีการตากแดดต่อความงอก และความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ข้าว 3 พันธุ์.[ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก <http://ait.nsrui.ac.th> (วันที่สืบค้นข้อมูล 25 มกราคม 2565).
- ศุภชัย แก้วจันทร์, ชูชาติ พะยอม และเอกราช นาคนวน. 2565. การพัฒนาเตาเผาแบบรังผึ้งกักเก็บความร้อนสำหรับอบเมล็ดข้าวพื้นเมืองพันธุ์ปะกาอำปี้ลจังหวัดสุรินทร์.[ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก <https://li01.tci-thaijo.org> (วันที่สืบค้นข้อมูล 26 มกราคม 2565).
- เบญจวรรณ ฤกษ์เกษม. 2566. ประมวลความรู้เบื้องต้นเรื่องข้าว.[ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก <https://images-se-ed.com> (วันที่สืบค้นข้อมูล 28 มีนาคม 2566).
- Yunus A .Cengel, 2011, HEAT AND MASS TRANSFER: FUNDAMENTALS AND APPLICATIONS (SI UNITS) 4th edition, McGraw-Hill Education – Europe.

การเปรียบเทียบความสามารถในการต้านทานการสึกหรอของดอกกัดที่สล็อต
ด้วยสารเคลือบพื้นฐานไทเทเนียม
Comparison the Wear Resistance of T-slot Milling on Ti-based Coating
ภาณุเดช แสงสีด้า และ ปริญญา ศรีสัตยกุล

Panudet Saengseedam and Parinya Srisattayakul

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Krungthep

E-mail: panudech.s@mail.rmutk.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการเปรียบเทียบความสามารถในการต้านทานการสึกหรอของดอกกัดที่สล็อตกับชิ้นงานทดสอบเหล็ก P20 ด้วยสารเคลือบพื้นฐานไทเทเนียม ได้แก่ ทั้งสแตนคาร์ไบด์ (WC) ไทเทเนียมอะลูมิเนียมไนไตรด์ (TiN) ไทเทเนียมคาร์โบไนไตรด์ (TiCN) และไทเทเนียมอะลูมิเนียมไนไตรด์ (TiAlN) โดยผ่านกระบวนการเคลือบด้วยวิธีคาโทดิกอาร์ค เครื่องมือทางสถิติที่นำมาประยุกต์ใช้ คือ หลักการออกแบบและวิเคราะห์การทดลอง (DOE) ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (ANOVA) และการเปรียบเทียบแบบพหุคูณด้วยเทคนิคค่าความแตกต่างน้อยที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ (LSD) ผลการวิเคราะห์เชิงสถิติพบว่าผิววัสดุทั้ง 4 ชนิด มีอิทธิพลต่อความสามารถในการต้านทานการสึกหรอ เนื่องจากค่า p-value < α -value (0.01 < 0.05) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% บทสรุปสุดท้ายเกี่ยวกับความสามารถในการต้านทานการสึกหรอพบว่าเครื่องมือตัดที่เคลือบผิว TiCN เป็นเครื่องมือตัดที่ดีที่สุด

คำสำคัญ : ไทเทเนียม คาโทดิกอาร์ค ความสามารถในการต้านทานการสึกหรอ

Abstract

This research was comprised of the wear resistance of T-slot milling with specimen of P20-steel base on titanium coatings by cathodic arc coating method namely; the substrate of tungsten carbide (WC), titanium aluminum nitride (TiN), titanium carbo-nitride (TiCN) and titanium aluminum nitride (TiAlN). The statistical tool was applied the design and analysis of experiment (DOE) of one-way analysis of variance (ANOVA) technique and the multiple comparison of least significant differences (LSD). In statistical result of the four type of coating, was affected the wear resistance because the p-value < α -value (0.01 < 0.05) on 95% confidence. Finally, the best wear resistance was indicated the cutting tool of TiCN coating.

Keyword : Titanium, Cathodic Arc, Wear Resistance

การปรับปรุงประสิทธิภาพของระบบการจัดเก็บเครื่องมือตัดฉลากผลิตภัณฑ์ Efficiency Improving on Label Cutting Blade of Storage System

สุธรรม ศิวาวุธ และ เอกชัย รอดพิสา

Sutham Siwawut and Ekkachai Rodpisa

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Krungthep

E-mail: ekkachai.r@mail.rmutk.ac.th*

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของระบบการจัดเก็บเครื่องมือตัดฉลากผลิตภัณฑ์ โดยทำการศึกษากระบวนการผลิตแผนกตัดของโรงงานกรณีศึกษา จากการทำงานแบบเดิม พบว่าพนักงานใช้เวลาค้นหาเครื่องมือตัดที่นานเกินไป ทางคณะผู้จัดทำปริญญาโทได้สังเกตเห็นปัญหา จึงมีแนวคิดที่จะออกแบบ และปรับปรุงระบบการจัดเก็บเครื่องมือตัดฉลากผลิตภัณฑ์ให้มีประสิทธิภาพที่มากขึ้น การปรับปรุงประสิทธิภาพของระบบการจัดเก็บเครื่องมือตัดฉลากผลิตภัณฑ์ ได้กำหนดปัญหาของการปฏิบัติงานให้เป็นไปในลักษณะของการวางแผนขั้นตอนการทำงานให้ง่ายขึ้น โดยทำการเก็บข้อมูลใบมีดตัด ณ ที่จัดเก็บเพื่อนำมาจัดหมวดหมู่ให้ง่ายต่อการค้นหา ทำการปรับเปลี่ยนวิธีการจัดเรียงใบมีด ทำการออกแบบชั้นจัดเก็บขึ้นมาใหม่ และปรับปรุงชั้นจัดเก็บที่มีอยู่เดิม เพื่อให้พนักงานสามารถทำงานได้ง่ายขึ้น ช่วยลดระยะเวลาการค้นหาใบมีด และเพื่อเพิ่มผลผลิตต่อวันให้มากขึ้น ในการดำเนินการปรับปรุง ได้นำแนวความคิด และทฤษฎีต่างๆ มาใช้ในคำนวณเพื่อหาข้อเปรียบเทียบก่อน และหลังการปรับปรุง ได้ข้อสรุป คือ ก่อนการปรับปรุง พนักงานใช้เวลาในการค้นหาใบมีดตัดเฉลี่ย 27 นาที/วัน ผลิตชิ้นได้เฉลี่ย 4,704 สโตรก/วัน หลังดำเนินการปรับปรุงแล้ว พนักงานใช้เวลาในการค้นหาใบมีดเฉลี่ย 9 นาที/วัน ผลิตชิ้นงานได้เฉลี่ย 4,880 สโตรก/วัน ซึ่งสามารถลดระยะเวลาในการค้นหาใบมีดลงได้เฉลี่ย 18 นาที/วัน หรือ 66.67% และสามารถผลิตชิ้นงานเพิ่มได้ 176 สโตรก/วัน หรือ 3.74%

คำสำคัญ: การเพิ่มประสิทธิภาพ, ฉลากผลิตภัณฑ์, ระบบการจัดเก็บเครื่องมือ

Abstract

The purpose of this research is to improve the efficiency of the product label cutting tool storage system. By studying the production process of the cutting department of the factory as a case study. From the original work found that operator spent too much time finding for cutting tools. The thesis authors have foreseen the problem. Therefore, there is an idea to design and improving the product label cutting tool storage system to be more efficient. To improve the efficiency of the product label cutting tool storage system. The problem of operation has been set in the form of a planning process to simplify the work process. By collecting data of cutting tool at storage to be categorized for easy finding. Adjust the way tools are arranged. Design the new storage shelf and renovating existing storage floors to make it easier for employees to work, reduces the time spent finding for tooling and to increase productivity. To implement improvements introduced the concept and various theories are used in calculations to find comparisons before and after improvement. Before improvement, employees spent an average of 27 minutes/day looking for cutting tools and producing an average of 4,704 strokes/day. After improvement, employees spend an average of 9 minutes/day searching for cutting tools and producing an average of 4,880 strokes/day. The average cutting tool find time was reduced to 18 minutes/day or 66.67% and the workpiece could be produced by 176 stroke/day or 3.74%.

Keyword: Efficiency Increasing, Product Label, Tool Storage System

การประเมินความเสี่ยง แนวโน้มการเคลื่อนที่และสะสมตัวของมลภาวะฝุ่นละออง ขนาดอนุภาคไม่เกิน 2.5 ไมครอนจากอิทธิพลของความเร็วลมและทิศทางกระแสลม ในพื้นที่กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย

Monitoring Movement Trends and Risk Assessment of Particulate Matter 2.5 in Air Pollution as influenced by Wind Speed and Direction in Bangkok, Thailand

อัทธ์ อรรถเศรษฐ และ ภาณุ ตรัยเวช
Aut Attaset and Panu Trivej

ภาควิชาวิทยาศาสตร์พื้นพิภพ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
Department of Earth Sciences and Technology, Faculty of Science, Kasetsart University
aut.atom029@gmail.com 094-8734455

บทคัดย่อ

มลภาวะฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน หรือ PM2.5 เป็นปัญหาทางสิ่งแวดล้อมที่สำคัญของประเทศไทย โดยเฉพาะในพื้นที่กรุงเทพมหานคร งานวิจัยในครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อที่จะศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยกระแสลมทางอุตุนิยมวิทยากับปริมาณความเข้มข้นของ PM2.5 ที่ไหลเวียนในพื้นที่ดังกล่าวและค่าสัดส่วนความเสี่ยงสุขภาพ (Hazard Quotient; HQ) ต่อประชากรในพื้นที่ซึ่งเผชิญมลภาวะดังกล่าว ข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยานี้ได้รับมาจากสถานีอุตุนิยมวิทยาและข้อมูลด้านความเข้มข้น PM2.5 ได้รับมาจากสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ 8 สถานีซึ่งตั้งอยู่ในพื้นที่กรุงเทพมหานคร โดยอาศัยข้อมูลที่ทำกรรวบรวมตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2561 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2563 มาทำการวิเคราะห์ จากผลการศึกษาพบว่าความเร็วลมที่เพิ่มสูงขึ้นส่งผลต่อการลดลงของความเข้มข้น PM2.5 แสดงในรูปแบบของค่าสหสัมพันธ์ที่ผกผัน แต่ทว่าค่าสหสัมพันธ์ที่ได้รับนั้นแสดงผลในระดับต่ำโดยมีค่าสูงสุดอยู่ที่ -0.2350 ทิศทางลมเป็นอีกปัจจัยที่ส่งผลต่อความเข้มข้นของ PM2.5 โดยจากการศึกษาพบว่าลมที่พัดมาจากทิศตะวันออกนั้นทำให้พื้นที่ที่มีความเข้มข้น PM2.5 สูงสุด ตรงกันข้ามกับลมที่พัดมาจากทิศใต้ที่ทำให้ค่าความเข้มข้น PM2.5 ในพื้นที่ศึกษาอยู่ในระดับต่ำสุด พื้นที่ป่าบางกะเจ้าซึ่งตั้งอยู่ทางตอนล่างของกรุงเทพมหานครนั้นมีส่วนในการช่วยลดความเข้มข้นของ PM2.5 แต่จะมีประสิทธิภาพที่ดีที่สุดเพียงพื้นที่ที่ตั้งอยู่ทางทิศตะวันออกของป่าเท่านั้น นโยบายการกักกันพื้นที่ในช่วงการระบาดของโรคโควิด-19 นั้นส่งผลทำให้ PM2.5 มีความเข้มข้นลดลงในช่วงมาตรการดังกล่าว และการประเมินความเสี่ยงสุขภาพต่อ PM2.5 ของประชากรในพื้นที่นั้นพบว่าค่าสัดส่วนความเสี่ยงอันตรายต่อ PM2.5 นั้นอยู่ในระดับต่ำเมื่อคำนวณโดยใช้เกณฑ์มาตรฐานคุณภาพอากาศตามพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2536 แต่หากใช้เกณฑ์มาตรฐานคุณภาพอากาศของสำนักงานป้องกันสิ่งแวดล้อมสหรัฐและกรมอนามัยโลกจะพบว่าค่าสัดส่วนความเสี่ยงอันตรายจะมีความเสี่ยงอยู่ในระดับกลางถึงสูง

คำสำคัญ: มลภาวะฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน ลมทางอุตุนิยมวิทยา การประเมินความเสี่ยงสุขภาพ ค่าสัดส่วนความเสี่ยง

Abstract

Fine particulate matter or PM2.5 is one of the most prominent environmental problems in Thailand, especially in Bangkok metropolitan region. This study aims to investigate the relationship between meteorological wind factors and PM2.5 concentration in this region and hazard quotient affecting the population of this region. Meteorological data were gathered from Bangna meteorological station. We use PM2.5 concentration data from 8 environmental stations located around Bangkok whose data were recorded from January 2018 to December 2020. The relationship between wind speed and PM2.5 concentration shows that the increase of wind speed results in the decrease of PM2.5 concentration, as indicated by the inverse correlation coefficient. The coefficient values are considered low with the highest at -0.2350 . Wind direction is another factor that affects PM2.5 concentration. This study finds that the winds blowing from east direction has the most PM2.5 pollution in contrast to the winds from south direction which has the least PM2.5 concentration. Bang Kachou Forest, located at lower central of Bangkok, can reduce PM2.5 pollution but this reduction effect occurs

effectively only at the area to the east side of the forest. Covid-19 lockdown has also contributed to the decreasing trend of PM2.5. The PM2.5 health risk assessment on the population demonstrates that hazard quotients (HQ) calculated within this region are considered low based on Thai environmental act 1993 but under U.S. Environmental Protection Agency and the World Health Organization's air quality standards are considered moderate to high.

Keywords: PM2.5, Meteorological Wind, Health Risk Assessment, Hazard Quotient

1. บทนำ

มลภาวะฝุ่นอนุภาคขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน หรือ PM2.5 นั้นเป็นหนึ่งในปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมและสุขภาพที่ประเทศไทยได้เผชิญหน้ามาในช่วงทศวรรษที่ผ่านมาจากแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของความเข้มข้น PM2.5 ในชั้นบรรยากาศตั้งแต่ช่วงปีพ.ศ. 2531 และยังคงเพิ่มขึ้นจนถึงทุกวันนี้ (Lim et al., 2563) ณ พื้นที่ชุมชนของกรุงเทพมหานคร การขยายตัวของพื้นที่เมือง การจราจรที่ติดขัดและการเผาชีวมวลในพื้นที่รอบตัวเมืองนั้นเป็นแหล่งกำเนิดหลักของ PM2.5 (Daiju et al., 2562) ถึงแม้ว่าในช่วงที่มีการประกาศกักกันโรคจากผลของการระบาดของเชื้อไวรัสโคโรนาในปีพ.ศ. 2562 จะลดการความเข้มข้นของ PM2.5 ได้ แต่ความเข้มข้นของมลภาวะทางอากาศ PM2.5 ยังอยู่ในระดับที่สูงอยู่ดี (Urrego & Urrego, 2563)

ในอดีตนั้นนักอุตุนิยมวิทยาและนักวิชาการสิ่งแวดล้อมต่างศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยด้านภูมิอากาศกับการเพิ่มขึ้นของมลภาวะ PM2.5 ในพื้นที่ภูมิอากาศเขตร้อนชื้นและภูมิอากาศในภูมิภาคอื่น ปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาหลายปัจจัยที่ส่งผลต่อความเข้มข้นของ PM2.5 ในชั้นบรรยากาศดังตัวอย่างเช่น ความกดอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิและความเข้มของแสงอาทิตย์ ในขณะที่แนวโน้มจากปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาดังกล่าวให้ผลกระทบต่อแนวโน้มของมลภาวะ PM2.5 ในลักษณะที่ใกล้เคียงกันในสถานการณ์ที่คล้ายกัน ความเร็วลมกลับนั้นเป็นปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาที่มีความสัมพันธ์ต่อแนวโน้มความเข้มข้น PM2.5 ในลักษณะที่แตกต่างกัน โดยจะขึ้นอยู่กับทิศทางลมที่พัดเอากะแสอากาศเข้าในพื้นที่ ทำให้แนวโน้ม PM2.5 เปลี่ยนไปตามสภาพมวลอากาศที่ลมพัดเข้ามา (Pu et al., 2554)

อีกหนึ่งในความสนใจที่สำคัญนั้นก็คือการประเมินความเสี่ยงสุขภาพต่อมลภาวะ PM2.5 โดยมลภาวะดังกล่าวเป็นสาเหตุสำคัญที่ก่อให้เกิดโรคในระบบทางเดินหายใจและระบบการไหลเวียนโลหิตทั้งในฐานะสารก่อมะเร็งและพาหะของโลหะหนัก ทางรัฐบาลของประเทศไทยนั้นได้ดำเนินการเพื่อที่จะแก้ไขปัญหามลภาวะดังกล่าวในช่วงหลายปีที่ผ่านมาทั้งกระบวนการทางกฎหมายและการตรวจสอบคุณภาพอากาศ แต่ประเทศไทยยังคงเผชิญการมลภาวะดังกล่าวตลอดมา โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงฤดูกลางฝุ่นในช่วงฤดูแล้ง (Aman et al., 2563) การเปรียบเทียบค่าความเสี่ยงสุขภาพโดยอาศัยเกณฑ์ของพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2536, เกณฑ์มาตรฐานคุณภาพอากาศสำนักงานปกป้องสิ่งแวดล้อมสหรัฐ (US-EPA) และเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพอากาศกรมอนามัยโลก พบว่ากรุงเทพมหานครจัดเป็นพื้นที่เสี่ยงต่อมลภาวะ PM2.5 โดยเฉพาะในกลุ่มประชากรเด็กเล็กที่จัดเป็นกลุ่มเปราะบางต่อมลภาวะมากกว่าผู้ใหญ่ (Prasertsin & Nathapindhu, 2563) (Muenmee & Bootdee, 2564) (Edlund et al., 2564) กระบวนการศึกษาการประเมินความเสี่ยงดังกล่าวสามารถบ่งชี้ได้ว่าปัญหามลภาวะ PM2.5 ในพื้นที่กรุงเทพมหานครจัดว่ามีความเสี่ยงสูงต่อประชากรที่อาศัยอยู่ในพื้นที่นี้

โครงการศึกษานี้มีได้มีวัตถุประสงค์ที่จะศึกษากระบวนการหมุนเวียนของ PM2.5 จากอิทธิพลของกระแสลมในพื้นที่กรุงเทพมหานคร ประเมินผลกระทบต่อความเข้มข้น PM2.5 ที่เกิดจากนโยบายกักกันโรคระบาดเชื้อไวรัสโคโรนาเทียบกับสถานการณ์ปกติ และประเมินความเสี่ยงสุขภาพต่อประชากรที่ได้รับผลกระทบจากมลภาวะ PM2.5 ในพื้นที่กรุงเทพมหานคร

2. วิธีการทดลองหรือวิธีการศึกษา

2.1 สถานที่ศึกษา

กรุงเทพมหานคร เมืองหลวงของประเทศไทย ตั้งอยู่ในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ซึ่งได้รับผลกระทบจากภูมิอากาศแบบร้อนชื้นโดยจะสามารถแบ่งฤดูกาลออกได้เป็น 3 ฤดู ได้แก่ ฤดูร้อน (ช่วงกลางเดือนกุมภาพันธ์ถึงกลางเดือนพฤษภาคม), ฤดูฝน (ช่วงกลางเดือนพฤษภาคมถึงกลางเดือนตุลาคม) และฤดูหนาว (ช่วงกลางเดือนตุลาคมถึงกลางเดือนกุมภาพันธ์) (Thailand Meteorological Department, 2558). ในการศึกษาวิจัยนี้สถานีอุตุนิยมวิทยาบางนาและสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศและสิ่งแวดล้อมที่ตั้งอยู่รอบสถานีอุตุนิยมวิทยาดังกล่าวได้รับการเลือกที่จะใช้ในการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้น PM2.5 และปัจจัยกระแสลมทางอุตุนิยมวิทยา

2.2 การเก็บรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

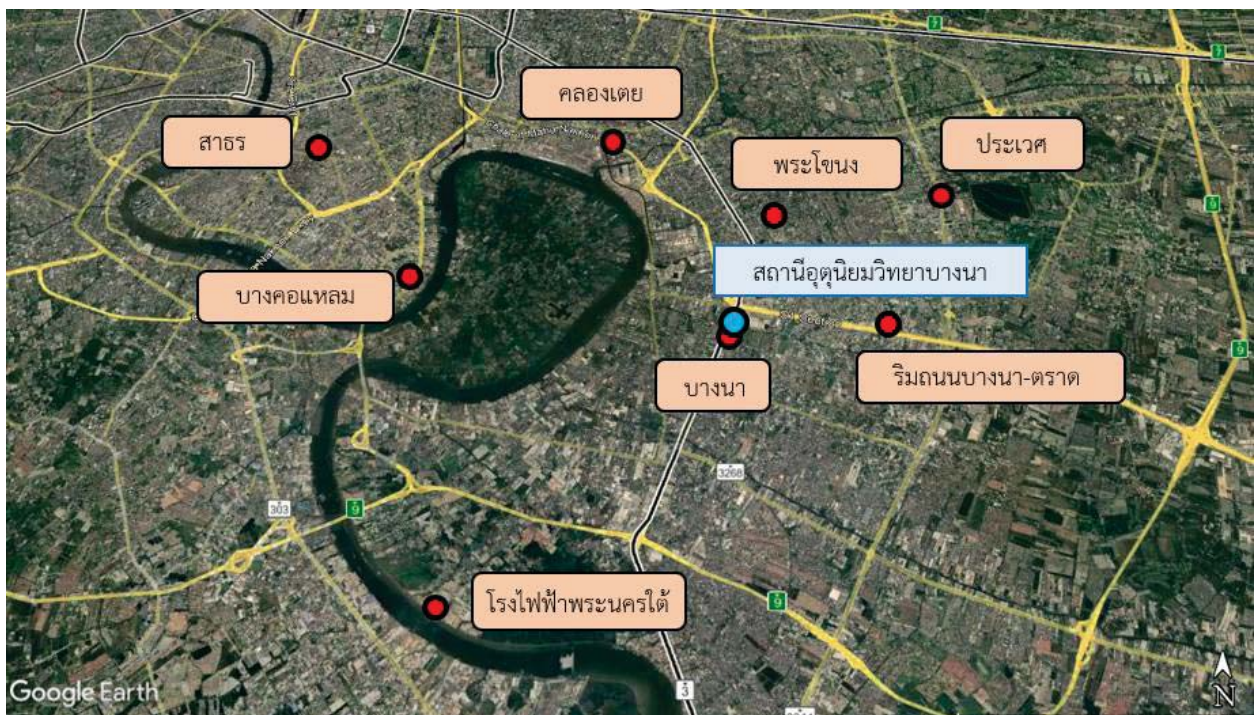
ในการศึกษาวิจัยนี้เกณฑ์ด้านปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยา (ข้อมูลความเร็วลม, ทิศทางลม และปริมาณน้ำฝน ราย 3 ชั่วโมง) ได้รับการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยสถานีอุตุนิยมวิทยาบางนา กรมอุตุนิยมวิทยาแห่งประเทศไทย

ข้อมูลด้านคุณภาพอากาศได้รับการเก็บรวบรวมจากกรมควบคุมมลพิษและสำนักสิ่งแวดล้อมกรุงเทพมหานคร โดยในการวิจัยนี้ได้ทำการขอข้อมูลความเข้มข้น PM_{2.5} ในชั้นบรรยากาศรายชั่วโมงจาก 8 สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศได้แก่ สถานีบางนา (05t), สถานีประเวศ (bkp57t), สถานีพระโขนง (bkp81t), สถานีริมถนนบางนา-ตราด (bkp72t), สถานีโรงไฟฟ้าพระนครใต้ (16t), สถานีคลองเตย (bkp 94t), สถานีบางคอแหลม (bkp 68t) และสถานีสาทร (bkp 67t) โดยสถานีที่ถูกเลือกนั้นตั้งอยู่รอบสถานีอุตุนิยมวิทยาบางนา สามารถใช้เป็นตัวแทนในการหาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้น PM_{2.5} กับปัจจัยลมทางอุตุนิยมวิทยาได้ ระยะเวลาที่จัดเก็บข้อมูลในแต่ละสถานีสามารถดูได้ในตารางที่ 1 และตำแหน่งของสถานีดูได้ในภาพที่ 1

สำหรับการศึกษาความสัมพันธ์นั้น เราจะอาศัยโปรแกรม Microsoft Excel ในการสร้างกราฟเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยค่าสูงสุด ค่าต่ำสุดขึ้นมาและทำการหาค่าสหสัมพันธ์แบบ Pearson ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้น PM_{2.5} (µg/m³) กับปัจจัยความเร็วลม (ม็อด) ความเข้มข้นของ PM_{2.5} รายชั่วโมงจำเป็นต้องคำนวณใหม่เพื่อปรับเปลี่ยนให้เป็นราย 3 ชั่วโมง และอาศัยเพียงค่าความเข้มข้น PM_{2.5} ในช่วงที่ปริมาณน้ำฝนเป็นศูนย์เพื่อผลกระทบจากน้ำฝนต่อการลดลงของความเข้มข้น PM_{2.5} ค่าสหสัมพันธ์ดังกล่าวจะถูกแบ่งออกเป็นค่ามาตรฐานรายปีและค่าที่ถูกคำนวณตามความเร็วลมในแต่ละทิศทางลม

ตารางที่ 1 ระยะเวลาการจัดเก็บข้อมูลความเข้มข้น PM_{2.5} ของ 8 สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ

สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ	ระยะเวลา	
สถานีบางนา	1 มกราคม พ.ศ. 2561	- 31 ธันวาคม พ.ศ. 2565
สถานีประเวศ	13 มกราคม พ.ศ. 2563	- 31 ธันวาคม พ.ศ. 2565
สถานีพระโขนง	1 มีนาคม พ.ศ. 2563	- 31 ธันวาคม พ.ศ. 2565
สถานีริมถนนบางนา-ตราด	27 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2563	- 29 ธันวาคม พ.ศ. 2565
สถานีโรงไฟฟ้าพระนครใต้	25 มิถุนายน พ.ศ. 2562	- 31 ธันวาคม พ.ศ. 2565
สถานีคลองเตย	1 เมษายน พ.ศ. 2561	- 31 ธันวาคม พ.ศ. 2565
สถานีบางคอแหลม	8 พฤษภาคม พ.ศ. 2561	- 31 ธันวาคม พ.ศ. 2565
สถานีสาทร	1 เมษายน พ.ศ. 2561	- 31 ธันวาคม พ.ศ. 2565



ภาพที่ 1 ตำแหน่งของสถานีอุตุนิยมวิทยาบางนาและสถานีตรวจวัดสภาพอากาศ 8 สถานี

2.3 การประเมินความเสี่ยงสุขภาพต่อมลภาวะ PM2.5

ในการประเมินความเสี่ยงสุขภาพต่อมลภาวะ PM2.5 ที่ส่งผลต่อประชากรนั้น ค่าสัดส่วนความเสี่ยงต่อสุขภาพ (Hazard Quotient; HQ) ถูกใช้ในการคำนวณความเสี่ยงต่อกลุ่มประชากร โดยกลุ่มประชากรได้ถูกแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ผู้ชายอายุเฉลี่ย 30 ปี ผู้หญิงอายุเฉลี่ย 30 ปี และเด็กช่วงอายุระหว่าง 6-12 ปี และอาศัยเกณฑ์การตรวจวัดคุณภาพอากาศตามพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2536, มาตรฐานสำนักงานปกป้องสิ่งแวดล้อมสหรัฐอเมริกา (US-EPA) มาตรฐานคุณภาพอากาศกรมอนามัยโลก พ.ศ. 2548 และพ.ศ. 2565 ในการวิเคราะห์ค่าสัดส่วนความเสี่ยงสุขภาพตามขั้นตอนดังกล่าวด้านล่าง

1. ตรวจสอบความเข้มข้น PM2.5 ในชั้นบรรยากาศจากข้อมูลของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ โดยทำการแบ่งแยกข้อมูลตามความเร็วลม ทิศทางลม และระยะเวลารายปี
2. คำนวณค่าเฉลี่ยของปริมาณ PM2.5 ที่ได้รับในแต่ละวัน (Chronic Daily Intake; CDI) ตามสมการด้านล่าง (Muenmee & Bootdee, 2564)

$$CDI = \frac{Ci \times InhR \times EF \times ED}{BW \times AT}$$

เมื่อ Ci คือความเข้มข้น PM2.5 เฉลี่ย 3 ชั่วโมงที่ได้เข้าไป ($\mu\text{g}/\text{m}^3$); InhR คือ อัตราการหายใจ (m^3/day); EF คือ ความถี่ต่อการได้รับ PM2.5 (day/year); ED คือ ระยะเวลาที่ได้รับ PM2.5 (year); BW คือ น้ำหนักตัว (kg); AT คือ ระยะเวลาเฉลี่ยต่อการรับ PM2.5 (day) ค่าตัวแปรในการคำนวณสมการดังกล่าวจะแสดงในตารางที่ 2 (Muenmee & Bootdee, 2564)

3. คำนวณค่าปริมาณ PM2.5 ที่สามารถหายใจรับเข้าสู่ร่างกายในแต่ละวันโดยไม่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพ (Inhalation Referenced Dose; RfD) จากสมการด้านล่าง (Muenmee & Bootdee, 2564)

$$RfD = \frac{RfC \times IR \times ET \times EF \times ED}{BW \times AT}$$

เมื่อ RfC คือ ค่าความเข้มข้นของ PM2.5 ที่ถูกอ้างอิง; IR คือ ค่าอัตราการหายใจเฉลี่ยของผู้ใหญ่ ($0.83 \text{ m}^3/\text{hour}$); ET คือ ระยะเวลาที่ได้รับ PM2.5 (hour/day) ค่า RfC นั้นแสดงอยู่ที่ตารางที่ 3

4. ค่าสัดส่วนความเสี่ยงสุขภาพ (Hazard Quotient; HQ) หากค่าสัดส่วนดังกล่าวมีค่ามากกว่า 1.0 จะถือว่ามีความเสี่ยงที่จะเกิดอันตรายต่อสุขภาพ

$$HQ = \frac{CDI}{RfD}$$

ตารางที่ 2 ค่าตัวแปรในการประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพ

ค่าตัวแปร	ผู้ใหญ่ (อายุ 30 ปี)		เด็ก (อายุ 6-12 ปี)
	ชาย	หญิง	
InhR; Inhalation Rate (m^3/day)	16.6	13.5	8.6
ET; Exposure Time (hours/day)	24	24	24
EF; Exposure Frequency (days/year)	365	365	365
ED; Exposure Duration(years)	30	30	12
BW; Body Weight (kg)	68.83	57.40	15
AT; Average Time of Exposure (days)	10950	10950	4380

ตารางที่ 3 ค่าความเข้มข้นอ้างอิงมาตรฐานคุณภาพอากาศจากการได้รับสัมผัสฝุ่น PM2.5 ด้วยการหายใจ (Inhalation reference Concentration)

เกณฑ์การตรวจวัดคุณภาพอากาศ	สำนักงานปกป้องสิ่งแวดล้อมสหรัฐอเมริกา	พระราชบัญญัติ	กรมอนามัยโลก พ.ศ.	กรมอนามัยโลก พ.ศ.
		ส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2536	2548	2565
$\mu\text{g}/\text{m}^3$	35	25	10	5

3. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

3.1 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลม ทิศทางลมและความเข้มข้น PM2.5

ผลลัพธ์จากการคำนวณค่าสหสัมพันธ์ของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ 8 สถานีรอบสถานีอุดุนิยมวิทยาบางนา แสดงไว้ที่ตารางที่ 3 พบว่าความสัมพันธ์ของความเร็วลมและความเข้มข้น PM2.5 มีลักษณะแนวโน้มแบบแปรผกผันกัน เมื่อความเร็วลมเพิ่มขึ้นจะทำให้ความเข้มข้น PM2.5 ลดลง แต่หว่าค่าสหสัมพันธ์ระหว่างสองตัวแปรนั้นมีค่าที่ต่ำ โดยค่าสหสัมพันธ์ที่สูงที่สุดนั้นมีค่าเพียง 0.2350 บ่งชี้ได้ว่าตัวแปรทางอุตุนิยมวิทยาตัวอื่นนั้นส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของ PM2.5 ในพื้นที่กรุงเทพมหานครที่มากกว่าปัจจัยจากความเร็วลม (Sahanavin et al., 2559) ผลการคำนวณแสดงในตารางที่ 4

ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมและความเข้มข้น PM2.5 ในชั้นบรรยากาศพบว่ามีความสัมพันธ์ที่สถานีโรงไฟฟ้าพระนครใต้ (-0.2350) และมีค่าต่ำสุดตรวจวัดได้ที่สถานีริมถนนบางนา-ตราด (-0.0671) กรณีของสถานีโรงไฟฟ้าพระนครใต้นั้นที่ตั้งของสถานีอยู่ไกลจากแหล่งมลภาวะทางที่พัดเข้ามาทางทิศเหนือและตะวันออกของกรุงเทพมหานครและตั้งอยู่ใกล้กับอ่าวไทยทำให้ความเข้มข้นของมลภาวะนั้นต่ำ ประกอบกับการหมุนเวียนอากาศสะอาดจากอ่าวไทยเข้าถึงพื้นที่ได้ทำให้ค่าสหสัมพันธ์สูงผลสูงกว่าสถานีอื่น ในกรณีของสถานีริมถนนบางนา-ตราดนั้นมีค่าสหสัมพันธ์ที่ต่ำมากกว่าค่าจากสถานีอื่นๆ ที่จะมีค่าสหสัมพันธ์มากกว่า -0.15 ขึ้นไปและค่าระดับนัยสำคัญนั้นไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ สาเหตุที่เป็นเช่นนี้อาจเป็นผลมาจากปัจจัยทางด้านสถานที่ตั้งของสถานีที่ตั้งอยู่ใต้ทางด่วนยกระดับและมีตึกสูงขนาบสองฝั่งถนน ทำให้เกิดสภาพ tunneling effect ซึ่งทำให้อากาศในพื้นที่ดังกล่าวมีการไหลเวียนที่ต่ำ ทำการสะสมมลภาวะฝุ่นในคงอยู่ในพื้นที่นั้นได้นานขึ้นและส่งผลกระทบต่อค่าสหสัมพันธ์

ตารางที่ 4 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมและความเข้มข้น PM2.5 ค่าเฉลี่ยและค่าสูงสุดของความเข้มข้น PM2.5 ของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ 8 สถานีรอบสถานีอุดุนิยมวิทยาบางนาที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ	ค่าสหสัมพันธ์	ความเข้มข้น PM2.5 เฉลี่ย (µg/m ³)	ความเข้มข้น PM2.5 สูงสุด (µg/m ³)
สถานีบางนา	-0.1557	19.42	162
สถานีประเวศ	-0.1709	25.99	145
สถานีพระโขนง	-0.2264	21.77	115
สถานีริมถนนบางนา-ตราด	-0.0671	23.94	174
สถานีโรงไฟฟ้าพระนครใต้	-0.2350	19.99	117
สถานีคลองเตย	-0.2275	29.94	143
สถานีบางคอแหลม	-0.1940	29.63	157
สถานีสาทร	-0.1845	24.74	129

การปกปิดอากาศจากพื้นที่ใกล้เคียงอย่างอ่าวไทยเป็นอากาศที่มี PM2.5 ต่ำ ส่งผลทำให้การหมุนเวียนอากาศในพื้นที่ช่วยในการลดความเข้มข้นของ PM2.5 ในพื้นที่สถานีดังกล่าว

เมื่อทำการเปรียบเทียบค่าสหสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมกับความเข้มข้น PM2.5 ตามทิศทางลมแต่ละทิศแล้วพบว่าค่าสหสัมพันธ์มีค่าเรียงจากมากไปน้อยตามทิศทางลมได้แก่ลมจากทิศตะวันตก ทิศเหนือ ทิศใต้และทิศตะวันออกตามลำดับ ในขณะที่เดียวกับค่าสูงสุดของความเข้มข้น PM2.5 เรียงค่าจากมากไปน้อยแบ่งตามทิศทางลมได้แก่ลมจากทิศตะวันออก ทิศเหนือ ทิศตะวันตก และทิศใต้ ค่าสหสัมพันธ์และค่าสูงสุดของความเข้มข้น PM2.5 บ่งชี้ถึงการหมุนเวียนและเคลื่อนที่ของมลภาวะ PM2.5 ตามทิศทางลม ผลปรากฏตามตารางที่ 5 และแผนภูมิในภาพที่ 2

ตารางที่ 5 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมและความเข้มข้น PM2.5 ค่าเฉลี่ยและค่าสูงสุดของความเข้มข้น PM2.5 ของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ 8 สถานีรอบสถานีอุดุนิยมวิทยาบางนา

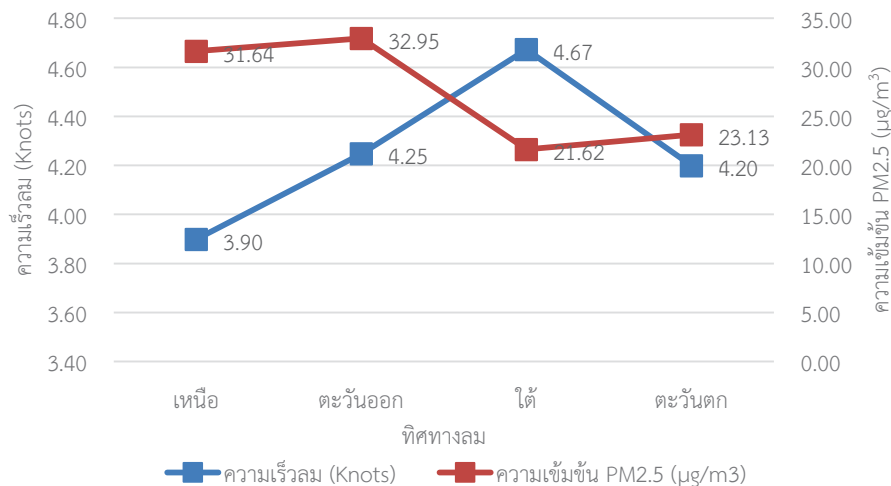
ทิศทางลม	ค่าสหสัมพันธ์	ความเข้มข้น PM2.5 (µg/m ³)		
		ค่าเฉลี่ย	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
ทิศเหนือ	-0.1501	26.2847	0.0000	91.3333
ทิศตะวันออก	-0.0421	27.5087	0.0000	108.3333
ทิศใต้	-0.1275	16.7351	0.0000	103.6667
ทิศตะวันตก	-0.2316	18.0497	0.0000	117.0000

ลมจากทางทิศตะวันออกนั้นให้ค่าสหสัมพันธ์ที่ต่ำที่สุด ในขณะที่ค่าความเข้มข้น PM2.5 สูงสุด แสดงผลว่ามลภาวะ PM2.5 นั้นมีต้นกำเนิดจากแหล่งมลภาวะทางทิศตะวันออกมาก เมื่อลมพัดเข้าหาสถานีจากทางทิศดังกล่าวส่งผลทำให้ PM2.5 ถูก

พัดพามาเพิ่มความเข้มข้นของมลภาวะฝุ่นในชั้นบรรยากาศ ในขณะที่ PM2.5 จากทางทิศใต้นั้นให้สหมสัมพันธ์ต่ำสุดรองลงมา เป็นผลเนื่องมาจากพื้นที่ดังกล่าวอยู่ใกล้อ่าวไทยและไกลจากแหล่งมลภาวะทำให้อากาศสะอาดไหลเวียนเข้าพื้นที่ ทำให้ค่าสหมสัมพันธ์ต่ำแม้ความเร็วลมจะเพิ่มขึ้นจากการที่ความเข้มข้น PM2.5 ในชั้นบรรยากาศมีปริมาณต่ำในพื้นที่อยู่แล้ว

ในกรณีลมจากทางทิศเหนือที่ปริมาณ PM2.5 นั้นสูงใกล้เคียงกับลมจากทางทิศตะวันออก แต่เนื่องจากทิศเหนือมีความเร็วลมต่ำที่สุดทำให้ปริมาณ PM2.5 ไม่ได้ไหลเวียนเข้าในพื้นที่มากในช่วงที่ความเร็วลมต่ำ และในช่วงที่ความเร็วลมสูงขึ้นมากกว่าค่าเฉลี่ยก็จะช่วยในการลดความเข้มข้น PM2.5 ได้ดีกว่า สุดท้ายลมจากทางทิศตะวันตกนั้นให้ค่าสหมสัมพันธ์สูงสุดเป็นผลมาจากกลไกการหมุนเวียนมลภาวะ PM2.5 มีลักษณะใกล้เคียงกับลมจากทางทิศเหนือ แต่เมื่อค่าความเข้มข้น PM2.5 นั้นมีค่าต่ำทำให้ ผลของความเร็วลมที่เพิ่มสูงขึ้นช่วยลดปริมาณ PM2.5 ในชั้นบรรยากาศที่คงอยู่แต่เดิมให้พัดพากระจายไปจากพื้นที่ได้ดีกว่า

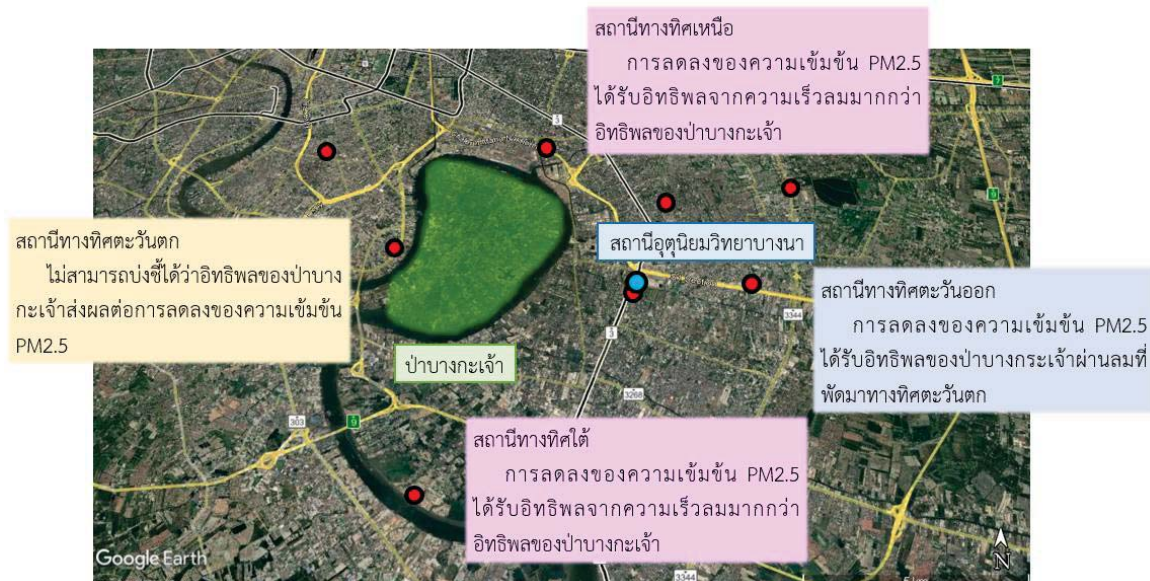
ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้น PM2.5 ในพื้นที่กรุงเทพมหานครตามปัจจัยลมทางอุตุนิยมวิทยานั้นคาดการณ์ว่าได้รับผลกระทบมาจากแหล่งกำเนิดมลภาวะในพื้นที่และฤดูกาลของประเทศไทย โดยแหล่งกำเนิดมลภาวะ PM2.5 จากภายนอกนั้นมาจากนิคมอุตสาหกรรมที่ตั้งอยู่ในพื้นที่ภาคกลางตอนล่างและภาคตะวันออกเฉียงเหนือส่งผลทำให้ PM2.5 เพิ่มปริมาณความเข้มข้นจากการพัดพาของกระแสลมความเร็วลม ซึ่งนำ PM2.5 เข้าพื้นที่อย่างต่อเนื่องโดยไม่พัดพากระจายมลพิษออกนอกพื้นที่มากนัก (Pu et al., 2554) ในขณะเดียวกันช่วงฤดูหนาวนั้นลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือได้พัดเอา PM2.5 จากการเผาไหม้ทางการเกษตรในช่วงฤดูกาลเก็บเกี่ยวจากจังหวัดทางเหนือของกรุงเทพมหานครให้เข้ามาให้พื้นที่มากขึ้นนำมาการเพิ่มขึ้นของปริมาณ PM2.5 ที่มาจากลมทางทิศตะวันออกและทิศเหนือ (Chuersuwan et al., (2551). ในทางตรงกันข้ามลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้พัดนำอากาศสะอาดเข้ากรุงเทพมหานครส่งผลทำให้ลดค่าความเข้มข้น PM2.5 การที่ลมจากทิศใต้มีค่าความเร็วลมสูงที่สุดยังช่วยทำให้ PM2.5 ในชั้นบรรยากาศกระจายไปได้มากขึ้น (Daiju et al., 2562)



ภาพที่ 2 กราฟเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมและค่าเฉลี่ยความเข้มข้น PM2.5 ของทั้ง 8 สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศในพื้นที่กรุงเทพมหานคร

3.2 ความสามารถในการลดความเข้มข้น PM2.5 ของป่าบางกะเจ้า

ป่าบางกะเจ้าตั้งอยู่ในพื้นที่ตอนล่างของกรุงเทพมหานครนั้นมีส่วนช่วยในการลดความเข้มข้น PM2.5 ในชั้นบรรยากาศ โดยทำหน้าที่เป็นตัวกรองอากาศเมื่อลมพัดเข้ามาในพื้นที่ ทำให้อากาศมีความเข้มข้น PM2.5 ลดลงเมื่อพัดออกนอกพื้นที่ ปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาอย่างลมนั้นส่งผลต่อความสามารถในการลดความเข้มข้น PM2.5 ของป่าบางกะเจ้า ผลการศึกษา



ภาพที่ 3 แนวโน้มของความเข้มข้น PM2.5 ที่ได้รับอิทธิพลการลด PM2.5 ของป่าบางกะเจ้า

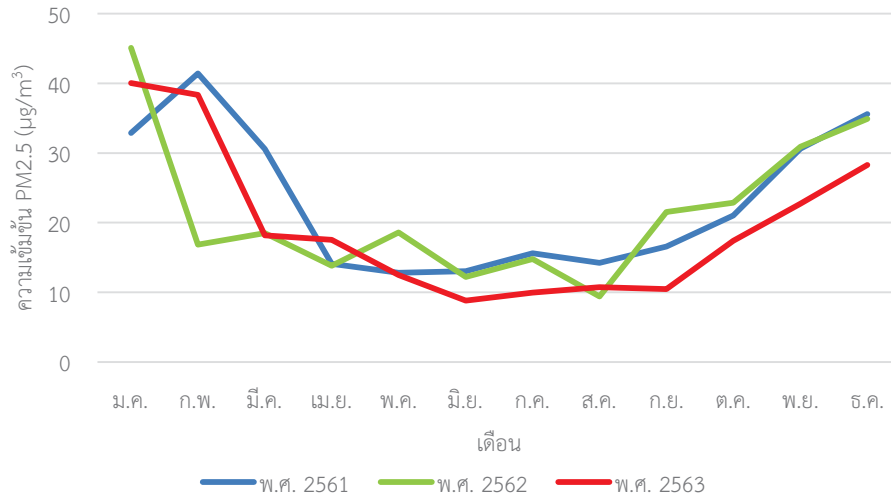
พบว่าความสามารถในการลดความเข้มข้น PM2.5 ของป่าให้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดที่สถานีที่ตั้งทางตะวันออกของป่า สถานีทางทิศเหนือและทิศใต้นั้นความเร็วมีอิทธิพลต่อความเข้มข้น PM2.5 มากกว่าอิทธิพลในการกรองของป่า และสถานีทางทิศตะวันตกของป่าไม่สามารถคาดการณ์อิทธิพลของป่าต่อการลด PM2.5 ได้

จากผลการศึกษาพบว่าป่าบางกะเจ้านั้นมีส่วนช่วยในการลด PM2.5 ในชั้นบรรยากาศได้ โดยความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิของป่าเป็นปัจจัยที่ช่วยในการลด PM2.5 ลง อิทธิพลในการลด PM2.5 ดังกล่าวยังแปรผกผันตามระยะห่างระหว่างป่ากับสถานีที่ตรวจวัดและมีการแปรผันที่แตกต่างกันตามทิศทางลมที่พัดผ่านพื้นที่ป่า (Heshani & Winijkul, 2016) ปริมาณ PM2.5 ที่มาจากลมทางทิศตะวันออกและทิศเหนือที่มากขึ้นทำให้ลดทอนความสามารถในการลดค่าความเข้มข้น PM2.5 ในชั้นบรรยากาศลง ส่งผลกระทบต่อค่าสหสัมพันธ์และความเข้มข้น PM2.5 ของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศที่ตั้งอยู่ทางทิศตะวันตกของป่าไม่แสดงอิทธิพลเท่ากับค่าสหสัมพันธ์และความเข้มข้น PM2.5 ที่วัดได้จากสถานีที่ตั้งอยู่ทางทิศตะวันออก ผลความสัมพันธ์ของป่าบางกะเจ้ากับการลดความเข้มข้น PM2.5 แสดงผลตามภาพที่ 3

3.3 สถานการณ์มลภาวะ PM2.5 ในช่วงการกักกันโรคระบาดไวรัสโคโรนา

ผลจากนโยบายกักกันโรคไวรัสโคโรนาในช่วงต้นเดือนเมษายน พ.ศ. 2562 นั้นส่งผลต่อแนวโน้มของความเข้มข้น PM2.5 ในพื้นที่กรุงเทพมหานคร ผลกระทบดังกล่าวเกิดจากปัจจัยแหล่งกำเนิดมลพิษ PM2.5 จากกิจกรรมมนุษย์ลดลงในช่วงนโยบายกักกันโรคระบาด ส่งผลต่อปริมาณยานพาหนะในการจราจรและการปล่อยมลภาวะทางอากาศจากที่ทำงานลดลง เป็นผลทำให้คุณภาพอากาศของกรุงเทพมหานครดีขึ้น (Wetchayont, 2016)

เมื่อทำการตรวจสอบแนวโน้มความเข้มข้น PM2.5 ในช่วงพ.ศ. 2561-2563 นั้นพบว่าในระดับความเข้มข้น PM2.5 ในช่วงประกาศใช้นโยบายกักกันในเดือนเมษายน พ.ศ. 2562 นั้น ระดับความเข้มข้นดังกล่าวนั้นมีปริมาณที่เพิ่มขึ้นกว่าพ.ศ. 2561 ก่อนที่จะเริ่มลดระดับลงในช่วงฤดูฝน และแนวโน้มการลดลงของ PM2.5 นั้นจะแสดงผลได้ชัดในช่วงปีพ.ศ. 2563 (Urrego & Urrego, 2016) ถึงแม้ว่าแนวโน้มนั้นจะลดลงแต่จากการที่ภายในช่วงฤดูแล้งแนวโน้ม PM2.5 มีลักษณะเพิ่มขึ้นในช่วงฤดูดังกล่าวไปในทิศทางเดียวกันทั้ง 3 ปี แสดงให้เห็นถึงนโยบายกักกันโรคระบาดนั้น ไม่ได้ส่งผลถึงแหล่งกำเนิดมลภาวะที่อยู่ภายนอกเมืองอย่างการเผาชีวมวลทางการเกษตรในช่วงฤดูเก็บเกี่ยว ทำให้ PM2.5 ที่เกิดจากแหล่งมลภาวะดังกล่าวยังคงหมุนเวียนเข้าพื้นที่กรุงเทพมหานครได้ แสดงผลในภาพที่ 4



ภาพที่ 4 กราฟแสดงระดับความเข้มข้น PM2.5 เฉลี่ยรายเดือนในชั้นบรรยากาศของกรุงเทพมหานครในช่วงระหว่างปีพ.ศ. 2561-2563

3.4 ค่าสัดส่วนความเสี่ยงสุขภาพและความสัมพันธ์กับปัจจัยมลทางอุตุนิยมวิทยา

ผลการศึกษาค่าสัดส่วนความเสี่ยงสุขภาพต่อความเข้มข้น PM2.5 ในชั้นบรรยากาศของกรุงเทพมหานครตามเกณฑ์การตรวจวัดคุณภาพอากาศพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2536, เกณฑ์มาตรฐานคุณภาพอากาศสำนักงานปกป้องสิ่งแวดล้อมสหรัฐ (US-EPA) และเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพอากาศกรมอนามัยโลก พ.ศ. 2548 และ 2565 พบว่าค่าสัดส่วนความเสี่ยงสุขภาพที่คำนวณจากเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพอากาศสำนักงานปกป้องสิ่งแวดล้อมสหรัฐนั้นให้ค่าความเสี่ยงต่อกลุ่มประชากรผู้ใหญ่ในระดับที่ต่ำและกลุ่มประชากรเด็กในระดับปานกลาง ค่าสัดส่วนที่คำนวณได้จากเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพอากาศพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2536 และกรมอนามัยโลก พ.ศ. 2548 ให้ค่าความเสี่ยงต่อทุกกลุ่มประชากรในความเสี่ยงระดับกลาง และค่าสัดส่วนที่คำนวณได้จากเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพอากาศกรมอนามัยโลกปีพ.ศ. 2565 ให้ค่าความเสี่ยงต่อกลุ่มประชากรผู้ใหญ่ในระดับกลางและกลุ่มประชากรเด็กในระดับสูง (ตารางที่ 6)

สาเหตุที่กลุ่มประชากรเด็กมีความเปราะบางต่อ PM2.5 มากกว่ากลุ่มประชากรผู้ใหญ่เป็นผลมาจากพัฒนาการของระบบทางเดินหายใจในเด็กยังเติบโตที่ไม่สมบูรณ์กอรปกับสัดส่วนอัตราการหายใจต่อน้ำหนักตัวที่สูงกว่าผู้ใหญ่ เป็นผลทำให้เด็กเผชิญความเสี่ยงที่จะรับ PM2.5 เข้าไปในร่างกายมากกว่าผู้ใหญ่ในกรณีที่ได้รับอากาศที่มีค่าความเข้มข้นมลพิษเท่ากัน ในขณะที่เดียวกันกลุ่มประชากรผู้หญิงก็มีความเสี่ยงสุขภาพต่ำกว่ากลุ่มประชากรผู้ชายก็เป็นผลมาจากอัตราการหายใจที่ต่ำกว่า เช่นเดียวกับกับสาเหตุกรณีก่อนหน้า (Edlund et al., 2564) (Prasertsin & Nathapindhu, 2563)

ตารางที่ 6 ค่าสัดส่วนความเสี่ยงคำนวณตามเกณฑ์มาตรฐานการตรวจวัดคุณภาพอากาศกรมอนามัยโลก พ.ศ. 2565 แบ่งตามทิศทางลม

ทิศทางลม	ค่าสัดส่วนความเสี่ยง		
	ผู้ใหญ่		เด็ก
	ชาย	หญิง	(6-12 ปี)
รายปี	4.5223 (0.9209)	4.4101 (0.8980)	10.7507 (2.1891)
ลมสงบ	5.1650 (1.1473)	5.0396 (1.1188)	12.2786 (2.7274)
ทิศเหนือ	5.3137 (1.184)	5.1819 (1.0907)	12.6320 (2.6587)
ทิศตะวันออก	5.5647 (0.9120)	5.4267 (0.8893)	13.2287 (2.1680)
ทิศใต้	3.5207 (0.8341)	3.4334 (0.8134)	8.3696 (1.9829)
ทิศตะวันตก	3.6788 (0.9209)	4.4101 (0.8980)	8.7456 (1.9761)

เมื่อทำการคำนวณความเสี่ยงโดยการแบ่งตามเกณฑ์ตามความเร็วลมและทิศทางลมนั้น พบว่าค่าสัดส่วนความเสี่ยงสุขภาพในช่วงระดับลมสงบ (0 นี้อด) มีค่าสูงกว่าค่าสัดส่วนความเสี่ยงเฉลี่ยรายปี และค่าสัดส่วนความเสี่ยงสุขภาพเรียงลำดับจากสูงสุดไปต่ำสุดตามเกณฑ์ทิศทางลมได้แก่ ลมจากทิศตะวันออก ลมจากทิศเหนือ ลมสงบ ลมจากทิศตะวันตก และลมจากทิศใต้

ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทิศทางลมและความเข้มข้น PM2.5 ในชั้นบรรยากาศของกรุงเทพมหานคร

เมื่อทำการเปรียบเทียบค่าสัดส่วนความเสี่ยงสุขภาพ PM2.5 ของพื้นที่กรุงเทพมหานครกับพื้นที่ศึกษาอื่นในประเทศไทยนั้น พบว่าค่าสัดส่วนความเสี่ยงของกรุงเทพมหานครนั้นมีความเสี่ยงสูงกว่าพื้นที่ศึกษาที่เผชิญปัญหาหมอกควันสูงอย่าง แม่เมาะ ขอนแก่น และสระบุรี (Prasertsin & Nathapindhu, 2563) สภาพแวดล้อมของกรุงเทพมหานครเผชิญกับแหล่งกำเนิดมลพิษฝุ่น PM2.5 ทั้งจากภายในอย่างการจราจรและภายนอกอย่างการเผาชีวมวลและนิคมอุตสาหกรรมส่งผลทำให้ค่าสัดส่วนความเสี่ยงอยู่ในระดับกลางถึงสูงตลอดทั้งปี ต่างจากพื้นที่ศึกษาอื่นที่เผชิญกับแหล่งกำเนิดมลภาวะขนาดเล็กกว่าหรือปัจจัยการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้น PM2.5 ขึ้นอยู่กับแหล่งกำเนิดมลภาวะตามฤดูกาล

4. สรุป

การศึกษาอิทธิพลของกระแสลมทางอุตุนิยมวิทยาต่อแนวโน้มของ PM2.5 ในพื้นที่กรุงเทพมหานครในช่วงปี.ศ. 2561-2563 นั้น พบว่าปัจจัยความเร็วลมต่อแนวโน้มของความเข้มข้น PM2.5 มีแนวโน้มในลักษณะที่เมื่อความเร็วลมเพิ่มขึ้น ความเข้มข้น PM2.5 ในชั้นบรรยากาศจะลดลง ลักษณะแนวโน้มที่แปรผกผันกันนั้นมีแนวโน้มที่แตกต่างกันออกไปตามตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ของพื้นที่ตั้งและสิ่งแวดล้อมรอบสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศที่ตั้งอยู่ พื้นที่ที่มีค่าสัมสัมพันธ์สูงสุดพบในพื้นที่สถานีโรงไฟฟ้าพระนครใต้และต่ำสุดที่พื้นที่สถานีริมถนนบางนา-ตราด

ทิศทางลมก็เป็นอีกหนึ่งปัจจัยสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อ PM2.5 ในชั้นบรรยากาศของกรุงเทพมหานครจากการที่ลมพัดมาในทิศทางที่แตกต่างกันนั้นนำอากาศในพื้นที่ที่สภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันเข้าในกรุงเทพมหานคร ทั้งพื้นที่ที่เป็นแหล่งต้นกำเนิดมลพิษและพื้นที่ที่เป็นแหล่งอากาศสะอาดจากธรรมชาติ โดยส่งผลเป็นอย่างมากในช่วงที่ลมมีความเร็วต่ำ ลมที่พัดมาจากทิศตะวันออกทำให้ความเข้มข้น PM2.5 ในชั้นบรรยากาศมีความเข้มข้นมากที่สุด ในทางตรงกันข้ามนั้นลมที่พัดมาจากทิศใต้ทำให้ความเข้มข้น PM2.5 ลดลงมากที่สุด ในลมทุกทิศทางที่พัดมา ทิศทางลมยังส่งผลกระทบต่ออิทธิพลการลดความเข้มข้น PM2.5 ของพื้นที่ป่าบางกะเจ้าด้วย โดยจากการศึกษานั้นพบว่าสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศที่ตั้งอยู่ทางทิศตะวันออกนั้นมีค่าความเข้มข้น PM2.5 ต่ำจากอิทธิพลของป่าดังกล่าว ในขณะที่สถานีที่ตั้งอยู่ในทิศอื่นของป่านั้นความเร็วลมมีอิทธิพลต่อการลดลงของ PM2.5 มากกว่า

ค่าสัดส่วนความเสี่ยงสุขภาพของพื้นที่กรุงเทพมหานครนั้นจัดว่ามีความเสี่ยงในระดับปานกลางสำหรับกลุ่มประชากรผู้ใหญ่และความเสี่ยงสูงสำหรับกลุ่มประชากรเด็กเมื่อทำการคำนวณอ้างอิงเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพอากาศกรมอนามัยโลกปี.ศ. 2549 และปี.ศ. ถึงแม้ว่าแนวโน้มค่าสัดส่วนความเสี่ยงสุขภาพนั้นจะมีแนวโน้มที่ลดลงในช่วงปีระหว่างพ.ศ. 2561-2563 เป็นผลมาจากนโยบายการกักกันโรคระบาดไวรัสโคโรนาที่ผ่านมา แต่ค่าสัดส่วนดังกล่าวก็จัดอยู่ในเกณฑ์ที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพและจำเป็นที่จะต้องเฝ้าระวังผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อสุขภาพของประชากรที่อาศัยในพื้นที่เป็นอยู่ดี

สุดท้ายนี้ ผลการศึกษานี้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในด้านการพยากรณ์การหมุนเวียน PM2.5 ในพื้นที่กรุงเทพมหานคร การวางแผนทางสิ่งแวดล้อมเพื่อรับมือมลภาวะ PM2.5 ที่จะรุนแรงขึ้นในอนาคต และการแจ้งเตือนความเสี่ยงทางสุขภาพต่อประชากรที่อาศัยในพื้นที่แห่งนี้ได้ แต่ผลการศึกษานี้ยังไม่เพียงพอต่อการคาดการณ์กระบวนการเกิด สะสมตัวและหมุนเวียนของมลภาวะ PM2.5 ทั้งหมดได้ และยังมีจำเป็นที่จะต้องทำการศึกษาเพิ่มเติมในปัจจัยแวดล้อมอื่นที่เกี่ยวข้องทั้งในด้านปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาและด้านปัจจัยที่เกิดจากมนุษย์เพื่อความถูกต้องแม่นยำต่อการศึกษาระบบการดังกล่าวของ PM2.5 ให้มากขึ้น

5. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอแสดงความขอบคุณ ดร. ภาณุ ตรีเวช และภาควิชาวิทยาศาสตร์พื้นพิภพ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ผู้ให้คำปรึกษาในการดำเนินงานวิจัยจนเสร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี และขอแสดงความขอบคุณกรมอุตุนิยมวิทยา กรมควบคุมมลพิษและสำนักสิ่งแวดล้อมกรุงเทพมหานคร สำหรับการสนับสนุนข้อมูลด้านอุตุนิยมวิทยาและข้อมูลการตรวจวัดคุณภาพอากาศซึ่งจำเป็นต่อการวิเคราะห์ผลการวิจัยให้สัมฤทธิ์ผล

6. เอกสารอ้างอิง

Aman, N., Manomaiphobon, K., Pala-En, N., Kokkaew, E., Boonyoo, T., Pattaramunikul, S., Devkota, B., & Chotamonsak, C. (2563). Evolution of Urban Haze in Greater Bangkok and Association with Local Meteorological and Synoptic Characteristics during Two Recent Haze Episodes. *Int J Environ Res Public Health*, 17(24). <https://doi.org/10.3390/ijerph17249499>

- Chuersuwan, N., Nimrat, S., Lekphet, S., & Kerdkumrai, T. (2551). **Levels and major sources of PM2.5 and PM10 in Bangkok Metropolitan Region.** *Environ Int*, 34(5), 671-677.
<https://doi.org/10.1016/j.envint.2007.12.018>
- Daiju, N., Nguyen, T. K. O., Keiichi, S., Huo, M., Permadi, D. A., Nguyen, N. H. C., Ratanajaratroj, T., & Pawarmart, I. (2562). **Pollution Characteristics and Policy Actions on Fine Particulate Matter in a Growing Asian Economy: The Case of Bangkok Metropolitan Region.** *Atmosphere*, 10, 18.
- Edlund, K. K., Killman, F., Molnar, P., Boman, J., Stockfelt, L., & Wichmann, J. (2564). **Health Risk Assessment of PM2.5 and PM2.5-Bound Trace Elements in Thohoyandou, South Africa.** *Int J Environ Res Public Health*, 18(3). <https://doi.org/10.3390/ijerph18031359>
- Heshani, A. L. S., & Winijkul, E. (2565). **Numerical simulations of the effects of green infrastructure on PM2.5 dispersion in an urban park in Bangkok, Thailand.** *Heliyon*, 8(9), 12.
<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e10475>
- Kundhikanjana, W. (2019a, 16 March 2562). **Identifying the Sources of Winter Air Pollution in Bangkok Part I. Toward Data Science.** Retrieved 1 May 2022 from <https://towardsdatascience.com/identifying-the-sources-of-winter-air-pollution-in-bangkok-part-i-d4392ea608dc>
- Kundhikanjana, W. (2019b, 31 March 2562). **Identifying the Sources of Winter Air Pollution in Bangkok Part II. Toward Data Science.** Retrieved 1 May 2022 from <https://towardsdatascience.com/identifying-the-sources-of-winter-air-pollution-in-bangkok-part-ii-72539f9b767a>
- Lim, C. H., Ryu, J., Choi, Y., Jeon, S. W., & Lee, W. K. (2563). **Understanding global PM2.5 concentrations and their drivers in recent decades (1998-2016).** *Environ Int*, 144, 106011.
<https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.106011>
- Muenmee, S., & Bootdee, S. (2564). **Health risk assessment of exposure PM2.5 from industrial area in Pluak Daeng district, Rayong province.** *Naresuan Phayao Journal*, 14, 16.
- Prasertsin, S., & Nathapindhu, G. (2563). **The Temporal Pattern of Ambient PM2.5 and Health Risk Assessment in Thailand.** *Indian Journal of Public Health Research & Development*, 11, 5.
- Pu, W. W., Zhao, X. J., Zhang, X. L., & Ma, Z. Q. (2554). **Effect of Meteorological Factors on PM2.5 during July to September of Beijing.** *Procedia Earth and Planetary Science* 2, 6.
- Sahanavin, N., Tantrakarnapa, K., & Prueksasit, T. (2559). **Ambient PM10 and PM2.5 Concentrations at Different High Traffic-Related Street Configurations in Bangkok, Thailand.** *Southeast Asian J Trop Med Public Health*, 47.
- Thailand Meteorological Department. (2558). **The Climate of Thailand.**
- Urrego, D. R., & Urrego, L. R. (2563). **Air quality during the COVID-19: PM2.5 analysis in the 50 most polluted capital cities in the world.** *Environmental Pollution*, 226, 11.
- Wetchayont, P. (2564). **Investigation on the Impacts of COVID-19 Lockdown and Influencing Factors on Air Quality in Greater Bangkok, Thailand.** *Hindawi*, 2021, 11, Article 6697707.
<https://doi.org/10.1155/2021/6697707>

การตกแต่งสารให้ความเย็นบนผืนผ้าสำหรับการลดอุณหภูมิชุดโอกาสพิเศษจากเสื้อผ้าเหลือใช้

Cooling Agent Decoration on Fabric for Reducing Temperature of Special Occasion Outfits from Used Clothing

กฤษฎา ประยงค์ และ สาคร ชลสาคร

Kritsada Prayong and Sakorn Chonsakorn

สาขาวิชาเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ปทุมธานี 12110

Major in Home Economic Technology, Faculty of Economics Technology,

Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Pathum Thani 12110, Thailand

*Corresponding author E-mail Address : Sakom_c@mutt.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสูตร และสภาวะที่เหมาะสม ของการตกแต่งสารให้ความเย็นบนผืนผ้า เนื่องจากประเทศไทยเป็นประเทศที่สภาพอากาศร้อน จึงนำผืนผ้าที่เคลือบสารให้ความเย็น ใช้ในการลดอุณหภูมิชุดโอกาสพิเศษ เพื่อให้ผู้สวมใส่รู้สึกสบาย และเป็นการเพิ่มความมั่นใจในการสวมใส่ ซึ่งจากการศึกษาการทดสอบการวัดอุณหภูมิของสารให้ความเย็นบนผืนผ้า โดยการนำผืนผ้าเคลือบสารให้ความเย็น จำนวน 4 ชนิด ได้แก่ (1) เมทิล ไดโซโพรพิล โพรไพโอเนอไมด์ (2) ดับเบิลเอส ทเวลด์ คูลลิ่ง เอเจนท์ (เอพไอเอ็มเอ โพรพิลิกซ์เอเทอร์วัน) (3) เมนทิล แลคเตต และ (4) เมนโทน กลีเซอริน อะซีทัล สารแต่ละชนิดจำแนกความเข้มข้นของสารให้ความเย็นเป็น 3 ความเข้มข้น ได้แก่ ร้อยละ 2.50 ร้อยละ 5.00 และ ร้อยละ 10.00 และ การทดสอบการวัดอุณหภูมิโดยใช้ตู้อบลมร้อนที่ 35 องศาเซลเซียส พบว่า สารให้ความเย็นที่สามารถลดอุณหภูมิบนผืนผ้าได้สูงที่สุด คือ สารเมทิล ไดโซโพรพิล โพรไพโอเนอไมด์ ที่ความเข้มข้นร้อยละ 2.50 จึงเหมาะกับการนำไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ผืนผ้าลดอุณหภูมิ เพื่อความคุ้มค่าในต้นทุนการพัฒนา และคุณภาพในการลดอุณหภูมิ

คำสำคัญ: สารให้ความเย็น การลดอุณหภูมิ ผืนผ้า

Abstract

This research aims to study the formula and appropriate conditions for decorating the refrigerant on the surface. Because Thailand is a country with hot weather, Therefore, bring a cloth coated with a cooling substance. Used to lower the temperature on special occasion outfits. To make the wearer feel comfortable and increase confidence in wearing From the study of testing the measurement of the temperature of the refrigerant on the fabric By coating fabric with 4 types of cooling agents: (1) Methyl Disopropyl Propionamide; (2) Double S. Twelve Cooling Agent (F.E.N.) FEMA 4681; (3) Mentyl Lactate; and (4) Menthone, Glycerin, and Acetal. Each type of substance is classified into 3 concentrations of cooling substances: 2.50 percent, 5.00 percent, and 10.00 percent, and a temperature measurement test using a hot air oven at 35 degrees Celsius found that the cooling agent that was able to reduce the temperature on the fabric the most was Methyl Disopho. Rapol Propionamide At a concentration of 2.50 percent, it is suitable for development into temperature-reducing fabric products. value in development costs and quality in reducing temperature.

Keywords: Coolant, Lowering the temperature, Cloth

1. บทนำ

ในปัจจุบันวิถีชีวิต ความเป็นอยู่ และทัศนคติของมนุษย์ มีการเปลี่ยนแปลงมาก หลังจากที่มี Social Media เข้ามา มีบทบาทในชีวิตมากขึ้น ทำให้แนวคิดของมนุษย์ในยุคนี้มีความคิดการไกลมาก ไม่ว่าจะเป็นเรื่องความเป็นอยู่ การใช้ชีวิตประจำวัน การปรับเปลี่ยนค่านิยมต่างๆ และรวมถึงความต้องการด้านการบริโภคของผู้บริโภคยุคใหม่ ที่มีการใส่ใจในเรื่องของสิ่งแวดล้อมมากขึ้น โดยเฉพาะ ในประเทศที่เป็นผู้นำด้านแฟชั่น หรือผู้ผลิตแบรนด์ดังต่าง ๆ ได้เข้ามามีบทบาท และได้เล็งเห็นถึงความสำคัญของสิ่งแวดล้อม ในการดูแลรักษาโลกให้น่าอยู่ และถือเป็นเรื่องที่จะเอื้อต่อคนที่คนรุ่นใหม่ต้องคำนึงและเข้ามามีบทบาทในการดูแลรักษาสิ่งแวดล้อมมากขึ้น โดยในต่างประเทศมีการนำวัสดุ ที่ไม่มีค่ามาสร้างสินค้าด้วยการใช้ดีไซน์เข้าไปช่วย เช่น การนำเสื้อกันฝน เสื้อแจ็คเกต หรือผ้าห่มเบา ที่นั่งในรถไฟความเร็วสูงแบบใช้แล้วทิ้งไปผลิตเป็นกระเป๋าและสินค้าใหม่ แล้วนำกลับมาใช้ในบริษัท

อีกครั้ง หรือนำออกจำหน่าย และนำรายได้ไปบริจาคเพื่อการกุศล ส่งเสริมวิถีการคิดเพื่อการดูแลสังคมและสิ่งแวดล้อมอีกทางหนึ่ง (วรสุตา ขวัญสุวรรณ และสาทิณี วัฒนกิจ, 2564)

สิ่งหนึ่งที่ทำที่แบรนด์เสื้อผ้า หรือแบรนด์แฟชั่นต่าง ๆ ได้เริ่มนำมาใช้เพื่อยกระดับการเป็นแบรนด์ระดับโลก ก็คือ การ Upcycling ซึ่งกระบวนการ Upcycling เป็นกระบวนการที่ทำให้วัสดุหรือผลิตภัณฑ์ที่ไม่สามารถใช้งานตามหน้าที่เดิมให้กลายเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ที่มีคุณภาพและมูลค่าสูงขึ้น อีกทั้งยังเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ซึ่งในปัจจุบันผลิตภัณฑ์ที่ผ่านกระบวนการ Upcycling เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีศักยภาพทางการตลาดเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง และเป็นแนวคิดที่กำลังเป็นที่นิยมในการที่บริษัทต่าง ๆ ใช้จัดการขยะ เนื่องจากข้อดีในการลดต้นทุนทั้งด้านการผลิตและการกำจัดขยะ อีกทั้งยังช่วยส่งเสริมภาพลักษณ์ขององค์กร (จักรสิน น้อยไธภูมิ และสิงห์ อินทรชูโต, 2560) และสิ่งสำคัญที่ผู้เริ่มมีการใช้กระบวนการ Upcycling มากขึ้นก็คือการคำนึงถึงผลกระทบในเรื่องของสิ่งแวดล้อมและก๊าซเรือนกระจกตลอดวัฏจักรชีวิตของวัสดุหรือผลิตภัณฑ์เพื่อเพิ่มมูลค่าด้วยการออกแบบเชิงสร้างสรรค์ (รัตนารวรรณ มั่งคั่ง และสิงห์ อินทรชูโต, 2558)

ปัจจุบันชุดโอกาสพิเศษเป็นที่นิยมในการสวมใส่การออกงาน เดินแบบ หรือใส่เพื่อความสวยงาม ทั้งสตรี และสาวข้ามเพศ ชุดราตรีที่สวมใส่มีความสวยงามและเป็นสากลมากขึ้น ซึ่งการเตรียมชุดราตรีสำหรับไปงานเลี้ยงเป็นสิ่งสำคัญมากโดยเฉพาะสำหรับผู้หญิง และสาวข้ามเพศเนื่องจาก ชุดโอกาสพิเศษไม่เพียงแต่เป็นเสื้อผ้าเครื่องนุ่งห่มเท่านั้น แต่ยังสะท้อนตัวตน รสนิยม และสามารถเสริมสร้างบุคลิกและความมั่นใจให้ ผู้สวมใส่ได้ การแต่งตัวได้เหมาะสมกับกาลเทศะและโอกาสของงาน จึงเป็นเสมือนการให้เกียรติงานและเจ้าภาพที่เชิญ และทำให้ได้รับการยอมรับทางสังคมได้ การทำชุดโอกาสพิเศษโดยกระบวนการ Upcycling ยังไม่เป็นที่นิยม เนื่องจากส่วนใหญ่ผู้สวมใส่จะสั่งตัดชุดใหม่ในการใส่ไปงานสำคัญ (ณฐา อาสนจินดา, 2555)

ชุดโอกาสพิเศษส่วนมากจะมีความยาว และปกปิดร่างกาย ซึ่งผู้สวมใส่จะรู้สึกร้อน อบอ้าว และไม่สบายตัว และที่สำคัญประเทศไทย เป็นประเทศที่มีอากาศร้อน จึงทำให้ผู้ที่สวมใส่ชุดโอกาสพิเศษอาจมีเหงื่อออก และเสียความมั่นใจได้ แนวคิดการพัฒนาการตกแต่งสารให้ความเย็นบนชุดโอกาสพิเศษ เพื่อให้ผู้ที่สวมใส่มีความเย็น และสบายมากขึ้น โดยผู้วิจัยจะนำสารให้ความเย็นมาเคลือบบนผืนผ้า แล้วนำมาตกแต่งภายในชุดโอกาสพิเศษในจุดหรือบริเวณที่มีเหงื่อออกเยอะ เพื่อเสริมสร้างความมั่นใจให้ผู้สวมใส่ชุดโอกาสพิเศษมากขึ้น โดยสารให้ความเย็นนั้นมีขึ้นตั้งแต่ปลายทศวรรษที่ 1880 โดยมีการผลิตเมนทอลจากน้ำมันเปปเปอร์มินต์ของญี่ปุ่น การเพาะปลูกสระแหในญี่ปุ่นก่อนคริสต์ศักราชดูเหมือนจะเกิดขึ้นก่อนประเทศอื่นๆ และเมนทอลขึ้นชื่อว่ามีการใช้ในทางการแพทย์มาเกือบนานแล้ว (Leffingwell, J. C., 2009)

จากข้อมูลข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจการวิจัยการตกแต่งสารให้ความเย็นบนผืนผ้าสำหรับการลดอุณหภูมิชุดโอกาสพิเศษจากเสื้อผ้าเหลือใช้ เพื่อต้องการความรู้ของการเคลือบสารให้ความเย็นบนผืนผ้า เป็นประโยชน์ต่อการนำไปประยุกต์ใช้ในด้านวิชาการ ได้พัฒนาและสานต่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์ ด้วยกระบวนการ Upcycling เพื่อให้หน่วยงานต่าง ๆ หรือชุมชนได้นำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ และทำให้สามารถนำความรู้การเคลือบสารให้ความเย็นบนผืนผ้า และการ Upcycling ชุดโอกาสพิเศษในครั้งนี้ ไปประยุกต์ในกลุ่มชุมชนเพื่อให้เกิดการขับเคลื่อนการจัดความรู้ได้อย่างเหมาะสมต่อไป

1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.1.1 เพื่อศึกษาสูตร และสภาวะที่เหมาะสม ของการตกแต่งสารให้ความเย็นบนผืนผ้า

1.2 การสำรวจเอกสารที่เกี่ยวข้อง

การตกแต่งสารให้ความเย็นบนผืนผ้าสำหรับการลดอุณหภูมิชุดโอกาสพิเศษจากเสื้อผ้าเหลือใช้ มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาสูตร และสภาวะที่เหมาะสม ของการตกแต่งสารให้ความเย็นบนผืนผ้า เพื่อนำไปพัฒนา ออกแบบ และวางแผนการตกแต่งชุดโอกาสพิเศษจากเสื้อผ้าเหลือใช้เพื่อลดอุณหภูมิแก่ผู้สวมใส่ ในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) ได้ศึกษาแนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องดังนี้

1.2.1 กระบวนการเปลี่ยนแปลงสภาพวัสดุที่ไม่ใช้แล้วเป็นวัสดุใหม่

1.2.1.1 การเปลี่ยนแปลงสภาพวัสดุที่ไม่ใช้แล้วเป็นวัสดุใหม่ (Upcycling) [1]

“Upcycling” เป็นคำที่แวดวงการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม กล่าวถึงกันเสมอ ๆ โดยคำนี้ปรากฏครั้งแรกในหนังสือ Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things เขียนโดย William McDonough ซึ่งในตอนแรกเริ่มนั้น ยังไม่ได้เป็นคำที่ได้รับการกล่าวถึงมากนัก โดยเฉพาะด้านการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม แต่ปัจจุบันนี้ Upcycling ได้รับการกล่าวถึงในแทบทุกแวดวงไม่จำกัดเฉพาะด้านสิ่งแวดล้อมเท่านั้น ซึ่งคำว่า Upcycling หมายถึง กระบวนการในการแปลงสภาพของวัสดุ หรือสิ่งที่ไม่ได้ใช้ประโยชน์อีกแล้วเพื่อเปลี่ยนให้เป็นวัสดุใหม่ หรือผลิตภัณฑ์ใหม่ที่มีคุณภาพดีกว่าเดิม หรือกลายเป็นสิ่งใหม่ที่มีคุณค่าด้านการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมที่สูงมากขึ้นกว่าเดิม

1.2.2 การทดสอบการวัดอุณหภูมิของสารให้ความเย็นบนพื้นผิวและสารให้ความเย็น

1.2.2.1 การทดสอบการวัดอุณหภูมิของสารให้ความเย็นบนพื้นผิว

เครื่องตรวจวัดอุณหภูมิ และความร้อน (Simple Handled Thermal Imager) งานวิจัยนี้ออกแบบมาใช้งานในห้องแล็บ และห้องที่ต้องควบคุมอุณหภูมิต่างๆและเพื่อนำไปศึกษาและพัฒนาาระบบตรวจวัดอุณหภูมิของระบบเซนเซอร์ (Sensor) เพื่อนำมาวัดค่าของอุณหภูมิให้แม่นยำ และจัดบันทึกเพื่อสรุปผลของค่าอุณหภูมิของวิจัยนี้ (นิรวิทย์ สุวพัฒน์ และคณะ, 2564)

1.2.2.2 สารให้ความเย็น

การใช้สารทำความเย็น ในการเตรียมยาและเครื่องสำอางนั้นมีขึ้นตั้งแต่ปลายทศวรรษที่ 1880 โดยมีการผลิตเมนทอลจากน้ำมันเปปเปอร์มินต์ของญี่ปุ่น การเพาะปลูกสะระแหน่ในญี่ปุ่นก่อนคริสต์ศักราชดูเหมือนจะเกิดขึ้นก่อนประเทศอื่นๆ และเมนทอลขึ้นชื่อว่ามีใช้ในทางการแพทย์มาเกือบนานแล้ว และในโลกตะวันตก ปี ค.ศ. 1770 นักพฤกษศาสตร์ชาวดัชต์ได้แยกเมนทอลจากน้ำมัน (Mentha Piperita) เป็นครั้งแรกในเมืองอุเทรคต์ก่อนที่จะมีจำหน่ายเมนทอล การใช้เมนทอลและสารทำความเย็นประเภทใหม่ที่ถูกค้นพบตั้งแต่ปี 1970 นอกจากนี้เรายังกล่าวถึงประสิทธิภาพของสารทำความเย็นในการไล่แมลงอีกด้วย (Leffingwell, J. C.,2009)

วัสดุระบายความร้อนด้วยรังสีในเวลากลางวันแบบพาสซีฟ (PDRC) ได้รับความสนใจเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากมีศักยภาพในการประหยัดพลังงาน และมีความเป็นไปได้ที่จะตอบสนองความต้องการของเสื้อผ้าอัจฉริยะ ในงานนี้ได้ประดิษฐ์ผ้าฝ้ายอเนกประสงค์สำหรับการทำความเย็นกลางแจ้งแบบแผ่รังสีโดยใช้อนุภาคอะลูมิเนียมฟอสเฟตแบบคัดเลือกสเปกตรัม ผ้าได้รับการปรับเปลี่ยนเพิ่มเติมให้เป็นซูเปอร์ไฮโดรโฟบิกโดยการใช้น้ำโพลีไดเมทิลซิลอกเซน (PDMS) โดยมีมุมสัมผัสน้ำ (WCA) อยู่ที่ $151.9 \pm 0.9^\circ$ และมุมเลื่อนที่ $1.3 \pm 0.3^\circ$ ด้วยการสะท้อนแสงแดด (การสะท้อนแสงใกล้เคียง 90%) และแผ่ความร้อนไปยังอวกาศด้านนอก (การแผ่รังสีประมาณ 0.92) ของสารเคลือบ ผ้าฝ้ายชนิดนี้จึงมีอุณหภูมิลดลงเฉลี่ยถึง 5.4°C เมื่อเปรียบเทียบกับผ้าฝ้ายเปลือย และทำให้ร่างกายมนุษย์สามารถหลีกเลี่ยงความร้อนสูงเกิน $1.0^\circ\text{C} \sim 4.4^\circ\text{C}$ ภายใต้แสงแดดโดยตรง (ZHONG, Shenjie, et al, 2021)

2. วิธีการทดลองหรือวิธีการศึกษา

2.1 วัสดุและสารเคมี

2.1.1 เทปกาวสองหน้า

2.1.2 ฝืนผ้า (ผ้าฝ้าย 100%)

2.1.3 เมทิล ไดโซโพรพิล โพรไพโอเนอไมด์ (Methyl Diisopropyl Propionamide)

จาก บริษัท จันท์เจ้า ลองจีวิตี้ จำกัด

2.1.4 ดับบิลเอส เทล คูลิ่ง เอเจนท์ (เอพีเอ็มเอ โพรพิลิกซ์เอทรีวัน) (WS-12 Cooling Agent (FEMA 4681)) จาก

บริษัท จันท์เจ้า ลองจีวิตี้ จำกัด

2.1.5 เมนทิล แลคเตต (Menthyl Lactate) จาก บริษัท จันท์เจ้า ลองจีวิตี้ จำกัด

2.1.6 เมนโทน กลีเซอริน อะซีทัล (Menthone Glycerin Acetal) จาก บริษัท จันท์เจ้า ลองจีวิตี้ จำกัด

2.1.7 ไชผึ้ง (Beeswax) จาก บริษัท จันท์เจ้า ลองจีวิตี้ จำกัด

2.1.8 เครซิน แวกซ์ (Ceresin Wax) จาก บริษัท จันท์เจ้า ลองจีวิตี้ จำกัด

2.1.9 โพลีเอททิลีน แวกซ์ (Polyethylene Wax) จาก บริษัท จันท์เจ้า ลองจีวิตี้ จำกัด

2.1.10 พีอีจี โพรตี สเตเรียเรท (PEG-40 Stearate) จาก บริษัท จันท์เจ้า ลองจีวิตี้ จำกัด

2.1.11 น้ำมันโจโบบา (Jjoba Oil) จาก บริษัท จันท์เจ้า ลองจีวิตี้ จำกัด

2.1.12 น้ำหอม (Parfum) จาก บริษัท จันท์เจ้า ลองจีวิตี้ จำกัด

2.2 อุปกรณ์และเครื่องมือ

2.2.1 จักรเย็บผ้า ยี่ห้อ Brather รุ่น NV – 180D

2.2.2 เครื่องเป่าความร้อน ยี่ห้อ IWACHI รุ่น GY-6688

2.2.3 เครื่องชั่งน้ำหนักสี่ตำแหน่ง ยี่ห้อ OHAUS รุ่น PIONEER

2.2.4 เตาให้ความร้อน ยี่ห้อ IKA รุ่น C-MAG HS 7

2.2.5 เครื่องวัดอุณหภูมิ ยี่ห้อ Plaza รุ่น MLX90640ESF-BAB

2.2.6 Thermocouple Penetration Probe ยี่ห้อ Hanna Instrument รุ่น HI766PC

2.2.7 Hot Air Oven ยี่ห้อ Memmert รุ่น INS-0201

2.3 วิธีการทดลอง

2.3.1 การศึกษาสูตร และสภาวะที่เหมาะสมของการตกแต่งสารให้ความเย็นบนพื้นผ้า

2.3.1.1 การผสมสารให้ความเย็น มีขั้นตอนดังนี้

1) เตรียมสารให้ความเย็นจำนวน 4 ชนิด แต่ละชนิดแบ่งน้ำหนักเป็น 3 ระดับ ได้แก่ 2.50 5.00 และ 10.00 กรัม เพื่อศึกษาความแตกต่างของการลดความร้อน ได้แก่

(1) เมทิล ไดโซโพรพิล โพรไพโอเนอไมด์ (Methyl Diisopropyl Propionamide)

(2) ดับบิลเอส ทเวล คูลลิง เอเจนท์ (เอพีเอ็มเอ โพรซิกซ์เอทอร์วัน) (WS-12 Cooling Agent (FEMA 4681))

(3) เมนทิล แลคเตต (Menthyl Lactate)

(4) เมนโทน กลีเซอริน อะซิทัล (Menthone Glycerin Acetal)

2) เตรียมซังสารและอุปกรณ์ให้พร้อม

3) นำสารให้ความเย็น (Cooling Agent) มาละลายใน Beaker โดยผสมกับ Oil ให้เข้ากัน จากนั้นนำส่วนผสมกันแล้ว มาเทลงใน Wax แล้วใส่ Emulsifier แล้วผสมให้เข้ากัน และเติม Perfume ในขั้นตอนสุดท้าย ผสมให้เป็นเนื้อเดียวกัน

4) นำสารที่ผสมกันแล้ว มาใส่ในแม่แบบ (Mold) เพื่อขึ้นรูปเป็นก้อนผลิตภัณฑ์

2.3.1.2 การตกแต่งสารให้ความเย็น มีขั้นตอนดังนี้

1) นำผลิตภัณฑ์ให้ความเย็นที่สำเร็จแล้วมาถู แล้วเกลี่ยลงบนพื้นผ้าขนาดกว้าง 8 เซนติเมตร ยาว 8 เซนติเมตร ให้ทั่วบริเวณพื้นผ้า โดยเกลี่ยปริมาณผลิตภัณฑ์สารให้ความเย็นให้เท่ากัน โดยชั่งน้ำหนักของผ้าก่อน และหลังถูผลิตภัณฑ์สารให้ความเย็น

2) นำเครื่องเป่าความร้อน เป่าลงบนผ้าที่เคลือบสารให้ความเย็นเวลา 1 นาที เพื่อให้สารเคลือบบนเนื้อผ้า

2.3.2 การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมของสารให้ความเย็น

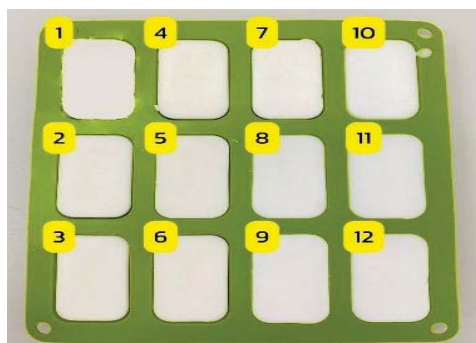
2.3.2.1 เตรียมผ้าที่ตกแต่งสารให้ความเย็นแต่ละชนิด

2.3.2.2 นำเครื่องวัดอุณหภูมิมาวัดพื้นผ้าที่เคลือบสารไว้แต่ละชนิด โดยหลังจากการนำผ้าเข้าตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส และที่สภาวะอุณหภูมิห้องทดสอบที่อุณหภูมิ 24 องศาเซลเซียส เป็นอุณหภูมิห้องเดิมก่อน และหลังเข้าตู้อบลมร้อน

2.3.2.3 เลือกพื้นผ้าที่มีการลดของอุณหภูมิสูงสุด เพื่อใช้เป็นสารมาตรฐานในการนำไปใช้ในการเป็นสารตกแต่งให้ความเย็น และประยุกต์ใช้ในชุดโอกาสพิเศษต่อไป

3. ผลการทดลองและวิจารณ์ผล หรือผลการศึกษาและอภิปรายผล

จากผลการพัฒนาสูตรของผลิตภัณฑ์ให้ความเย็น ทั้งหมด 12 สูตร ได้แก่ (1) เมทิล ไดโซโพรพิล โพรไพโอเนอไมด์ (2) ดับบิลเอส ทเวล คูลลิง เอเจนท์ (เอพีเอ็มเอ โพรซิกซ์เอทอร์วัน) (3) เมนทิล แลคเตต และ (4) เมนโทน กลีเซอริน อะซิทัล ที่ความเข้มข้นร้อยละ 2.50 ร้อยละ 5.00 และ ร้อยละ 10.00 โดยได้ผลิตภัณฑ์ในรูปแบบก้อนแก้ว ดังแสดงในรูปที่ 1



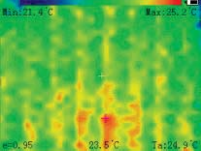
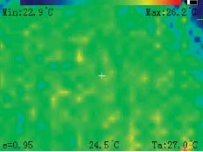
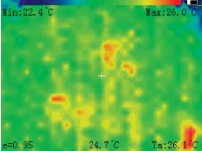
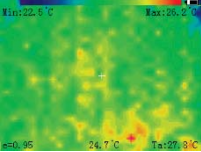
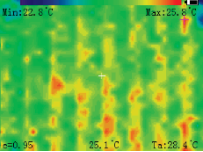
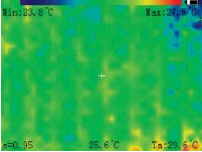
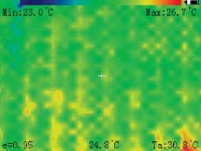
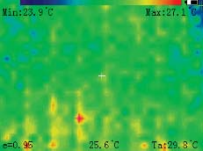
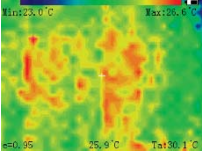
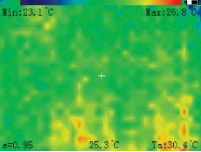
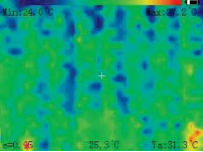
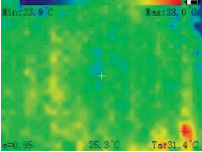
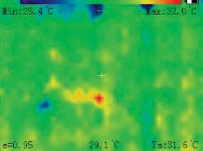
รูปที่ 1 ผลิตภัณฑ์สารให้ความเย็น 12 สูตร

จากภาพผลิตภัณฑ์สารให้ความเย็น 12 สูตร ได้แก่ (1) เมทิล ไดโซโพรพิล โพรไพโอเนอไมด์ ความเข้มข้นร้อยละ 2.50 (2) เมทิล ไดโซโพรพิล โพรไพโอเนอไมด์ ความเข้มข้นร้อยละ 5.00 (3) เมทิล ไดโซโพรพิล โพรไพโอเนอไมด์ ความเข้มข้นร้อยละ 10.00 (4) ดับบิลเอส ทเวล คูลลิง เอเจนท์ (เอพีเอ็มเอ โพรซิกซ์เอทอร์วัน) ความเข้มข้นร้อยละ 2.50 (5) ดับบิลเอส ทเวล คูลลิง เอเจนท์

(เอฟอีเอ็มเอ โพรซิกซ์เอเทอร์วัน) ความชื้นชั้นร้อยละ 5.00 (6) ดับเบิลเอส ทเวล คูลลิง เอเจนท์ (เอฟอีเอ็มเอ โพรซิกซ์เอเทอร์วัน) ความชื้นชั้นร้อยละ 10.00 (7) เมนทิล แลคเตต ความชื้นชั้นร้อยละ 2.50 (8) เมนทิล แลคเตต ความชื้นชั้นร้อยละ 5.00 (9) เมนทิล แลคเตต ความชื้นชั้นร้อยละ 10.00 (10) เมนโทน กลีเซอริน อะซิทิล ความชื้นชั้นร้อยละ 2.50 (11) เมนโทน กลีเซอริน อะซิทิล ความชื้นชั้นร้อยละ 5.00 และ (12) เมนโทน กลีเซอริน อะซิทิล ความชื้นชั้นร้อยละ 10.00

จากการศึกษาการทดสอบการวัดอุณหภูมิของสารให้ความเย็นบนพื้นผิว สำหรับการลดอุณหภูมิชุดโอกาสพิเศษ จากเสื้อผ้าเหลือใช้ โดยการนำผ้าเคลือบสารให้ความเย็น จำนวน 4 ชนิด ได้แก่ (1) เมทิล ไดโซโพรพิล โพรไพโอนาไมด์ (2) ดับเบิลเอส ทเวล คูลลิง เอเจนท์ (เอฟอีเอ็มเอ โพรซิกซ์เอเทอร์วัน) (3) เมนทิล แลคเตต และ (4) เมนโทน กลีเซอริน อะซิทิล สารแต่ละชนิด จำแนกความเข้มข้นของสารให้ความเย็นเป็น 3 ความเข้มข้น ได้แก่ ร้อยละ 2.50 ร้อยละ 5.00 และ ร้อยละ 10.00 และ การทดสอบการวัดอุณหภูมิ โดยควบคุมอุณหภูมิตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส โดยสีที่แสดงผลของอุณหภูมิแต่ละภาพ เรียงลำดับความร้อน ดังนี้ สีแดง คือ ร้อนมากที่สุด สีส้ม คือ ร้อนมาก สีเหลือง คือ ร้อน เรียงลำดับความเย็น ดังนี้ สีน้ำเงิน คือ เย็นมากที่สุด สีคราม คือ เย็นมาก สีฟ้า คือ เย็น และสีเขียว คือ พื้นหลัง ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบการวัดอุณหภูมิของสารให้ความเย็น 12 สูตร บนพื้นผิว อุณหภูมิตู้อบลมร้อนที่ 35 องศาเซลเซียส

ชื่อสารให้ความเย็น	ไม่มีสารให้ความเย็น	ความเข้มข้น ร้อยละ 2.50	ความเข้มข้น ร้อยละ 5.00	ความเข้มข้น ร้อยละ 10.00
เมทิล ไดโซโพรพิล โพรไพโอนาไมด์	-	อุณหภูมิ 23.5 องศาเซลเซียส 	อุณหภูมิ 24.5 องศาเซลเซียส 	อุณหภูมิ 24.7 องศาเซลเซียส 
ดับเบิลเอส ทเวล คูลลิง เอเจนท์ (เอฟอีเอ็มเอ โพรซิกซ์เอเทอร์วัน)	-	อุณหภูมิ 24.7 องศาเซลเซียส 	อุณหภูมิ 25.1 องศาเซลเซียส 	อุณหภูมิ 25.6 องศาเซลเซียส 
เมนทิล แลคเตต	-	อุณหภูมิ 24.8 องศาเซลเซียส 	อุณหภูมิ 25.6 องศาเซลเซียส 	อุณหภูมิ 25.9 องศาเซลเซียส 
เมนโทน กลีเซอริน อะซิทิล	-	อุณหภูมิ 25.3 องศาเซลเซียส 	อุณหภูมิ 25.3 องศาเซลเซียส 	อุณหภูมิ 25.3 องศาเซลเซียส 
ควบคุม	อุณหภูมิ 29.1 องศาเซลเซียส 	-	-	-

จากตารางที่ 1 ผลการศึกษา พบว่า การควบคุมอุณหภูมิตู้อบลมร้อนที่ 35 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่ใกล้เคียงกับอุณหภูมิของมนุษย์ ทำให้สารให้ความเย็นบนพื้นผ้าออกฤทธิ์ในการลดอุณหภูมิได้ ผลลัพธ์ของค่าการวัดอุณหภูมิที่แสดงออกมานั้นเป็นค่าเฉลี่ยโดยรวมทั้งหมดที่จับภาพได้ โดยจะแสดงตัวเลขอุณหภูมิต่ำที่สุด และสูงที่สุด เป็นสาเหตุที่บางภาพอาจมีสีโทนเย็นมากกว่าสีโทนร้อน แต่อุณหภูมิเท่ากับภาพที่สีโทนร้อนแลดูมากกว่า โดยมีการวัดอุณหภูมิของสารเมทิล ไดโซโพรพิล โพรไพโอเนาไมด์ มีการลดของอุณหภูมิมบนพื้นผ้าที่สูงที่สุด คือ ความเข้มข้นที่ร้อยละ 2.50 วัดอุณหภูมิได้ 23.5 องศาเซลเซียส การลดของอุณหภูมิมบนพื้นผ้ารองลงมา คือ ความเข้มข้นที่ร้อยละ 5.00 วัดอุณหภูมิได้ 24.5 องศาเซลเซียส และการลดของอุณหภูมิมบนพื้นผ้าที่ต่ำที่สุด คือ ความเข้มข้นที่ร้อยละ 10.00 วัดอุณหภูมิได้ 24.7 องศาเซลเซียส สารดับเบิลเอส ทเวล คูลลิ่ง เอเจนท์ (เอพีเอ็มเอ โพรซิกซ์ เอเทอร์วัน) มีการลดของอุณหภูมิมบนพื้นผ้าที่สูงที่สุด คือ ความเข้มข้นที่ร้อยละ 2.50 วัดอุณหภูมิได้ 24.7 องศาเซลเซียส การลดของอุณหภูมิมบนพื้นผ้ารองลงมา คือ ความเข้มข้นที่ร้อยละ 5.00 วัดอุณหภูมิได้ 25.1 องศาเซลเซียส และการลดของอุณหภูมิมบนพื้นผ้าที่ต่ำที่สุด คือ ความเข้มข้นที่ร้อยละ 10.00 วัดอุณหภูมิได้ 25.6 องศาเซลเซียส สารเมนทิล แลคเตต มีการลดของอุณหภูมิมบนพื้นผ้าที่สูงที่สุด คือ ความเข้มข้นที่ร้อยละ 2.50 วัดอุณหภูมิได้ 24.8 องศาเซลเซียส การลดของอุณหภูมิมบนพื้นผ้ารองลงมา คือ ความเข้มข้นที่ร้อยละ 5.00 วัดอุณหภูมิได้ 25.6 องศาเซลเซียส และการลดของอุณหภูมิมบนพื้นผ้าที่ต่ำที่สุด คือ ความเข้มข้นที่ร้อยละ 10.00 วัดอุณหภูมิได้ 25.9 องศาเซลเซียส สารเมนโทล กลีเซอริน อะซิทิล มีการลดของอุณหภูมิมบนพื้นผ้าทั้ง 3 ความเข้มข้น คือ ความเข้มข้นที่ร้อยละ 2.50 5.00 และ 10.00 วัดอุณหภูมิได้ 25.3 องศาเซลเซียส และ Blank หรือพื้นผ้าที่ไม่ใส่สารให้ความเย็น วัดอุณหภูมิได้ 29.1 องศาเซลเซียส โดยสารให้ความเย็นที่มีการลดอุณหภูมิได้สูงที่สุด คือ เมทิล ไดโซโพรพิล โพรไพโอเนาไมด์ ที่ความเข้มข้นร้อยละ 2.50

จากข้อมูลของตารางที่ 1 แสดงให้เห็นว่าความเข้มข้นของสารให้ความเย็นที่มากขึ้น เป็นสาเหตุทำให้อุณหภูมิลดน้อยลงกว่าสารให้ความเย็นที่ความเข้มข้นน้อยที่สุด เพราะสารให้ความเย็นมีความสามารถในการลดอุณหภูมิที่จำกัด กล่าวคือหากใช้ความเข้มข้นที่มากกว่า ก็ไม่ช่วยให้ลดอุณหภูมิไปมากกว่าความเข้มข้นที่กำหนดน้อยที่สุด สารให้ความเย็นบนพื้นผ้าเป็นสารที่ไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เนื่องจากใช้สารที่มาจากธรรมชาติ และสารให้ความเย็นทั้ง 4 ชนิดเป็นสารเกรดเครื่องสำอาง ทำให้สามารถใช้สัมผัสกับผิวหนังได้ (Bährle-Rapp, M., & Bährle-Rapp, M., 2007).

4. สรุป

จากการศึกษาการทดสอบการวัดอุณหภูมิของสารให้ความเย็นบนพื้นผ้า สำหรับการลดความร้อนชุดโอบาสพิเศษจากเสื้อผ้าใช้แล้ว โดยการนำพื้นผ้าเคลือบสารให้ความเย็น จำนวน 4 ชนิด ได้แก่ (1) เมทิล ไดโซโพรพิล โพรไพโอเนาไมด์ (2) ดับเบิลเอส ทเวล คูลลิ่ง เอเจนท์ (เอพีเอ็มเอ โพรซิกซ์เอเทอร์วัน) (3) เมนทิล แลคเตต และ (4) เมนโทล กลีเซอริน อะซิทิล สารแต่ละชนิด จำแนกความเข้มข้นของสารให้ความเย็นเป็น 3 ความเข้มข้น ได้แก่ ร้อยละ 2.50 ร้อยละ 5.00 และ ร้อยละ 10.00 และ การทดสอบการวัดอุณหภูมิ โดยควบคุมอุณหภูมิตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส พบว่า สารทุกชนิดสามารถลดอุณหภูมิลงได้ เมื่อเปรียบเทียบกับตัวควบคุมที่ไม่ใส่สารให้ความเย็น ทำให้มั่นใจได้ว่าสารให้ความเย็นมีผลให้เกิดการลดของอุณหภูมิ เพราะว่าผลิตภัณฑ์ของตัวควบคุม และที่มีสารให้ความเย็น มีการใช้ส่วนผสมอื่น ๆ ที่เหมือนกัน ปริมาณเท่ากัน ต่างกันแค่ตัวควบคุมไม่ใส่สารให้ความเย็น และสารให้ความเย็นที่สามารถลดอุณหภูมิมบนพื้นผ้าได้สูงที่สุด คือ สารเมทิล ไดโซโพรพิล โพรไพโอเนาไมด์ ที่ความเข้มข้นร้อยละ 2.50 อีกทั้งต้นทุนของสารเมทิล ไดโซโพรพิล โพรไพโอเนาไมด์ มีราคาที่ถูกกว่าสารอีก 3 ชนิด จึงเหมาะกับการนำไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ผ้าลดอุณหภูมิ เพื่อความคุ้มค่าในต้นทุนการพัฒนา และคุณภาพในการลดอุณหภูมิ

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ ห้องปฏิบัติการ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ที่ให้อุปกรณ์และเครื่องมือสำหรับการทดลอง และทดสอบต่าง ๆ ของงานวิจัยนี้

6. เอกสารอ้างอิง

จักรสิน น้อยไร่ภูมิ และสิงห์ อินทรชูโต. 2560. “กระบวนการพัฒนานวัตกรรมวัสดุอัฟไซเคิลในประเทศไทย,” *วารสาร*

เกษตรศาสตร์, ปีที่ 14, ฉบับที่ 1, นน. 47-60, กันยายน-ตุลาคม.

ณฐา อาสนจินดา. 2565 พฤติกรรมการซื้อชุดราตรีของผู้หญิงวัยทำงานในอำเภอเมืองเชียงใหม่ (ออนไลน์), สืบค้นได้จาก :

http://cmuir.cmui.ac.th/bitstream/6653943832/21296/4/mark30955na_ch1.pdf, (17 มิถุนายน 2565).

นิรวิทย์ สุวัฒน์ และคณะ. (2564). “เครื่องตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้น,” ใน การประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ

ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม ครั้งที่ 4, มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม, 192-197.

รัตนาวรรณ มั่งคั่ง และสิงห์ อินทรชูโต. 2558. ระบบรับรองและฉลากอัฟไซเคิลคาร์บอนฟุตพริ้นท์ (ออนไลน์), สืบค้นได้จาก :

<https://datacenter.deqp.go.th/service-portal/g-green/upcyclecarbonfootprint/manual-of-upcycle-carbon-footprint/>, (2 มิถุนายน 2565).

วรสุดา ขวัญสุวรรณ และสาทีณี วัฒนกิจ, 2564. “การสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับวัสดุเหลือทิ้งสู่ผลิตภัณฑ์ออกแบบตกแต่งและแฟชั่น: ชุมชนต้นแบบเทศบาลเมืองเขารูปช้าง,” วิทยานิพนธ์ปริญญา สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สถาปัตยกรรมภายใน คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย, สงขลา.

Leffingwell, J. C. (2009). 65 Cooling Ingredients and Their Mechanism of Action. *Cosmetic Science and Technology*, 661.

Zhong, S., Yi, L., Zhang, J., Xu, T., Xu, L., Zhang, X., ... & Cai, Y. (2021). Self-cleaning and spectrally selective coating on cotton fabric for passive daytime radiative cooling. *Chemical Engineering Journal*, 407, 127104.

Bährle-Rapp, M., & Bährle-Rapp, M. (2007). Methyl Diisopropyl Propionamide. *Springer Lexikon Kosmetik und Körperpflege*, 352-352.

การทำงานพร้อมกันเชิงภาพฉายของโครงข่ายประสาทเทียมพลวัตที่มีตัวหน่วงแปรผันตามเวลา โดยการควบคุมปรับค่าได้

Projective Synchronization of Dynamic Neural Networks with Time-Varying Delay by Adaptive Control

ฉันทพิชญ์ ซามาตย์ ณรงค์ศักดิ์ โยธา ภิระพงษ์พัฒน์ สิงห์คิบุตร วัชรินทร์ ชาติบุปผาพันธ์
สุนิสา เลื่อมใส ปิยนุช ปोंงกัน และ อนุชา กล้าน้อย

Chantapish Zamart, Narongsak Yotha, Peerapongpat Singkibud, Watcharin Chartbupapan,
Sunisa Luemsai, Piyanuch Pongkan and Anucha Klamnoi

สาขาคณิตศาสตร์และสถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์และศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน นครราชสีมา 30000
Department of Applied Mathematics and Statistics, Rajamangala University of Technology Isan, Nakhon Ratchasima 30000
e-mail: narongsak.yo@rmuti.ac.th

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์หลักของบทความนี้คือการตรวจสอบปัญหาการทำงานพร้อมกันเชิงภาพฉายในโครงข่ายประสาทพลวัตที่มีตัวหน่วงแปรผันตามเวลา โดยใช้ตัวควบคุมแบบปรับค่าได้เพื่อรับรองการทำงานพร้อมกันเชิงภาพฉายของระบบ ด้วยการใช้องค์ประกอบไลบรารีของฟังก์ชันการปรับค่าและทฤษฎีผลคูณครอเนคเกอร์ของเมทริกซ์ ทำให้ได้เงื่อนไขเพียงพอใหม่สำหรับการรับประกันความเสถียรภาพของการทำงานพร้อมกันเชิงภาพฉายของโครงข่ายประสาทที่มีตัวหน่วงแปรผันตามเวลาสุดท้าย ผลลัพธ์เชิงตัวเลขที่รับจากการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์และการเขียนโปรแกรมแสดงถึงประสิทธิผลของตัวควบคุมที่ได้นำเสนอมา

คำสำคัญ: การทำงานพร้อมกัน, โครงข่ายประสาทเทียม, การควบคุมปรับค่าได้, ตัวหน่วงแปรผันตามเวลา

Abstract

The main objective of this paper is to investigate projective synchronization in dynamic neural networks with time-varying delay, utilizing the adaptive control method to ensure projective synchronization. By using an improved Lyapunov-Krasovskii functional and the theory of Kronecker product of matrices, novel sufficient conditions for ensuring the stability of projective synchronization in neural networks with time-varying delay are derived. Finally, numerical results obtained through mathematical modeling and programming substantiate the effectiveness of the proposed control approach.

Keywords: synchronization, neural networks, adaptive control, time-varying delays

1. Introduction

There is a growing interest in researching dynamical network properties due to their potential applications across various domains, including image processing, solving specific optimization problems, and detecting the speed of moving objects. The complex dynamics of neural networks are of particular interest, and these phenomena can be effectively modeled by various complex network structures, such as gene networks, neural networks, and power grids (Bergman & Siegal, 2003; Park & Kwon, 2008; Strogatz, 2001). One dynamic behavior that has garnered significant attention is the synchronization of neural networks, which remains a prominent research area. Researchers have explored various forms of synchronization, including lag synchronization, projective synchronization, and functional projective synchronization of neural networks (Chen & Cao, 2012; Chen & Li, 2007; Mainieri & Rehacek, 1999; Zhu, He & Zhou, 2011). Projective synchronization can facilitate the expansion of binary digital to M-nary digital communication, enabling rapid and secure communication in numerous applications. Consequently, research on projective synchronization holds significant theoretical and practical value. Many previous studies have primarily focused on projective

synchronization of neural networks, both with and without delays (Li, 2006; Liu, Chen & Lu, 2003; Xin, Chen & Liu, 2011; Xu, 2001; Zhang & Xu, 2010).

This paper aims to investigate projective synchronization for dynamical neural networks with time-varying delays and proposes a designed controller to ensure the projective synchronization of the neural networks. This approach combines an improved Lyapunov-Krasovskii functional with an adaptive control method and a technique for handling integral terms. It considers a neural network composed of identical coupled nodes, with each node representing an n -dimensional dynamical system.

$$\begin{cases} \dot{y}_i(t) = -Cy_i(t) + Af(y_i(t)) + Bf(y_i(t - \tau(t))) + \rho_1 \sum_{j=1}^N G_{ij}^1 \Gamma_1 y_j(t) + \rho_2 \sum_{j=1}^N G_{ij}^2 \Gamma_2 f(y_j(t)) \\ + \rho_3 \sum_{j=1}^N G_{ij}^3 \Gamma_3 y_j(t - \tau(t)) + \rho_4 \sum_{j=1}^N G_{ij}^4 \Gamma_4 f(y_j(t - \tau(t))) + u_i(t), \quad i = 1, 2, \dots, N, \end{cases} \quad (1)$$

where $y_i(t) = (y_{i1}(t), \dots, y_{in}(t))^T \in R^n$ is the state vector of i^{th} node. $C = \text{diag}(c_1, \dots, c_n) > 0$ is a diagonal matrix, A and B are connection weight matrices, $\tau(t)$ is time-varying delay, and satisfy $0 \leq \tau(t) \leq \tau$, $0 \leq \dot{\tau}(t) \leq \mu$ where τ, μ are known real scalars, $\rho_i (i=1,2,3,4)$ are the strengths, $f(y_i(\cdot)) = [f_1(y_{i1}(\cdot)), \dots, f_n(y_{in}(\cdot))]^T$ denotes the activation functions with $f(0) = 0$, $u_i(t) \in R^m$ are the control input of the node i , $\Gamma_i \in R^{n \times n} (i=1,2,3,4)$ are constant inner-coupling matrices and its assumed that $\Gamma_i (i=1,2,3,4)$ are positive definite matrix, $G^r = (G_{ij}^r)_{N \times N} (r = 1,2,3,4)$ denotes the outer-coupling matrix and satisfy

$$G_{ij}^r \geq 0; \quad i \neq j; \quad r = 1, 2, 3, 4; \quad G_{ii}^r = - \sum_{j=1, j \neq i}^N G_{ij}^r; \quad i, j = 1, 2, \dots, N. \quad (2)$$

We refer to neural network (1) as the drive system. Next, we make the neural network which has the same connection topologies as the response system:

$$\begin{cases} \dot{z}_i(t) = -Cz_i(t) + Af(z_i(t)) + Bf(z_i(t - \tau(t))) + \rho_1 \sum_{j=1}^N G_{ij}^1 \Gamma_1 z_j(t) + \rho_2 \sum_{j=1}^N G_{ij}^2 \Gamma_2 f(z_j(t)) \\ + \rho_3 \sum_{j=1}^N G_{ij}^3 \Gamma_3 z_j(t - \tau(t)) + \rho_4 \sum_{j=1}^N G_{ij}^4 \Gamma_4 f(z_j(t - \tau(t))), \quad i = 1, 2, \dots, N, \end{cases} \quad (3)$$

where $z(t) = (z_1(t), z_2(t), \dots, z_n(t))^T \in R^n$ is the response state vector of the i^{th} neuron at time t .

Assumption 1. Suppose there exist two positive constants $F_i > 0 (i=1,2)$ such that:

$$\begin{aligned} \|f(y(t)) - f(\alpha(t)z(t))\| &\leq F_1 \|y(t) - \alpha(t)z(t)\|, \\ \|f(y(t - \tau(t))) - f(\alpha(t)z(t - \tau(t)))\| &\leq F_2 \|y(t - \tau(t)) - \alpha(t)z(t - \tau(t))\|. \end{aligned}$$

They hold for any distributed vectors $y(t), z(t)$, and the norm $\|\cdot\|$ of a vector is defined as $\|y\| = (y^T y)^{\frac{1}{2}}$.

Definition 1. The system (1) is said to achieve function projective synchronization if there exists a continuously differentiable scaling function $\alpha(t)$ such that

$$\lim_{x \rightarrow \infty} \|x_i(t)\| = \lim_{x \rightarrow \infty} \|y_i(t) - \alpha(t)z_i(t)\|, \quad i = 1, 2, \dots, N,$$

where $\|\cdot\|$ stands for the Euclidean vector norm.

Lemma 2. For any constant symmetric matrix $T \in R^{m \times m}$, $T = T^T > 0$, $\rho > 0$, vector function $v: [0, \rho] \rightarrow R^m$ such that the integrations concerned are well defined, then

$$\left(\int_0^\rho v^T(s) ds \right)^T T \left(\int_0^\rho v(s) ds \right) \leq \rho \int_0^\rho v^T(s) T v(s) ds.$$

Lemma 3. For any symmetric positive definite matrix $T \in M^{n \times n}$ and $a, b \in R^n$ we have

$$\pm 2a^T b \leq a^T T a + b^T T^{-1} b.$$

Lemma 4. [3]: Assume that A and B are the $N \times N$ Hermitian matrices. Suppose that $\alpha_1 \geq \alpha_2 \geq \dots \geq \alpha_N$, $\beta_1 \geq \beta_2 \geq \dots \geq \beta_N$ and $\gamma_1 \geq \gamma_2 \geq \dots \geq \gamma_N$ are eigenvalues of matrices A , B and $A+B$, respectively. Then one has $\alpha_i + \beta_N \leq \gamma_i \leq \alpha_i + \beta_1$, $i=1, 2, \dots, N$.

Lemma 5. [3]: If $A = (a_{ij})_{N \times N}$ is irreducible and satisfies $a_{ij} = a_{ji} \geq 0$, $i \neq j$, $a_{ij} = -\sum_{j=1, i \neq j}^N a_{ij}$, $i, j=1, 2, \dots, N$. Then, for any constant $\xi > 0$, all eigenvalues of the matrix $A - \Xi$ are negative definite, where $\Xi = \text{diag}(\xi, 0, \dots, 0)$.

Lemma 6. [3]: For a symmetric matrix $\Omega \in R^{N \times N}$ and a diagonal matrix $\Delta = \text{diag}(\delta_1, \dots, \delta_l, 0, \dots, 0)$ with

$\delta_i > 0$, $i=1, 2, \dots, l$, ($1 \leq l < N$), let $\Omega - \Delta \begin{bmatrix} A - \mathcal{X} & B \\ B^T & \Omega_l \end{bmatrix}$, where Ω_l is the minor matrix of Ω by removing its first l row-column pairs A and B are matrices with appropriate dimensions, $\mathcal{X} = \text{diag}(\delta_1, \dots, \delta_l)$. If $\delta_i > \lambda_{\max}(A - B\Omega_l^{-1}B^T)$, $i=1, \dots, l$, $\Omega - \Delta < 0$ is equivalent to $\Omega_l < 0$.

2. Results

In this section, we will have the following projective synchronization criteria. Let $x_i(t) = y_i(t) - \alpha(t)z_i(t)$, $i = 1, \dots, N$. then, we have:

$$\begin{aligned} \dot{x}_i(t) &= \dot{y}_i(t) - \dot{\alpha}(t)z_i(t) - \alpha(t)\dot{z}_i(t) \\ &= -Ax_i(t) + A[f(y_i(t)) - \alpha(t)f(z_i(t))] + B[f(y_i(t - \tau(t))) - \alpha(t)f(z_i(t - \tau(t)))] + \rho_1 \sum_{j=1}^N G_{ij}^1 \Gamma_1 x_j(t) \\ &\quad + \rho_2 \sum_{j=1}^N G_{ij}^2 \Gamma_2 [f(y_j(t)) - \alpha(t)f(z_j(t))] + \rho_3 \sum_{j=1}^N G_{ij}^3 \Gamma_3 x_j(t - \tau(t)) \\ &\quad + \rho_4 \sum_{j=1}^N G_{ij}^4 \Gamma_4 [f(y_j(t - \tau(t))) - \alpha(t)f(z_j(t - \tau(t)))] - \dot{\alpha}(t)z_i(t) + u_i(t). \end{aligned} \quad (4)$$

The initial condition is given as $x_i(\theta) = \phi_i(\theta)$, $-\tau \leq \theta \leq 0$, $\phi_i(\theta) \in C([-\tau, 0], R^n)$, $i=1, 2, \dots, N$. For the control input is designed as

$$u_i(t) = \begin{cases} \alpha(t)z_i(t) + A[\alpha(t)f(z_i(t)) - f(\alpha(t)z_i(t))] + B[\alpha(t)f(z_i(t-\tau(t))) - f(\alpha(t)z_i(t-\tau(t)))] \\ + \rho_2 \sum_{j=1}^N G_{ij}^2 \Gamma_2 [f(y_j(t)) - \alpha(t)f(z_j(t))] + \rho_4 \sum_{j=1}^N G_{ij}^4 \Gamma_4 [f(y_j(t-\tau(t))) - \alpha(t)f(z_j(t-\tau(t)))] \\ - \rho_1 \delta_{1i}(t) \Gamma_1 x_i(t) - \rho_2 \delta_{2i}(t) \Gamma_2 x_i(t-\tau(t)), & i = 1, 2, \dots, l, \\ \alpha(t)z_i(t) + A[\alpha(t)f(z_i(t)) - f(\alpha(t)z_i(t))] + B[\alpha(t)f(z_i(t-\tau(t))) - f(\alpha(t)z_i(t-\tau(t)))] \\ + \rho_2 \sum_{j=1}^N G_{ij}^2 \Gamma_2 [f(y_j(t)) - \alpha(t)f(z_j(t))] + \rho_4 \sum_{j=1}^N G_{ij}^4 \Gamma_4 [f(y_j(t-\tau(t))) - \alpha(t)f(z_j(t-\tau(t)))] \\ & i = l+1, l+2, \dots, N, \end{cases} \quad (5)$$

and the updating laws are

$$\delta_{1i}^*(t) = \gamma_{1i} x_i^T(t) \Gamma_1 x_i(t), \quad \delta_{2i}^*(t) = \gamma_{2i} x_i^T(t) \Gamma_2 x_i(t-\tau(t)), \quad (6)$$

where γ_{1i} and γ_{2i} are positive constants and $z_i(t)$ is a solution of an isolated node. Then model (4) can be rewritten as

$$\dot{x}_i(t) = \begin{cases} -Cx_i(t) + A\eta(x_i(t)) + B\eta(x_i(t-\tau(t))) + \rho_1 \sum_{j=1}^N G_{ij}^1 \Gamma_1 x_j(t) + \rho_2 \sum_{j=1}^N G_{ij}^2 \Gamma_2 \eta(x_j(t)) \\ + \rho_3 \sum_{j=1}^N G_{ij}^3 \Gamma_3 x_j(t-\tau(t)) + \rho_4 \sum_{j=1}^N G_{ij}^4 \Gamma_4 \eta(x_j(t-\tau(t))) \\ - \rho_1 \delta_{1i}(t) \Gamma_1 x_i(t) - \rho_2 \delta_{2i}(t) \Gamma_2 x_i(t-\tau(t)), & i = 1, 2, \dots, l, \\ -Cx_i(t) + A\eta(x_i(t)) + B\eta(x_i(t-\tau(t))) + \rho_1 \sum_{j=1}^N G_{ij}^1 \Gamma_1 x_j(t) + \rho_2 \sum_{j=1}^N G_{ij}^2 \Gamma_2 \eta(x_j(t)) \\ + \rho_3 \sum_{j=1}^N G_{ij}^3 \Gamma_3 x_j(t-\tau(t)) + \rho_4 \sum_{j=1}^N G_{ij}^4 \Gamma_4 \eta(x_j(t-\tau(t))), & i = l+1, l+2, \dots, N, \end{cases} \quad (7)$$

where $\delta_{1i}^*(t) = \gamma_{1i} x_i^T(t) \Gamma_1 x_i(t)$, $\delta_{2i}^*(t) = \gamma_{2i} x_i^T(t) \Gamma_2 x_i(t-\tau(t))$, $i = 1, 2, \dots, l$,
 $\eta(x_i(t)) = f(y_i(t)) - f(\alpha(t)z_i(t))$, $\eta(x_i(t-\tau(t))) = f(y_i(t-\tau(t))) - f(\alpha(t)z_i(t-\tau(t)))$.

Theorem 1. Under Assumptions 1 and $\alpha(t)$, the dynamical system (7) is projective synchronization by adaptive pinning control if there exist positive constants ε_i ($i = 1, 2, \dots, 6$), and by taking appropriate δ_{1i}^* ($i = 1, 2, \dots, l$), and $\bar{\delta}_2^*$ such that

$$-\frac{\bar{\Xi}_1}{\rho_1} > \lambda_{\max} (G^1 + (G^1)^T / 2), \quad (8)$$

$$\bar{\delta}_2^* - \frac{1}{\rho_2 \varepsilon_4} [\varepsilon_2 \lambda_{\max} (I_N \otimes F_2^T F_2) + \rho_2 \varepsilon_3 - \rho_2 \lambda_{\min} (I_N \otimes \Gamma_2)] > 0, \quad (9)$$

where

$$\left\{ \begin{aligned} \bar{\Xi}_1 &= \frac{1}{\lambda_{\min} (I_N \otimes \Gamma_1)} \left[-\lambda_{\max} (I_N \otimes C) + \frac{1}{2\varepsilon_1} \lambda_{\max} (I_N \otimes AA^T) + \frac{1}{(1-\mu)} \lambda_{\max} (I_N \otimes \Gamma_2) + \frac{\varepsilon_1}{2} \lambda_{\max} (I_N \otimes F_1^T F_1) \right. \\ &\quad + \frac{\rho_2 \varepsilon_3}{2} \lambda_{\max} (I_N \otimes F_1^T F_1) + \frac{1}{2\varepsilon_2} \lambda_{\max} (I_N \otimes BB^T) + \frac{\rho_2}{2\varepsilon_3} \lambda_{\max} (G^2 (G^2)^T) \lambda_{\max} (\Gamma_2 \Gamma_2^T) \\ &\quad \left. + \frac{\rho_3}{2\varepsilon_4} \lambda_{\max} (G^3 (G^3)^T) \lambda_{\max} (\Gamma_3 \Gamma_3^T) + \frac{\rho_4}{2\varepsilon_5} \lambda_{\max} (G^4 (G^4)^T) \lambda_{\max} (\Gamma_4 \Gamma_4^T) + \frac{\rho_2 \bar{\delta}_2^*}{2\varepsilon_6} \lambda_{\max} (I_N \otimes \Gamma_2 \Gamma_2^T) \right], \\ \bar{\Xi}_2 &= \frac{1}{2\lambda_{\min} (I_N \otimes \Gamma_2)} [(\varepsilon_2 + \rho_4 \varepsilon_5) \lambda_{\max} (I_N \otimes F_2^T F_2) + \rho_3 \varepsilon_4 + \rho_2 \bar{\delta}_2^* \varepsilon_6]. \end{aligned} \right. \quad (10)$$

Proof Construct the following Lyapunov functional:

$$\begin{aligned}
 V(t) = & \frac{1}{2} \sum_{i=1}^N x_i^T(t) x_i(t) + \frac{\rho_2}{2(1-\mu)} \sum_{i=1}^N \int_{t-\tau(t)}^t x_i^T(s) \Gamma_2 x_i(s) ds + \frac{\rho_1}{2} \sum_{i=1}^l \frac{1}{\gamma_{i1}} (\delta_{i1}(t) - \delta_{i1}^*)^2 \\
 & + \frac{\rho_2}{2} \sum_{i=1}^l \frac{1}{\gamma_{i2}} (\delta_{2i}(t) - \delta_{2i}^*)^2.
 \end{aligned} \tag{11}$$

Calculating the time derivative of $V(t)$ along the trajectory of the dynamical system (7), we have:

$$\begin{aligned}
 \dot{V}(t) \leq & - \sum_{i=1}^N x_i^T(t) C x_i(t) + \sum_{i=1}^N x_i^T(t) A \eta(x_i(t)) + \sum_{i=1}^N x_i^T(t) B \eta(x_i(t-\tau(t))) + \rho_1 \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N x_i^T(t) G_{ij}^1 \Gamma_1 x_j(t) \\
 & + \rho_2 \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N x_i^T(t) G_{ij}^2 \Gamma_2 \eta(x_j(t)) + \rho_3 \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N x_i^T(t) G_{ij}^3 \Gamma_3 x_j(t-\tau(t)) + \rho_4 \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N x_i^T(t) G_{ij}^4 \Gamma_4 \eta(x_j(t-\tau(t))) \\
 & + \frac{\rho_2}{2(1-\mu)} \sum_{i=1}^N x_i^T(t) \Gamma_2 x_i(t) - \frac{\rho_2}{2} \sum_{i=1}^N x_i^T(t-\tau(t)) \Gamma_2 x_i(t-\tau(t)) - \rho_1 \sum_{i=1}^l \delta_{i1}^* x_i^T(t) \Gamma_1 x_i(t) \\
 & - \rho_2 \sum_{i=1}^l \delta_{2i}^* x_i^T(t) \Gamma_2 x_i(t-\tau(t)) \\
 \\
 \dot{V}(t) \leq & -x^T(t)(I_N \otimes C)x(t) + x^T(t)(I_N \otimes A)\eta(x(t)) + x^T(t)(I_N \otimes B)\eta(x(t-\tau(t))) + \rho_1 x^T(t)(G^1 \otimes \Gamma_1)x(t) \\
 & + \rho_2 x^T(t)(G^2 \otimes \Gamma_2)\eta(x(t)) + \rho_3 x^T(t)(G^3 \otimes \Gamma_3)x(t-\tau(t)) + \rho_4 x^T(t)(G^4 \otimes \Gamma_4)\eta(x(t-\tau(t))) \\
 & + \frac{\rho_2}{2(1-\mu)} x^T(t)(I_N \otimes \Gamma_2)x(t) - \frac{\rho_2}{2} x^T(t-\tau(t))(I_N \otimes \Gamma_2)x(t-\tau(t)) - \rho_1 x^T(t)(\Delta_1^* \otimes \Gamma_1)x(t) \\
 & - \rho_2 \bar{\delta}_2^* x^T(t)(I_N \otimes \Gamma_2)x(t-\tau(t)),
 \end{aligned} \tag{12}$$

where $x(t) = (x_1(t), \dots, x_N(t)) \in R^{n \times N}$, $x(t-\tau(t)) = (x_1(t-\tau(t)), \dots, x_N(t-\tau(t))) \in R^{n \times N}$,

$$\Delta_1^* = \text{diag}(\delta_{11}^*, \delta_{12}^*, \dots, \delta_{1l}^*, 0, \dots, 0) \in R^{N \times N}, \quad \bar{\delta}_2^* = \max_{1 \leq i \leq l} \{\delta_{2i}^*\}.$$

From Assumption 1, we obtain the following inequalities:

$$\begin{aligned}
 \|\eta(x_i(t))\| &= \|f(y_i(t)) - f(\alpha(t)z_i(t))\| \leq F_1 \|x_i(t)\|, \\
 \|\eta(x_i(t-\tau(t)))\| &= \|f(y_i(t-\tau(t))) - f(\alpha(t)z_i(t-\tau(t)))\| \leq F_2 \|x_i(t-\tau(t))\|.
 \end{aligned}$$

Applying Lemma 2 and Lemma 3, we have

$$\begin{aligned}
 x^T(t)(I_N \otimes A)\eta(x(t)) &\leq \frac{1}{2\varepsilon_1} x^T(t)(I_N \otimes AA^T)x(t) + \frac{\varepsilon_1}{2} \eta^T(x(t))(I_N \otimes I_n)\eta(x(t)), \\
 &\leq \frac{1}{2\varepsilon_1} x^T(t)(I_N \otimes AA^T)x(t) + \frac{\varepsilon_1}{2} x^T(t)(I_N \otimes F_1^T F_1)x(t).
 \end{aligned} \tag{13}$$

$$\begin{aligned}
 x^T(t)(I_N \otimes B)\eta(x(t-\tau(t))) &\leq \frac{1}{2\varepsilon_2} x^T(t)(I_N \otimes BB^T)x(t) + \frac{\varepsilon_2}{2} \eta^T(x(t-\tau(t)))(I_N \otimes I_n)\eta(x(t-\tau(t))) \\
 &\leq \frac{1}{2\varepsilon_2} x^T(t)(I_N \otimes BB^T)x(t) + \frac{\varepsilon_2}{2} x^T(t-\tau(t))(I_N \otimes F_2^T F_2)x(t-\tau(t)).
 \end{aligned} \tag{14}$$

$$\begin{aligned}
 \rho_2 x^T(t)(G^2 \otimes \Gamma_2)\eta(x(t)) &\leq \frac{\rho_2}{2\varepsilon_3} x^T(t)(G^2(G^2)^T \otimes \Gamma_2 \Gamma_2^T)x(t) + \frac{\rho_2 \varepsilon_3}{2} \eta^T(x(t))(I_N \otimes I_n)\eta(x(t)) \\
 &\leq \frac{\rho_2}{2\varepsilon_3} x^T(t)(G^2(G^2)^T \otimes \Gamma_2 \Gamma_2^T)x(t) + \frac{\rho_2 \varepsilon_3}{2} x^T(t)(I_N \otimes F_1^T F_1)x(t).
 \end{aligned} \tag{15}$$

$$\rho_3 x^T(t)(G^3 \otimes \Gamma_3)x(t-\tau(t)) \leq \frac{\rho_3}{2\varepsilon_4} x^T(t)(G^3(G^3)^T \otimes \Gamma_3 \Gamma_3^T)x(t) + \frac{\rho_3 \varepsilon_4}{2} x^T(t-\tau(t))(I_N \otimes I_n)x(t-\tau(t)). \tag{16}$$

$$\begin{aligned} \rho_4 x^T(t)(G^4 \otimes \Gamma_4) \eta(x(t-\tau(t))) &\leq \frac{\rho_4}{2\varepsilon_5} x^T(t) \left(G^4 (G^4)^T \otimes \Gamma_4 \Gamma_4^T \right) x(t) + \frac{\rho_4 \varepsilon_5}{2} \eta^T(x(t-\tau(t))) (I_N \otimes I_n) \eta(x(t-\tau(t))) \\ &\leq \frac{\rho_4}{2\varepsilon_5} x^T(t) \left(G^4 (G^4)^T \otimes \Gamma_4 \Gamma_4^T \right) x(t) + \frac{\rho_4 \varepsilon_5}{2} x(t-\tau(t)) (I_N \otimes F_2^T F_2) x(t-\tau(t)). \end{aligned} \quad (17)$$

$$-\rho_2 \bar{\delta}_2^* x^T(t) (I_N \otimes \Gamma_2) x(t-\tau(t)) \leq \frac{\rho_2 \bar{\delta}_2^*}{2\varepsilon_6} x^T(t) (I_N \otimes \Gamma_2 \Gamma_2^T) x(t) + \frac{\rho_2 \bar{\delta}_2^* \varepsilon_6}{2} x^T(t-\tau(t)) (I_N \otimes I_n) x(t-\tau(t)). \quad (18)$$

Let $\xi(t) = (x^T(t), x^T(t-\tau(t)))^T$, it can be obtained from (12)-(18) that:

$$\begin{aligned} V(t) &\leq x^T(t) \left[-(I_N \otimes C) + \rho_1 (G^1 \otimes \Gamma_1) + \frac{\rho_2}{2(1-\mu)} (I_N \otimes \Gamma_2) - \rho_1 (\Delta_1^* \otimes \Gamma_1) + \frac{1}{2\varepsilon_1} (I_N \otimes AA^T) \right. \\ &\quad + \frac{\varepsilon_1}{2} (I_N \otimes F_1^T F_1) + \frac{1}{2\varepsilon_2} (I_N \otimes BB^T) + \frac{\rho_3}{2\varepsilon_4} (G^3 (G^3)^T \otimes \Gamma_3 \Gamma_3^T) + \frac{\rho_4}{2\varepsilon_5} (G^4 (G^4)^T \otimes \Gamma_4 \Gamma_4^T) \\ &\quad \left. + \frac{\rho_2 \bar{\delta}_2^*}{2\varepsilon_6} (I_N \otimes \Gamma_2 \Gamma_2^T) + \frac{\rho_2}{2\varepsilon_3} (G^2 (G^2)^T \otimes \Gamma_2 \Gamma_2^T) + \frac{\rho_2 \varepsilon_3}{2} (I_N \otimes F_1^T F_1) \right] x(t) \\ &\quad - x^T(t-\tau(t)) \left[\frac{\rho_2}{2} (I_N \otimes \Gamma_2) + \Xi_2 (I_N \otimes \Gamma_2) \right] x(t-\tau(t)) \\ &\leq x^T(t) \left[(\Xi_1 I_N + \rho_1 G^1 - \rho_1 \Delta_1^*) \otimes \Gamma_1 \right] x(t) - x^T(t-\tau(t)) \left[\left(\frac{\rho_2}{2} - \Xi_2 \right) (I_N \otimes \Gamma_2) \right] x(t-\tau(t)), \\ V(t) &= x^T(t) \left[(\bar{\Omega} - \rho_1 \Delta_1^*) \otimes \Gamma_1 \right] x(t) - x^T(t-\tau(t)) \left[\left(\frac{\rho_2}{2} - \Xi_2 \right) (I_N \otimes \Gamma_2) \right] x(t-\tau(t)). \end{aligned} \quad (19)$$

where Ξ_1, Ξ_2 and defined in (10) and $\bar{\Omega} = \Xi_1 I_N + \rho_1 G^1$. Note that the matrix $\bar{\Omega}$ is symmetric.

Let $\bar{\Omega} - \Delta_1^* = \begin{bmatrix} \Omega_1 - \mathbb{X}_{l_i}^6 & \Omega_3 \\ \Omega_3^T & \Omega_2 \end{bmatrix}$, where Ω_2 is the minor matrix of $\bar{\Omega}$ by removing its first $l(1 \leq l < N)$ row column pairs, Ω_1 and Ω_3 are matrices with appropriate dimensions, $\mathbb{X}_{l_i}^6 = \text{diag}(\delta_{11}^*, \delta_{12}^*, \dots, \delta_{l_i}^*)$.

If $\lambda_{\max} \left(\frac{G^1 + (G^1)^T}{2} \right)_l < -\frac{\Xi_1}{\rho_1}$, we have $\Omega_2 < \mathbf{0}$. Therefore, one can choose suitable positive constants $\Delta_{1_i}^* > 0, i = 1, 2, \dots, l$, such that $\delta_{1_i}^* > \lambda_{\max} (\Omega_1 - \Omega_3 \Omega_2^{-1} \Omega_3^T)$.

It follows from Lemma 6 and $\Omega_2 < \mathbf{0}$ that $\bar{\Omega} - \rho_1 \Delta_1^* < \mathbf{0}$. Then by $\Gamma_1 > \mathbf{0}$ and (17), we can conclude that

$$\mathcal{V}(t) \leq -x^T(t-\tau(t)) \left[\left(\frac{\rho_2}{2} - \Xi_2 \right) (I_N \otimes \Gamma_2) \right] x(t-\tau(t)). \quad (20)$$

We only need to choose the suitable positive constant $\bar{\delta}_2^*$ such that

$$\bar{\delta}_2^* - \frac{1}{\rho_2 \varepsilon_6} \left[(\varepsilon_2 + \rho_4 \varepsilon_5) \lambda_{\max} (I_N \otimes F_2^T F_2) + \rho_3 \varepsilon_4 - \rho_2 \lambda_{\min} (I_N \otimes \Gamma_2) \right] > 0. \quad (21)$$

We can choose $\bar{\delta}_2^*$ satisfying (19). Since Γ_2 is positive definite matrix and $\rho_1, \rho_2, \rho_3, \rho_4 > \mathbf{0}$, we know that $\mathcal{V}(t) \leq \mathbf{0}$. Therefore, the controlled delayed neural networks (7) globally asymptotically synchronizes if condition (8) and (9) hold. Then the controlled neural networks (7) is projective synchronization. □

3. Simulations

In this section, we present a numerical example to illustrate the effectiveness and the reduced conservatism of our result. Consider a 2-dimensional neural network with time-varying delay presented in following system:

$$\dot{y}(t) = -Cy(t) + Af(y(t)) + Bf(y(t - \tau(t))), \tag{22}$$

where $y(t) = [y_1(t), y_2(t)]^T \in R^2$ is the state vector of the network, the activation function $f(y_i(t)) = 0.5(|y_i + 1| - |y_i - 1|)$ and

$$C = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, A = \begin{bmatrix} 1.7854 & 10 \\ 0.1 & 1.7854 \end{bmatrix}, B = \begin{bmatrix} -1.4437 & 0.1 \\ 0.1 & -1.4437 \end{bmatrix}.$$

The dynamical chaotic trajectory of neural network (1) with initial condition $y_1(\theta) = 0.9, y_2(\theta) = 0.6,$ and $\tau(t) = 0.95|\sin(t)|$ is shown in Figure 1.

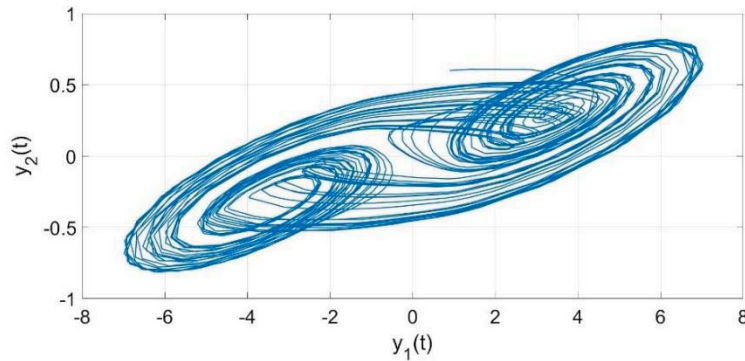


Figure 1: Chaotic trajectory of neural networks.

Next, consider the drive system (1) and the response system (3) consisting of linearly coupled identical models. Choose the inner-coupling matrices $\Gamma_1 = \text{diag}\{2, 2\}, \Gamma_2 = \Gamma_3 = \Gamma_4 = \text{diag}\{1, 1\},$ and the outer-coupling matrices

$$G^1 = G^2 = G^3 = G^4 = \begin{bmatrix} -1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & -2 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & -1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & -1 \end{bmatrix}.$$

So, there are the out-degrees and the in-degree of nodes. According to the pinned node selection scheme, we rearrange the nodes in G^1 and the new order is 3, 1, 4, 5, 2. When node 3 is chosen as pinned node which $l=1, \rho_2 = \rho_3 = \rho_4 = 1,$ the time-varying scaling function $\alpha(t) = 1.2 \sin(2\pi t / 15),$ the positive constants $\varepsilon_1 = 6.0, \varepsilon_2 = 3.5, \varepsilon_3 = 0.7, \varepsilon_4 = 0.7, \varepsilon_5 = 0.9, \varepsilon_6 = 0.8,$ we obtain $\delta_{1l} = 3, \bar{\delta}_2^* = 0.4241.$ Thus, it is confirmed that pinning conditions (8)-(9) in Theorem 1, holds:

$$\lambda_{\max} \left(G^1 + (G^1)^T / 2 \right)_l = -0.4150 < - \frac{\Xi_1}{\rho_1} = \frac{-12.2982}{30} = -0.4099. \quad \square$$

4. Conclusions

This paper examines projective synchronization in neural networks with time-varying delays. It starts by presenting a definition of projective synchronization in neural networks and proceeds to derive projective synchronization schemes for neural networks with time-varying delays using the adaptive control method. These proposed schemes are suitable for various synchronization scenarios. The paper also provides numerical results to confirm the effectiveness and feasibility of the approach.

5. Acknowledgments

This research project is supported by Science Research and Innovation Fund. Contract No. FF66-P1-007

6. References

- Bergman, A., & Siegal, M. L. (2003). Evolutionary capacitance as a general feature of complex gene networks. *Nature*, *424*(6948), 549-552.
- Chen, S., & Cao, J. (2012). Projective synchronization of neural networks with mixed time-varying delays and parameter mismatch. *Nonlinear Dynamics*, *67*, 1397-1406.
- Chen, Y., & Li, X. (2007). Function projective synchronization between two identical chaotic systems. *International journal of modern physics C*, *18*(5), 883-888.
- Li, C. (2006). Projective synchronization in fractional order chaotic systems and its control. *Progress of theoretical physics*, *115*(3), 661-666.
- Liu, J., Chen, S.H., & Lu, J.A. (2003). Projective synchronization in a unified chaotic system and its control. *Acta Physica Sinica*, *52*, 1595-1599.
- Mainieri, R., & Rehacek, J. (1999). Projective synchronization in three-dimensional chaotic systems. *Physical review letters*, *82*(15), 3042.
- Park, J. H., & Kwon, O. M. (2008). On improved delay-dependent criterion for global stability of bidirectional associative memory neural networks with time-varying delays. *Applied Mathematics and Computation*, *199*(2), 435-446.
- Strogatz, S. H. (2001). Exploring complex networks. *nature*, *410*(6825), 268-276.
- Xin, B., Chen, T., & Liu, Y. (2011). Projective synchronization of chaotic fractional-order energy resources demand-supply systems via linear control. *Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation*, *16*(11), 4479-4486.
- Xu, D. (2001). Control of projective synchronization in chaotic systems. *Physical review E*, *63*(2), 27201-27204.
- Zhang, D., & Xu, J. (2010). Projective synchronization of different chaotic time-delayed neural networks based on integral sliding mode controller. *Applied Mathematics and Computation*, *217*(1), 164-174.
- Zhu, H., He, Z., & Zhou, S. (2011). Lag synchronization of the fractional-order system via nonlinear observer. *International Journal of Modern Physics B*, *25*(29), 3951-3964.

ทฤษฎีเสถียรภาพแบบเชิงเส้นกำกับสำหรับระบบอนุพันธ์เชิงเศษส่วนแบบคอนฟอร์มเมเบิลที่มีตัว หน่วงแบบค่าคงที่และตัวก่อกวนไม่เชิงเส้น

The Novel Delay-dependent Asymptotic Stability of Conformable Fractional Differential System with Constant Delays and Nonlinear Perturbation

ณรงค์ศักดิ์ โยธา ภิระพงษ์พัฒน์ สิงห์คิบุตร สุนิสา เลื่อมใส อนุชา กล้าน้อย และ วัชรินทร์ ชาตบุปผาพันธ์*
Narongsak Yotha, Peerapongpat Singkibud, Sunisa Luemsai,
Anucha Klamnoi and Watcharin Chartbupapan*

สาขาคณิตศาสตร์และสถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์และศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน นครราชสีมา 30000
Department of Applied Mathematics and Statistics, Rajamangala University of Technology Isan, Nakhon Ratchasima 30000
e-mail: watcharin.ca@rmuti.ac.th 084-793-2644

บทคัดย่อ

ในงานวิจัยนี้ เราได้ศึกษาหลักเกณฑ์การมีเสถียรภาพแบบเชิงเส้นกำกับสำหรับระบบอนุพันธ์เชิงเศษส่วนแบบคอนฟอร์มเมเบิลที่มีตัวหน่วงแบบค่าคงที่และตัวก่อกวนไม่เชิงเส้น ซึ่งเงื่อนไขการมีเสถียรภาพอยู่ในรูปอสมการเมทริกซ์เชิงเส้น โดยใช้การจัดรูปแบบสมการ และอสมการอื่นๆ ยิ่งไปกว่านั้นตัวอย่างเชิงตัวเลขแสดงให้เห็นถึงการนำหลักเกณฑ์การมีเสถียรภาพไปใช้งานได้จริง

คำสำคัญ: เสถียรภาพแบบเชิงเส้นกำกับ, อนุพันธ์เชิงเศษส่วนแบบคอนฟอร์มเมเบิล, อสมการเมทริกซ์เชิงเส้น

Abstract

The novel delay-dependent asymptotic stability of a differential and Conformable fractional differential system with constant delays and nonlinear perturbation is studied. We describe the new asymptotic stability criterion in the form of linear matrix inequalities (LMIs), using model transformation and other inequalities. Numerical examples illustrate advantages and applicability of our results.

Keywords: Asymptotic stability, Conformable fractional differential, Linear matrix inequalities,

1. บทนำ

สมการเชิงอนุพันธ์ (Differential equation) และสมการเชิงอนุพันธ์เชิงเศษส่วน (Fractional differential equation) เป็นศาสตร์ที่ถูกศึกษามาเป็นเวลานานโดยนักคณิตศาสตร์และนักวิทยาศาสตร์หลายท่าน เนื่องจากความรู้ที่ได้จากเรื่องสมการเชิงอนุพันธ์ และสมการเชิงอนุพันธ์เชิงเศษส่วนสามารถนำมาประยุกต์ใช้เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ได้อย่างมาก เช่น ปัญหาแคลคูลัส ปัญหาทฤษฎีการเคลื่อนที่ของนิวตัน ปัญหาเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า ปัญหาทฤษฎีแรงโน้มถ่วงสากล ปัญหาคลื่น ปัญหาเกี่ยวกับปฏิกิริยาเคมี ปัญหาการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ ปัญหาแบบจำลองทางพันธุกรรม ปัญหาประชากรเหยื่อและผู้ล่า ปัญหาการเพิ่มประชากร เป็นต้น ปัจจุบันมีการนำความรู้จากสมการเชิงอนุพันธ์ และสมการเชิงอนุพันธ์เชิงเศษส่วนมาสร้างเป็นรูปแบบทางคณิตศาสตร์เพื่อใช้ในการศึกษาอย่างแพร่หลาย ไม่เพียงแต่นักคณิตศาสตร์เท่านั้น นักฟิสิกส์ นักเคมี นักชีววิทยาและนักวิชาการสาขาต่างๆได้นำตัวแบบนี้ เพื่อมาศึกษา วิเคราะห์ และอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นในศาสตร์นั้นๆ ดังนั้นเราจะเห็นได้ว่าสมการเชิงอนุพันธ์ และสมการเชิงอนุพันธ์เชิงเศษส่วนมีความสำคัญและจำเป็นในโลกปัจจุบันเป็นอย่างมาก

ปัญหาของการมีเสถียรภาพ สำหรับอนุพันธ์เชิงเศษส่วนแบบคอนฟอร์มเมเบิล และรีมันน์ลียูวิลล์ ของระบบที่มีตัวหน่วงเป็นที่นิยมศึกษากันอย่างมาก เนื่องจากตัวหน่วงมีผลกระทบต่อการมีเสถียรภาพ นั่นจึงเป็นเหตุผลให้นักวิจัย นักคณิตศาสตร์ และนักวิศวกรรมศาสตร์ หลายท่านได้สนใจศึกษาและวิเคราะห์ถึงสาเหตุของปัญหาเสถียรภาพ ในรูปแบบต่างๆ อย่างไรก็ตามเงื่อนไขหลักเกณฑ์เสถียรภาพสำหรับอนุพันธ์เชิงเศษส่วนแบบคอนฟอร์มเมเบิล และรีมันน์ลียูวิลล์ ของระบบที่มีตัวหน่วงส่วนมากอยู่ในรูปแบบของ matrix measure หรือ matrix norm ซึ่งยากต่อการนำไปประยุกต์ใช้งานในด้านต่างๆ

ในปี 2015 Li [28] ศึกษาหลักเกณฑ์เสถียรภาพแบบเชิงเส้นกำกับสำหรับอนุพันธ์เชิงเศษส่วนแบบรีมันน์ลียูวิลล์ของระบบนิวทรอลที่มีตัวหน่วง

$$\begin{aligned}
 {}_{t_0}D_t^q x(t) &= Ax(t) + Bx(t-\tau) + C_{t_0}D_t^q x(t-\tau) \quad t > 0, \\
 x(t) &= \zeta(t), \quad t \in [-\tau, 0],
 \end{aligned}$$

เมื่อ $0 < q < 1$, $x(t) \in \mathbb{R}^n$, A, B, C เป็นเมตริกซ์คงตัวที่มีมิติเหมาะสมและ $\zeta(t)$ เป็นฟังก์ชันเงื่อนไขค่าเริ่มต้น τ เป็นตัว
 หน่วงที่ ซึ่งได้แสดงเงื่อนไขของเสถียรภาพรูปแบบของ matrix measure หรือ matrix norm

ในปี 2017 Liu [31] ศึกษาหลักเกณฑ์เสถียรภาพแบบเชิงเส้นกำกับสำหรับอนุพันธ์เชิงเศษส่วนแบบรีมันน์-ลีโยวิลล์ของ
 ระบบนิวัตกรที่มีตัวหน่วง

$$\begin{aligned}
 {}_{t_0}D_t^q x(t) &= Ax(t) + Bx(t-\tau) + C_{t_0}D_t^q x(t-\tau) \quad t > 0, \\
 x(t) &= \zeta(t), \quad t \in [-\tau, 0],
 \end{aligned}$$

เมื่อ $0 < q < 1$, $x(t) \in \mathbb{R}^n$, A, B, C เป็นเมตริกซ์คงตัวที่มีมิติเหมาะสมและ $\zeta(t)$ เป็นฟังก์ชันเงื่อนไขค่าเริ่มต้น τ เป็น
 ตัวหน่วง ซึ่งได้แสดงเงื่อนไขของเสถียรภาพรูปแบบของ อสมการเมตริกซ์เชิงเส้น (Linear matrix inequality (LMIs))

ในปี 2018 Yang [54] ศึกษาหลักเกณฑ์เสถียรภาพสำหรับอนุพันธ์เชิงเศษส่วนแบบคาปูโตของระบบโครงข่ายประสาท
 เทียมที่มีตัวหน่วง

$$\begin{aligned}
 {}_0^cD_t^q x(t) &= Ax(t) + Bf(x(t)) + Cg(x(t-\tau)) \quad t > 0, \\
 x(t) &= \zeta(t), \quad t \in [-\tau, 0],
 \end{aligned}$$

เมื่อ $0 < q < 1$, $x(t) \in \mathbb{R}^n$, A, B, C เป็นเมตริกซ์คงตัวที่มีมิติเหมาะสม ซึ่ง $A = \text{diag}(a_1, a_2, \dots, a_n)$ และ
 $|a_i| < 1, i = 1, 2, \dots, n$ $f(x(t))$ และ $g(x(t-\tau))$ เป็นฟังก์ชันกระตุ้นเซลล์ประสาทที่มีมิติเหมาะสม และ $\zeta(t)$ เป็นฟังก์ชัน
 เงื่อนไขค่าเริ่มต้น ซึ่งได้แสดงเงื่อนไขของเสถียรภาพรูปแบบของ อสมการเมตริกซ์เชิงเส้น (Linear matrix inequality (LMIs))

ในปี 2020 Chartbupapan, Bagdasar และ Mukdasai ศึกษาหลักเกณฑ์เสถียรภาพแบบเชิงเส้นกำกับสำหรับอนุพันธ์
 เชิงเศษส่วนแบบรีมันน์-ลีโยวิลล์ของระบบนิวัตกรที่มีตัวหน่วง

$$\begin{aligned}
 {}_{t_0}D_t^q [x(t) + Cx(t-\tau)] &= -Ax(t) + Bx(t-\sigma) + f(x(t-\sigma)) \quad t > 0, \\
 x(t) &= \zeta(t), \quad t \in [-\max\{\tau, \sigma\}, 0],
 \end{aligned}$$

เมื่อ $0 < q \leq 1$, $x(t) \in \mathbb{R}^n$, A, B, C เป็นเมตริกซ์คงตัวที่มีมิติเหมาะสม และ $f(x(t-\sigma))$ เป็นฟังก์ชันไม่เชิงเส้นที่มีมิติ
 เหมาะสม $\zeta(t)$ เป็นฟังก์ชันเงื่อนไขค่าเริ่มต้น τ, σ เป็นตัวหน่วง ซึ่งได้แสดงเงื่อนไขของเสถียรภาพรูปแบบของอสมการเมตริกซ์
 เชิงเส้น (Linear matrix inequality (LMIs))

ดังนั้นในงานวิจัยนี้ เราได้ตระหนักถึงความสำคัญของการวิเคราะห์เสถียรโดยเฉพาะอย่างยิ่งระบบสมการเชิงอนุพันธ์เชิง
 เศษส่วนที่ยังมีการศึกษาค่อนข้างน้อย และทฤษฎีเสถียรภาพของระบบสมการเชิงอนุพันธ์เชิงเศษส่วนที่มีอยู่นำไปประยุกต์ใช้ได้อย่าง
 เราจึงได้ศึกษาและพัฒนาพร้อมทั้งออกแบบ ปัญหาการวิเคราะห์หลักเกณฑ์เสถียรภาพ สำหรับระบบอนุพันธ์เชิงเศษส่วนแบบคอน
 ฟอร์เมเบิล (Conformable) ที่มีตัวหน่วง ซึ่งเราจะได้หลักเกณฑ์เสถียรภาพสำหรับระบบดังกล่าวในรูปของอสมการเมตริกซ์เชิง
 เส้นซึ่งง่ายต่อการนำไปประยุกต์ใช้งาน ยิ่งไปกว่านั้นตัวอย่างเชิงตัวเลขได้ยืนยันทฤษฎีบทและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้จริง ซึ่งผล
 ที่ได้จากงานวิจัยนี้เป็นการขยาย และปรับปรุงผลงานต่างๆ จากการศึกษาในสาขานี้ อีกทั้งยังสามารถนำไปประยุกต์ ต่อยอด และ
 พัฒนาการวิจัยทางด้าน คณิตศาสตร์ ชีววิทยา วิศวกรรมศาสตร์ เกษตร และทางการแพทย์ต่อไปในอนาคต

2. การกำหนดปัญหาและความรู้พื้นฐาน

พิจารณาระบบอนุพันธ์เชิงเศษส่วนแบบคอนฟอรัมเบลที่มีตัวหน่วงแบบค่าคงที่และตัวก่อกวนไม่เชิงเส้น ต่อไปนี้

$$T_{t_0}^\alpha x(t) = -Ax(t) + Bf(x(t-\tau)) \quad t \geq t_0 \quad (2.1)$$

เมื่อ $0 < \alpha \leq 1$, $x(t) \in \mathbb{R}^n$, A, B เป็นเมตริกซ์คงตัวที่มีมิติเหมาะสมและ τ เป็นตัวหน่วงที่ โดยมีเงื่อนไขเริ่มต้น

$$x(t) = \phi(t), \quad t \in [-\tau, 0]$$

เมื่อ $\phi \in C([-\tau, 0]; \mathbb{R}^n)$ โดยที่ตัวก่อกวนไม่เชิงเส้น $f(\cdot)$ สอดคล้องกับเงื่อนไขต่อไปนี้

$$f^T(x(t-\tau))f(x(t-\tau)) \leq \delta^2 x(t-\tau)x(t-\tau) \quad (2.2)$$

เมื่อ $x(t) \in \mathbb{R}$

บทนิยาม 1.[5] อนุพันธ์และปริพันธ์เชิงเศษส่วนแบบคอนฟอรัมเบลอันดับ α ของฟังก์ชัน $x: [t_0, \infty) \rightarrow \mathbb{R}$ อยู่ในรูปแบบ

$$T_{t_0}^\alpha x(t) = \lim_{\epsilon \rightarrow 0} \frac{x(t+\epsilon(t-t_0)^{1-\alpha}) - x(t)}{\epsilon} \quad (\text{อนุพันธ์})$$

$$I_{t_0}^\alpha x(t) = \int_{t_0}^t (s-t_0)^{\alpha-1} x(s) ds \quad (\text{ปริพันธ์})$$

สำหรับทุก $t > t_0$ และ $\alpha \in (0, 1]$

บทตั้ง 1.[5] สำหรับฟังก์ชันต่อเนื่อง $x: [t_0, \infty) \rightarrow \mathbb{R}$ และ $\alpha \in (0, 1)$ แล้ว

$$T_{t_0}^\alpha (I_{t_0}^\alpha x(t)) = x(t),$$

สำหรับทุก $t > t_0$

บทตั้ง 2.[5] สำหรับฟังก์ชันที่สามารถหาอนุพันธ์เชิงเศษส่วนอันดับ α ได้ $x: [t_0, \infty) \rightarrow \mathbb{R}$ และ $\alpha \in (0, 1)$ แล้ว

$$I_{t_0}^\alpha (T_{t_0}^\alpha x(t)) = x(t) - x(t_0),$$

สำหรับทุก $t > t_0$

บทตั้ง 3.[5] สำหรับฟังก์ชันที่สามารถหาอนุพันธ์เชิงเศษส่วนอันดับ α ได้ $x: [t_0, \infty) \rightarrow \mathbb{R}$ เมื่อ $\alpha \in (0, 1)$ และ เมตริกซ์บวกแน่นอน P แล้ว $T_{t_0}^\alpha x^T(t)Px(t)$ หาค่าได้บนช่วง $[t_0, \infty)$ และ

$$T_{t_0}^\alpha x^T(t)Px(t) = 2x^T(t)PT_{t_0}^\alpha x(t)$$

สำหรับทุก $t > t_0$

3. ผลการทดลองและวิจารณ์ผล หรือผลการศึกษาและอภิปรายผล

ทฤษฎีบทที่ 1 สำหรับจำนวนจริงบวก δ และ α ระบบอนุพันธ์เชิงเศษส่วนแบบคอนฟอรัมเบล (2.1) มีเสถียรภาพแบบเชิงเส้นกำกับ ถ้ามีเมตริกซ์บวกแน่นอน K และ Q ซึ่งสอดคล้องกับสมการเมตริกซ์เชิงเส้น ต่อไปนี้

$$\begin{bmatrix} -2KA + \alpha Q & 0 & KB \\ * & \tau\delta^2 I - \alpha Q & 0 \\ * & * & -\tau I \end{bmatrix} < 0 \quad (3.1)$$

บทพิสูจน์ สำหรับเมตริกซ์บวกแน่นอนที่สมมาตร K และ Q

พิจารณาฟังก์ชันไลปูนอฟ-คราซอฟสกี

$$V(t) = x^T(t)Kx(t) + \alpha \int_{t-\tau}^t (s-t_0)^{\alpha-1} x^T(s)Qx(s) ds$$

พิจารณาอนุพันธ์เชิงเศษส่วนแบบคอนฟอรัมเบลของ $V(t)$ จะได้

$$\begin{aligned} T_{t_0}^\alpha V(t) &= x^T(t)KT_{t_0}^\alpha x(t) + \alpha x^T(t)Qx(t) - \alpha x^T(t-\tau)Qx(t-\tau) \\ &= 2x^T(t)K[-Ax(t) + Bf(x(t-\tau))] \\ &\quad + \alpha x^T(t)Qx(t) - \alpha x^T(t-\tau)Qx(t-\tau) \end{aligned} \quad (3.2)$$

จากอสมการ (2.2) จะได้

$$0 \leq \tau \delta^2 x(t - \tau) (x(t - \tau) - \tau f^T(x(t - \tau)) f(x(t - \tau))) \quad (3.3)$$

จากอสมการ (3.2) และ (3.3) เราสามารถสรุปได้ว่า

$$T_{t_0}^\alpha V(t) \leq Y^T(t) \begin{bmatrix} -2KA + \alpha Q & 0 & KB \\ * & \tau \delta^2 I - \alpha Q & 0 \\ * & * & -\tau I \end{bmatrix} Y(t)$$

เมื่อ $Y(t) = \text{col}\{x(t), x(t - \tau), f(x(t - \tau))\}$

เนื่องจาก อสมการ (3.1) ดังนั้น ระบบ (2.1) มีเสถียรภาพแบบเชิงเส้นกำกับ

ตัวอย่าง 2 พิจารณาระบบอนุพันธ์เชิงเศษส่วนแบบคอนฟอร์มเบิล

$$T_{t_0}^\alpha x(t) = -Ax(t) + Bf(x(t - \tau)) \quad (3.4)$$

จากอสมการเมทริกซ์เชิงเส้น (3.1) เมื่อ $A = \begin{bmatrix} 2 & 0 \\ 0 & 0.9 \end{bmatrix}$, $B = \begin{bmatrix} -1 & 0 \\ -1 & -1 \end{bmatrix}$, $\tau = 10$, $\alpha = 0.5$

เราจะได้ $K = \begin{bmatrix} 3.2242 & -0.2622 \\ -0.2622 & 3.9433 \end{bmatrix}$ และ $Q = \begin{bmatrix} 11.5532 & -1.2057 \\ -1.2057 & 6.6277 \end{bmatrix}$

ที่ทำให้ ระบบ (3.4) มีเสถียรภาพแบบเชิงเส้นกำกับ เมื่อ $\delta = 0.5$

4. สรุป

ในงานวิจัยนี้ หลักเกณฑ์การมีเสถียรภาพแบบเชิงเส้นกำกับสำหรับระบบอนุพันธ์เชิงเศษส่วนแบบคอนฟอร์มเบิลที่มีตัวหน่วงแบบค่าคงที่และตัวก่อกวนไม่เชิงเส้นถูกศึกษา ซึ่งเงื่อนไขการมีเสถียรภาพอยู่ในรูปอสมการเมทริกซ์เชิงเส้น โดยใช้การจัดรูปแบบสมการ และอสมการอื่นๆ อีกทั้งยังมีการแสดงตัวอย่างเชิงตัวเลขเพื่อให้ยืนยันทฤษฎีบทถึงการนำหลักเกณฑ์การมีเสถียรภาพไปใช้งานได้จริง

5. กิตติกรรมประกาศ

This research project is supported by Science Research and Innovation Fund. Contract No. FF66-P1-006

6. เอกสารอ้างอิง

- Abdeljawad, T.:On conformable fractional calculus. *Journal of Computational and Applied Mathematics*, 279, 57-66 (2015).
- Abdourazek, S., Abdellatif, B.M., Mohamed, A.H.:Stability analysis of conformable fractional-order nonlinear systems. *Indagationes Mathematicae*, 28, 1265–1274 (2017).
- Hermann, R.:Fractional Calculus. An Introduction for Physicists Analysis Second Edition, New Jersey, World Scientific Publishing, 2014.
- Khalil, R., Alhorani, M., Yousef dan, A., Sababheh, M.:A definition of fractional derivative. *Journal of Computational Applied Mathematics*, 264, 65-70 (2014).
- Musraini, M., Rustam, E., Endang L., Ponco H.:Classical Properties on Conformable Fractional Calculus. *Pure and Applied Mathematics Journal*, 8(5), 83-87 (2019).
- Usta, F.:A conformable calculus of radial basis functions and its applications. *An International journal of optimization and control: Theories and Applications*, 8, 176-182 (2018).
- Vahid, M., Mostafa, E., Hadi, R.:Stability analysis of linear conformable fractional differential equations system with time delays. *Boletim da Sociedade Paranaense de Matemática.*, 36(6), 159–171. (2020).
- Yongfang, Q., Xuhuan, W.:Asymptotical stability analysis of conformable fractional systems. *Journal of Taibah University for Science*, 14(1), 44-49 (2020).

การวิเคราะห์ความเสถียรภาพเชิงเส้นกำกับของระบบอนุพันธ์เชิงเศษส่วนรีมันน์-ลีอูวิลล์ โครงข่ายประสาทที่มีตัวหน่วงเวลาเป็นค่าคงที่

Asymptotic Stability Analysis of a Riemann-Liouville Fractional Differential Neural Network System with Constant Delay

ณรงค์ศักดิ์ โยธา ญาดา พรภักดี ปิยนุช ปोंกัน ภีระพงษ์พัฒน์ สิงห์คิบุตร
วัชรินทร์ชาติบุปผาพันธ์ และ สุนิสา เลื่อมใส*

Narongsak Yotha, Yada Pornpakdee, Piyanuch Pongkan, Peerapongpat Singkibud,
Watcharin Chartbupapan and Sunisa Luemsai*

สาขาคณิตศาสตร์และสถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์และศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน นครราชสีมา 30000
Department of Applied Mathematics and Statistics, Rajamangala University of Technology Isan, Nakhon Ratchasima 30000
sunisa.lu@rmuti.ac.th 094-5423983

บทคัดย่อ

ในงานวิจัยนี้ได้ศึกษาปัญหาความเสถียรภาพเชิงเส้นกำกับของระบบอนุพันธ์เชิงเศษส่วนรีมันน์-ลีอูวิลล์โครงข่ายประสาทที่มีตัวหน่วงเวลาเป็นค่าคงที่ โดยการใช้ฟังก์ชันไลปูนอฟ-คราซอฟสกีที่เหมาะสม การจัดรูปแบบสมการและอสมการต่าง ๆ ในการประมาณค่าอนุพันธ์ ทำให้ได้เงื่อนไขที่เพียงพอสำหรับความเสถียรภาพเชิงเส้นกำกับของระบบอนุพันธ์เชิงเศษส่วนรีมันน์-ลีอูวิลล์โครงข่ายประสาทที่มีตัวหน่วงเวลาเป็นค่าคงที่ ยิ่งกว่านั้น โดยการใช้กล่องเครื่องมืออสมการเมทริกซ์เชิงเส้นของแมทแลป ทำให้ได้หลักเกณฑ์ใหม่ของความเสถียรภาพเชิงเส้นกำกับอยู่ในรูปของอสมการเมทริกซ์เชิงเส้น

คำสำคัญ: ความเสถียรภาพเชิงเส้นกำกับ ระบบอนุพันธ์เชิงเศษส่วนรีมันน์-ลีอูวิลล์โครงข่ายประสาท ตัวหน่วงเวลาที่เป็นค่าคงที่

Abstract

In this research, the problem of asymptotic stability analysis of a Riemann-Liouville fractional differential neural network system with constant delay is investigated. Based on a suitable Lyapunov-Krasovskii functional (LKF), model transformation and inequalities, the new asymptotic stability criteria are achieved for the Riemann-Liouville fractional differential neural network system with constant delay. By using the Matlab LMI toolbox, the derived new asymptotic stability criteria are expressed in terms of linear matrix inequality (LMI).

Keywords: asymptotic stability, Riemann-Liouville fractional differential neural network system, constant delay

1. บทนำ

ในช่วงเวลาที่ผ่านมา โครงข่ายประสาทได้รับการศึกษาอย่างกว้างขวางทั้งในสาขาวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ เนื่องจากการประยุกต์ใช้งานที่หลากหลาย เช่น ในการประมวลผลสัญญาณ (signal processing) การจดจำรูปแบบ (pattern recognition) หน่วยความจำเชื่อมโยง (associative memory) การสร้างภาพเคลื่อนไหว (reproducing moving pictures) ปัญหาค่าเหมาะสม (optimization problems) และระบบอัตโนมัติทางอุตสาหกรรม (industrial automation) (Cochocki, A., & Unbehauen, R.:1993; Watta, P. B., Wang, K., & Hassoun, M. H.: 1997; Cohen, M. A., & Grossberg, S.: 1983) เป็นต้น

ในขณะเดียวกัน เป็นที่ทราบกันดีว่าตัวหน่วงเวลาเป็นปัจจัยที่บอบอยู่เสมอในการทำงานของโครงข่ายประสาทและการมีอยู่ของตัวหน่วงเวลามักเป็นสาเหตุที่ทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของระบบลดลง หรือแม้กระทั่งทำให้เกิดความไม่เสถียรภาพของระบบ ทั้งนี้ตัวหน่วงเวลาในโครงข่ายประสาทมักเกิดจากความเร็วที่จำกัดของการประมวลผลข้อมูลและเวลาในการสื่อสารของเซลล์ประสาท ดังนั้นจึงเป็นการยากที่จะหลีกเลี่ยงการวิเคราะห์ความเสถียรภาพของโครงข่ายประสาทที่มีตัวหน่วงเวลา และนักวิจัยหลายท่านได้ให้ความสำคัญและศึกษาปัญหาความเสถียรภาพของโครงข่ายประสาทที่มีตัวหน่วงเวลา (Farnam, A., Esfanjani, R. M., & Ahmadi, A.: 2016; Zuo, Z., Yang, C., & Wang, Y.: 2009; Qian, D., Li, C., Agarwal, R. P., & Wong, P. J. : 2010)

ในช่วงทศวรรษที่ผ่านมา สมการเชิงอนุพันธ์เศษส่วนได้รับความสนใจอย่างมาก เนื่องจากข้อได้เปรียบในการสร้างแบบจำลองในปรากฏการณ์ที่ซับซ้อน และความน่าสนใจในการนำไปประยุกต์ในสาขาวิชาอื่นๆ เช่น วิชาที่เกี่ยวข้องกับของไหล ความหนืดและการสร้างแบบจำลองของตัวควบคุม เป็นต้น และอนุพันธ์เชิงเศษส่วนรีมันน์-ลีอูวีลล์กำลังเป็นที่สนใจกันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน อีกทั้งมีการประยุกต์ในระบบต่างๆ

ในปี 2010 Qian, D., Li, C., Agarwal, R. P., & Wong, P. J. (2010) ได้วิเคราะห์ความเสถียรภาพของระบบอนุพันธ์เชิงเศษส่วนรีมันน์-ลีอูวีลล์ของระบบเชิงเส้น ระบบที่มีตัวก่อกวนและระบบที่มีตัวหน่วงเวลา ดังนี้

ระบบอนุพันธ์เชิงเศษส่วนเชิงเส้นกับอนุพันธ์เชิงเศษส่วนรีมันน์-ลีอูวีลล์

$${}_{t_0}D_t^q x(t) = Ax(t), \quad (0 < q < 1)$$

เมื่อ $x(t) \in \mathbb{R}^n, A = (a_{ij})_{n \times n} \in \mathbb{R}^{n \times n}$

ระบบอนุพันธ์เชิงเศษส่วนที่มีตัวก่อกวนกับอนุพันธ์เชิงเศษส่วนรีมันน์-ลีอูวีลล์

$${}_{t_0}D_t^q x(t) = Ax(t) + B(t)x(t), \quad (0 < q < 1)$$

เมื่อ $x(t) \in \mathbb{R}^n, A = (a_{ij})_{n \times n} \in \mathbb{R}^{n \times n}, B(t)$ คือเมทริกซ์ขนาด $n \times n$ ที่ขึ้นอยู่กับเวลา t

ระบบอนุพันธ์เชิงเศษส่วนที่มีตัวหน่วงเวลากับอนุพันธ์เชิงเศษส่วนรีมันน์-ลีอูวีลล์

$$\begin{cases} {}_{t_0}D_t^q x_1(t) = a_{11}x_1(t - \tau_{11}) + a_{12}x_2(t - \tau_{12}) + L + a_{1n}x_n(t - \tau_{1n}), \\ {}_{t_0}D_t^q x_2(t) = a_{21}x_1(t - \tau_{21}) + a_{22}x_2(t - \tau_{22}) + L + a_{2n}x_n(t - \tau_{2n}), \\ \dots \\ {}_{t_0}D_t^q x_n(t) = a_{n1}x_1(t - \tau_{n1}) + a_{n2}x_2(t - \tau_{n2}) + L + a_{nm}x_n(t - \tau_{nm}), \end{cases}$$

เมื่อ $q_i \in (0, 1), 1 \leq i \leq n, x(t) \in \mathbb{R}^n$

ในปี 2020 Chartbupapan [7] ได้ศึกษาความเสถียรภาพเชิงเส้นกำกับของระบบอนุพันธ์เชิงเศษส่วนรีมันน์-ลีอูวีลล์ นิวทอนที่มีตัวหน่วงเวลาเป็นค่าคงที่และตัวก่อกวนไม่เชิงเส้น

$$\begin{aligned} {}_{t_0}D_t^q [x(t) + Cx(t - \tau)] &= -Ax(t) + Bx(t - \sigma) + f(x(t - \sigma)), \quad t > 0, \\ x(t) &= \rho(t), \quad t \in [-\kappa, 0] \end{aligned}$$

เมื่อ $0 < q \leq 1, x(t) \in \mathbb{R}^n$ แทนเวกเตอร์สถานะ, A, B, C แทนเมทริกซ์ขั้วแน่นอนอนที่สมมาตร โดยที่ $\|C\| < 1, \tau, \sigma$ แทนจำนวนจริงบวก, $\rho \in C([-\kappa, 0]; \mathbb{R}^n)$ ที่ซึ่ง $\kappa = \max\{\tau, \sigma\}$

ดังนั้นในงานวิจัยนี้ เราได้ตระหนักถึงความสำคัญของการวิเคราะห์ความเสถียรภาพของระบบอนุพันธ์เชิงเศษส่วนรีมันน์-ลีอูวีลล์โครงข่ายประสาทที่ยังมีการศึกษาค่อนข้างน้อย เพื่อที่จะนำไปประยุกต์ใช้งานต่อไปในอนาคต ทั้งนี้เราได้วิเคราะห์เพื่อหาเงื่อนไขที่เพียงพอสำหรับความเสถียรภาพเชิงเส้นกำกับของระบบดังกล่าวในรูปแบบของสมการเมทริกซ์เชิงเส้นซึ่งง่ายต่อการนำไปประยุกต์ใช้งาน

2. การกำหนดปัญหาและความรู้พื้นฐาน

พิจารณาระบบอนุพันธ์เชิงเศษส่วนรีมันน์-ลีอูวีลล์โครงข่ายประสาทที่มีตัวหน่วงเวลาเป็นค่าคงที่ ต่อไปนี้

$${}_{t_0}D_t^q x(t) = -Ax(t) + B_0f(x(t)) + B_1g(x(t - h)) \quad (1)$$

เมื่อ $0 < q \leq 1, x(t) \in \mathbb{R}^n$ แทนเวกเตอร์สถานะของเซลล์ประสาท, A แทนเมทริกซ์ขั้วแยงมุมบวก, B_0, B_1 แทนเมทริกซ์ค่าน้ำหนักการเชื่อมต่อ, $h \geq 0$ แทนตัวหน่วงเวลา, $f(\cdot), g(\cdot)$ แทนฟังก์ชันกระตุ้นเซลล์ประสาทที่สอดคล้องกับเงื่อนไขต่อไปนี้ (ตามลำดับ)

(A1) ฟังก์ชันกระตุ้นเซลล์ประสาท $f_i(\cdot)$ สำหรับ $i \in \{1, 2, \dots, n\}$ มีขอบเขตและต่อเนื่อง ที่ซึ่ง

$$F_i^- \leq \frac{f_i(x_1) - f_i(x_2)}{x_1 - x_2} \leq F_i^+$$

สำหรับทุก $x_1 \neq x_2, F_i^-, F_i^+$ เป็นจำนวนจริง และ $f_i(0) = 0$

(A2) ฟังก์ชันกระตุ้นเซลล์ประสาท $g_i(\cdot)$ สำหรับ $i \in \{1, 2, \dots, n\}$ มีขอบเขตและต่อเนื่อง ที่ซึ่ง

$$G_i^- \leq \frac{g_i(x_1) - g_i(x_2)}{x_1 - x_2} \leq G_i^+$$

สำหรับทุก $x_1 \neq x_2$, G_i^-, G_i^+ เป็นจำนวนจริง และ $g_i(0) = 0$

บทนิยาม 1. สมการเชิงอนุพันธ์และปริพันธ์เชิงเศษส่วนของรีมันน์-ลีอูวีลล์ นิยามโดย (Podlubny, I.: 1999)

$${}_{t_0}D_t^{-q}x(t) = \frac{1}{\Gamma(q)} \int_{t_0}^t (t-s)^{q-1}x(s)ds, \quad (q > 0)$$

$${}_{t_0}D_t^q x(t) = \frac{1}{\Gamma(n-q)} \frac{d^n}{dt^n} \int_{t_0}^t \frac{x(s)}{(t-s)^{q+1-n}} ds, \quad (n-1 \leq q < n)$$

ตามลำดับ

บทตั้ง 1. สำหรับ $x(t) \in \mathbb{R}^n$ และ $0 < q < p$ แล้ว (Kilbas, A. A., Srivastava, H. M., & Trujillo, J. J. :2006)

$${}_{t_0}D_t^q ({}_{t_0}D_t^{-p}x(t)) = {}_{t_0}D_t^{q-p}x(t)$$

บทตั้ง 2. สำหรับเวกเตอร์ของฟังก์ชันที่หาอนุพันธ์ได้ $x(t) \in \mathbb{R}^n$ เมทริกซ์กึ่งบวกแน่นอน $R \in \mathbb{R}^{n \times n}$ และ $0 < q < 1$ แล้ว (Liu, S., Jiang, W., Li, X., & Zhou, X. F.: 2016)

$$\frac{1}{2} {}_{t_0}D_t^q (x^T(t)Rx(t)) \leq x^T(t)R {}_{t_0}D_t^q x(t)$$

สำหรับทุก $t \geq t_0$

3. ผลการศึกษา

เพื่อความสะดวกในการพิจารณา เรากำหนดสัญลักษณ์ต่อไปนี้

$$\vartheta^T(t) = \left[x^T(t), x^T(t-h), \int_{t-h}^t x^T(u)du, f^T(x(t)), f^T(x(t-h)), g^T(x(t)), g^T(x(t-h)) \right],$$

$$F_a = \text{diag}\{F_1^+, F_2^+, F_3^+, \dots, F_n^+\}, \quad F_d = \text{diag}\{F_1^-, F_2^-, F_3^-, \dots, F_n^-\}$$

$$G_a = \text{diag}\{G_1^+, G_2^+, G_3^+, \dots, G_n^+\}, \quad G_d = \text{diag}\{G_1^-, G_2^-, G_3^-, \dots, G_n^-\}$$

e_i แทนเวกเตอร์คอลัมน์หนึ่งหน่วย ที่ประกอบด้วย 1 บนแถวที่ i และ 0 บนแถวอื่น ๆ

ทฤษฎีบท 1. ให้ $h \geq 0$ เป็นตัวหน่วงเวลา ถ้ามีเมทริกซ์กึ่งบวกแน่นอนที่สมมาตร $R_1, R_2, R_3, R_4 \in \mathbb{R}^{n \times n}$ และเมทริกซ์เส้นทแยงมุมบวก $W_1, W_2 \in \mathbb{R}^{n \times n}$ ซึ่งสอดคล้องกับสมการเมทริกซ์เชิงเส้น

$$\begin{aligned} & -2e_1R_1Ae_1^T + 2e_1R_1B_0e_4^T + 2e_1R_1B_1e_7^T + e_1R_2e_1^T - e_2R_2e_2^T + he_1R_3e_1^T - \frac{1}{h}e_3R_3e_3^T \\ & + e_4R_4e_4^T - e_5R_4e_5^T + e_6R_5e_6^T - e_7R_5e_7^T 2(F_a e_1^T - e_4^T)^T W_1 (e_4^T - F_d e_1) \\ & + 2(G_a e_1^T - e_6^T)^T W_2 (e_6^T - F_d e_1) \leq 0 \end{aligned} \quad (2)$$

แล้ว ระบบ (1) เสถียรภาพเชิงเส้นกำกับ

บทพิสูจน์ พิจารณาฟังก์ชันไลปูนอฟ-คราซอฟสกี สำหรับระบบอนุพันธ์เชิงเศษส่วนรีมันน์-ลีอูวีลล์โครงข่ายประสาท (1) ดังนี้

$$V(t) = \sum_{i=1}^2 V_i(t)$$

เมื่อ

$$\begin{aligned} V_1(t) &= {}_{t_0}D_t^{q-1}x^T(t)R_1x(t), \\ V_2(t) &= \int_{t-h}^t x^T(s)R_2x(s)ds + \int_{-h}^0 \int_{t+\tau}^t x^T(u)R_3x(u)dud\tau \\ &+ \int_{t-h}^t f^T(x(s))R_4f(x(s))ds + \int_{t-h}^t g^T(x(s))R_5g(x(s))ds \end{aligned}$$

อนุพันธ์ของ $V_1(t)$ และ $V_2(t)$ สำหรับระบบ (1) คือ $\dot{V}(t) = \sum_{i=1}^2 \dot{V}_i(t)$

หาอนุพันธ์ของ $V_1(t)$ โดยใช้บทตั้ง 1 และ บทตั้ง 2 จะได้

$$\begin{aligned} \dot{V}_1(t) &= {}_{t_0}D_t [{}_{t_0}D_t^{q-1} x^T(t) R_1 x(t)] = {}_{t_0}D_t^q x^T(t) R_1 x(t) \\ &\leq 2x^T(t) R_1 {}_{t_0}D_t^q x(t) \\ &= 2x^T(t) R_1 [-Ax(t) + B_0 f(x(t)) + B_1 g(x(t-h))] \\ &= \vartheta^T(t) (-2e_1 R_1 A e_1^T + 2e_1 R_1 B_0 e_4^T + 2e_1 R_1 B_1 e_7^T) \vartheta(t) \end{aligned} \quad (3)$$

หาอนุพันธ์ของ $V_2(t)$ โดยใช้ อสมการของเจนเซน จะได้

$$\begin{aligned} \dot{V}_2(t) &= x^T(t) R_2 x(t) - x^T(t-h) R_2 x(t-h) + hx^T(t) R_3 x(t) - \int_{t-h}^t x^T(u) R_3 x(u) du \\ &\quad + f^T(x(t)) R_4 f(x(t)) - f^T(x(t-h)) R_4 f(x(t-h)) + g^T(x(t)) R_5 g(x(t)) \\ &\quad - g^T(x(t-h)) R_5 g(x(t-h)) \\ &\leq \vartheta^T(t) (e_1 R_2 e_1^T - e_2 R_2 e_2^T + h e_1 R_3 e_1^T - \frac{1}{h} e_3 R_3 e_3^T + e_4 R_4 e_4^T \\ &\quad - e_5 R_4 e_5^T + e_6 R_5 e_6^T - e_7 R_5 e_7^T) \vartheta(t) \end{aligned} \quad (4)$$

จากเงื่อนไข (A1) และ (A2) จะได้

$$\begin{aligned} 2 (F_a x(t) - f(x(t)))^T W_1 (f(x(t)) - F_d x(t)) &\geq 0 \\ \vartheta^T(t) 2 (F_a e_1^T - e_4^T)^T W_1 (e_4^T - F_d e_1) \vartheta(t) &\geq 0 \end{aligned} \quad (5)$$

$$\begin{aligned} 2 (G_a x(t) - g(x(t)))^T W_2 (g(x(t)) - G_d x(t)) &\geq 0 \\ \vartheta^T(t) 2 (G_a e_1^T - e_6^T)^T W_2 (e_6^T - F_d e_1) \vartheta(t) &\geq 0 \end{aligned} \quad (6)$$

จากอสมการ (3)-(6) จะได้ว่า

$$\begin{aligned} \dot{V}(t) &\leq \vartheta^T(t) (-2e_1 R_1 A e_1^T + 2e_1 R_1 B_0 e_4^T + 2e_1 R_1 B_1 e_7^T + e_1 R_2 e_1^T - e_2 R_2 e_2^T + h e_1 R_3 e_1^T \\ &\quad - \frac{1}{h} e_3 R_3 e_3^T + e_4 R_4 e_4^T - e_5 R_4 e_5^T + e_6 R_5 e_6^T - e_7 R_5 e_7^T 2 (F_a e_1^T - e_4^T)^T W_1 (e_4^T - F_d e_1) \\ &\quad + 2 (G_a e_1^T - e_6^T)^T W_2 (e_6^T - F_d e_1)) \vartheta(t) \end{aligned}$$

จากเงื่อนไขของอสมการเมทริกซ์เชิงเส้น (2) จะได้ว่า ระบบอนุพันธ์เชิงเศษส่วนรีมันน์-ลีอูวีลล์โครงข่ายประสาท (1) เสถียรภาพเชิงเส้นกำกับ

4. สรุป

ในงานวิจัยนี้ เราศึกษาปัญหาความเสถียรภาพเชิงเส้นกำกับของระบบอนุพันธ์เชิงเศษส่วนรีมันน์-ลีอูวีลล์โครงข่ายประสาทที่มีตัวหน่วงเวลาเป็นค่าคงที่ และเราได้รับเงื่อนไขที่เพียงพอสำหรับความเสถียรภาพเชิงเส้นกำกับของระบบดังกล่าวโดยการใช้ฟังก์ชันไลปูนอฟ-คราซอฟสกีที่เหมาะสม การจัดรูปแบบสมการ และอสมการต่างๆ และผลลัพธ์ของความเสถียรภาพเชิงเส้นกำกับดังกล่าวอยู่ในรูปของอสมการเมทริกซ์เชิงเส้นซึ่งเกิดจากการใช้กล่องเครื่องมืออสมการเมทริกซ์เชิงเส้นของแมทแล็บ ทั้งนี้ผลลัพธ์ดังกล่าวจากงานวิจัยนี้จะนำไปประยุกต์ใช้งานต่อไปในอนาคต

5. กิตติกรรมประกาศ

This research project is supported by Science Research and Innovation Fund. Contract No. FF66-P1-006

6. เอกสารอ้างอิง

- Chartbupapan, W., Bagdasar, O., & Mukdasai, K. (2020). A novel delay-dependent asymptotic stability conditions for differential and Riemann-Liouville fractional differential neutral systems with constant delays and nonlinear perturbation. *Mathematics*, 8(1), 82.
- Cochocki, A., & Unbehauen, R. (1993). *Neural networks for optimization and signal processing*. John Wiley & Sons, Inc..
- Cohen, M. A., & Grossberg, S. (1983). Absolute stability of global pattern formation and parallel memory storage by competitive neural networks. *IEEE transactions on systems, man, and cybernetics*, (5), 815-826.
- Farnam, A., Esfanjani, R. M., & Ahmadi, A. (2016). Delay-dependent criterion for exponential stability analysis of neural networks with time-varying delays. *IFAC-PapersOnLine*, 49(10), 130-135.
- Kilbas, A. A., Srivastava, H. M., & Trujillo, J. J. (2006). *Theory and applications of fractional differential equations* (Vol. 204). elsevier.
- Liu, S., Jiang, W., Li, X., & Zhou, X. F. (2016). Lyapunov stability analysis of fractional nonlinear systems. *Applied Mathematics Letters*, 51, 13-19.
- Podlubny, I. (1999). *Fractional differential equations* academic press. San Diego, Boston, 6.
- Qian, D., Li, C., Agarwal, R. P., & Wong, P. J. (2010). Stability analysis of fractional differential system with Riemann-Liouville derivative. *Mathematical and Computer Modelling*, 52(5-6), 862-874.
- Watta, P. B., Wang, K., & Hassoun, M. H. (1997). Recurrent neural nets as dynamical Boolean systems with application to associative memory. *IEEE transactions on neural networks*, 8(6), 1268-1280.
- Zuo, Z., Yang, C., & Wang, Y. (2009). A new method for stability analysis of recurrent neural networks with interval time-varying delay. *IEEE Transactions on Neural Networks*, 21(2), 339-344.

การทดสอบผลผลิตถั่วฝักยาวสายพันธุ์ทนแล้ง 2 สายพันธุ์ในสภาพการใส่ปุ๋ยต่างกัน ใน 2 ฤดูปลูก

Yield Trial of 2 Drought-Tolerant Yardlong Bean Lines Under Different Fertilizer Applications in 2 Seasons

รังสิยา แก้ววิเชียร^{1*} อภิลิทธิ์ ชิตวานิช² ธนาวัฒน์ เยมอ² และ ปราโมทย์ พรสุริยา²
Rangsiya Kaewwichian^{1*}, Apisit Chitawanij², Tanawat Yemor² and Pramote Pornsuriya²

¹สถานีพัฒนาที่ดินจันทบุรี กรมพัฒนาที่ดิน จ. จันทบุรี 22160

²คณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏวชิรเวศน์ วิทยาเขตบางพระ จ.ชลบุรี 22110

¹Chanthaburi Land Development Station, Land Development Department, Chanthaburi, 22160

²Faculty of Agriculture and Natural Resources, Rajamangala University of Technology Tawan-ok, Chonburi 22110

*e-mail: Kaewwichian1311@gmail.com Tel. 090-395-4322

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบผลผลิตของถั่วฝักยาวสายพันธุ์ทนแล้ง 2 สายพันธุ์ ใน 2 ฤดูปลูก ในสภาพการใส่ปุ๋ยหมักและปุ๋ยเคมี วางแผนการทดลองแบบ 2 x 3 factorial in RCBD จำนวน 4 ซ้ำ โดยมีปัจจัย A สายพันธุ์ของถั่วฝักยาวทนแล้ง 2 สายพันธุ์ a1:สายพันธุ์บางพระ2 a2: สายพันธุ์ม่วง33 ปัจจัย B การใส่ปุ๋ย ได้แก่ b1: ปุ๋ยหมักมูลโค b2: ปุ๋ยหมัก พด. b3: ปุ๋ยเคมี ปลูกทดสอบในฤดูฝนและฤดูหนาว ผลการทดลองจากการวิเคราะห์ผลรวมของ 2 ฤดูปลูกพบว่าสายพันธุ์บางพระ2 ให้ผลผลิตต่อไร่ มากกว่าสายพันธุ์ม่วง33 ($p < 0.01$) (2.54 และ 2.26 ตันต่อไร่ ตามลำดับ) การใช้ปุ๋ยพบว่าไม่มีความแตกต่างกัน ($p > 0.05$) โดยที่การใส่ปุ๋ยหมัก พด. มีแนวโน้มให้ผลผลิตต่อไร่มากที่สุด รองลงมาคือปุ๋ยหมักมูลโคและปุ๋ยเคมี (2.50, 2.39 และ 2.32 ตันต่อไร่ ตามลำดับ) ผลของสภาพแวดล้อมพบว่ามีความแตกต่างกัน ($p < 0.01$) โดยการปลูกในฤดูหนาวให้ผลผลิตสูงกว่าในฤดูฝน (2.75 และ 2.06 ตันต่อไร่ ตามลำดับ) พบว่ามีนัยสำคัญของปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กรรมกับสภาพแวดล้อม ($p < 0.01$) โดยที่ในฤดูฝน สายพันธุ์บางพระ2 ให้ผลผลิตมากกว่าสายพันธุ์ม่วง33 (2.34 และ 1.78 ตันต่อไร่ ตามลำดับ) ในขณะที่ในฤดูหนาวทั้ง 2 สายพันธุ์มีผลผลิตไม่แตกต่างกัน (2.75 และ 2.74 ตันต่อไร่ ตามลำดับ)

คำสำคัญ: ถั่วฝักยาว ทนแล้ง ปุ๋ยหมัก สภาพแวดล้อม

Abstract

The aim of this research was to conduct yield trial of 2 drought-tolerant yardlong bean lines under different fertilizer applications in 2 seasons. The experiments were laid out in 2x3 factorial in RCBD with 4 replications. Factor A was 2 drought-tolerant yard long bean lines a1: Bangpra2 and a2: Purple33. Factor B was fertilizer applications, which were: b1: cow manure compost, b2: PD. compost, b3: chemical fertilizer. They were conducted in rainy season and cool season. The results from combined analysis of 2 seasons showed that Bangpra2 gave more yield/rai than Purple33 ($p < 0.01$) (2.54 and 2.26 tons/rai, respectively). There was not significant difference among the fertilizer applications ($p > 0.05$), where PD. compost application tended to give the most yield per rai, followed by cow manure compost and chemical fertilizer (2.50, 2.39 and 2.32 tons/rai, respectively). The environmental effects were different ($p < 0.01$), where the planting in cool season gave higher yield than in the rainy season (2.75 and 2.06 tons/rai, respectively). Genetic by environment interaction in yield was significant ($p < 0.01$). In the rainy season, Bangpra2 gave more yield than Purple33 (2.34 and 1.78 tons/rai, respectively), where in cool season, both lines had no difference in yield (2.75 and 2.74 tons/rai, respectively).

Keywords: String Bean, Drought-Tolerant, Compost, Environment

1. บทนำ

ถั่วฝักยาวเป็นพืชตระกูลถั่วที่มีลักษณะลำต้นเลื้อยขึ้นค้างมีดอกสมบูรณ์เพศ เจริญเติบโตได้ดีในสภาพอากาศร้อนชื้น (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2543) ถั่วฝักยาวเป็นผักกินผล ซึ่งฝักหรือผลอ่อนของถั่วฝักยาวมีลักษณะพิเศษ คือเรียวกลมยาว ฉ่ำน้ำ ค่อนข้างกรอบ รสหวานมัน มีกลิ่นหอม (bean aroma) นำรับประทาน เป็นพืชตระกูลถั่วที่มีความสำคัญระดับโลกซึ่งถูกใช้มานานหลายศตวรรษ (Brink & Belay, 2006) นอกจากนี้สามารถนำมาปรุงอาหารได้หลากหลายชนิด และในด้านสมุนไพรถั่วฝักยาวมีสรรพคุณ บำรุงกำลัง บำรุงม้าม บำรุงไต แก้บิด อาเจียน กระหายน้ำ ตกขาว ปัสสาวะกระปริกระปรอย ท้องแน่นอืด (เดชา, 2540) ถั่วฝักยาวเป็นพืชที่มีตลาดค่อนข้างกว้าง มีการซื้อขายตั้งแต่ระดับชุมชนไปจนถึงส่งออกต่างประเทศ

สภาพแวดล้อมในการปลูกมีอิทธิพลต่อผลผลิตของถั่วฝักยาว (Pornsuriya et al., 2021) โดยพันธุ์พืชผักจะมีการตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมในการปลูกโดยการให้ผลผลิตที่สูงหรือต่ำเมื่อปลูกในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันไป ในกระบวนการคัดเลือกจีโนไทป์ที่เหมาะสมสำหรับสภาพแวดล้อมที่กำหนด จำเป็นต้องเข้าใจว่าจีโนไทป์เป็นผลมาจากการตอบสนองของจีโนไทป์ต่ออิทธิพลของสภาพแวดล้อม อย่างไรก็ตามการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมสามารถทำให้เกิดปฏิสัมพันธ์ที่แตกต่างกันระหว่างสิ่งแวดล้อมและจีโนไทป์ได้ (Owusu et al., 2020)

ปัจจุบันแนวคิดการตลาดเปลี่ยนแปลงไปเป็นการตลาดเพื่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งได้รับการยอมรับและมีการส่งเสริมมากขึ้น มีการนำปัญหาเรื่องผลกระทบต่อสุขภาพและด้านสิ่งแวดล้อมมาเป็นข้อกำหนดในการกีดกันทางการค้าระหว่างประเทศ ส่งผลให้ประเทศผู้นำเข้าต่างให้ความสำคัญในเรื่องความปลอดภัย และการเพิ่มมาตรการตรวจสอบสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่ตกค้างในพืชผัก สำหรับการผลิตผักตระกูลถั่วเมืองร้อนเหล่านี้จำเป็นต้องมีสารอาหารในปริมาณที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและการพัฒนา มิฉะนั้นอาจมีอาการขาดทางสรีรวิทยา (Takahashi, 1981) ในช่วงหลายปีที่ผ่านมามีการใช้ปุ๋ยอินทรีย์อย่างกว้างขวางทั่วโลกเพื่อสนับสนุนและเพิ่มประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของผักเหล่านี้ อย่างไรก็ตาม การใช้ปุ๋ยอินทรีย์มีความสำคัญมากขึ้นทั่วโลกในช่วง สองสามทศวรรษที่ผ่านมา เนื่องจากความพยายามในการอนุรักษ์การเกษตร มีการใช้ปุ๋ยอินทรีย์เพื่อช่วยรักษาทรัพยากรธรรมชาติและลดความเสี่ยงต่อระบบนิเวศ (Mäder et al., 2002) ส่งผลให้เกษตรกรอินทรีย์กลายเป็นเทคโนโลยีทางเลือกที่สนับสนุนการใช้สารประกอบอินทรีย์ธรรมชาติ เช่น เศษพืช ปุ๋ยคอก มูลสัตว์หญ้า และปุ๋ยหมัก (Shannon et al., 2002) มีการใช้สารประกอบอินทรีย์ธรรมชาติเหล่านี้ในการปรับปรุงสภาพโภชนาการของดินและมีอิทธิพลต่อคุณสมบัติของดินอื่นๆ เช่น การเติมอากาศ ความสามารถในการกักเก็บน้ำ และการรวมตัวของอนุภาค (Pagliai et al., 2004) ซึ่งมีส่วนช่วยในการผลิตพืชผลที่ดีขึ้น ดังนั้นงานทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบผลผลิตฝักสดของถั่วฝักยาวสายพันธุ์ทนแล้ง 2 สายพันธุ์ ใน 2 ฤดูปลูก ในสภาพการใส่ปุ๋ยหมักและปุ๋ยเคมี เพื่อเป็นแนวทางแนะนำแก่เกษตรกรที่ปลูกถั่วฝักยาวในพื้นที่ทั่วไปตลอดจนในพื้นที่ที่ประสบภัยแล้ง ทำให้เกษตรกรได้รับผลตอบแทนจากการปลูกถั่วฝักยาวเพิ่มขึ้น

2. วิธีการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ 2 x 3 factorial in RCBD จำนวน 4 ซ้ำ 2 ฤดูปลูก โดยมีปัจจัยการทดลอง 2 ปัจจัย คือ ปัจจัย A สายพันธุ์ของถั่วฝักยาวทนแล้ง 2 สายพันธุ์ (ปราโมทย์ และคณะ, 2565) a1:สายพันธุ์บางพระ2 a2:สายพันธุ์ม่วง33 ปัจจัย B การใส่ปุ๋ย ได้แก่ b1: ปุ๋ยหมักมูลโค b2: ปุ๋ยหมัก พด. b3: ปุ๋ยเคมี เตรียมพื้นที่ปลูกโดยไถพรวนดินให้ละเอียด ทำแปลงขนาดกว้าง 1 เมตร ยาว 2.5 เมตร ระหว่างทางเดิน 50 เซนติเมตร ปลูกแบบแถวคู่ ระยะปลูก 75x50 เซนติเมตร โดยหยอดเมล็ดและถอนแยกให้เหลือ 2 ต้น/หลุม ได้จำนวน 10 หลุม 20 ต้น/แปลงย่อย ทดลองทำซ้ำใน 2 ฤดูปลูก ได้แก่ฤดูฝน (มิถุนายน-สิงหาคม 2565) และฤดูหนาว (กันยายน-ธันวาคม 2565) ในพื้นที่แปลงงานฟาร์มแผนกพืชผัก สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก โดยจัดที่ดินทดลองเหมือนกันทั้ง 2 ฤดูปลูก การใส่ปุ๋ย ใส่ปุ๋ยหมัก (ทั้ง 2 สูตร) โดยการหว่านคลุกให้ทั่วแปลง อัตรา 2,133 กิโลกรัมต่อไร่ (5 กิโลกรัมต่อแปลงหน่วยทดลอง) ตามปัจจัยการทดลอง การใส่ปุ๋ยเคมี ใช้ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 แบ่งใส่ 2 ครั้ง รองกันหลุมก่อนปลูก ในอัตรา 32 กิโลกรัมต่อไร่ และใส่เมื่อต้นถั่วฝักยาวมีอายุ 21 วัน ในอัตรา 32 กิโลกรัมต่อไร่ และปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 ใส่อัตรา 16 กิโลกรัมต่อไร่ ใส่เมื่อต้นถั่วฝักยาวมีอายุ 14 วัน ให้น้ำแบบร่องโดยดูจากความชื้นของดิน บันทึกข้อมูลลักษณะทางพืชสวนและผลผลิต การวิเคราะห์ข้อมูล วิเคราะห์ความแปรปรวนตามแผนการทดลอง จากนั้นทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวม (combined analysis of variance) ของ 2 สภาพแวดล้อม (สุรพล, 2537) โดยก่อนการวิเคราะห์ผลรวมมีการทดสอบความเป็นเอกภาพของความแปรปรวนด้วยวิธี Bartlett's test for homogeneity of variance (ประวิตร, 2548; Little & Hills, 1978) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของปัจจัยด้วยวิธี Duncan's new multiple range test ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 (สุรพล, 2537)

3. ผลการทดลอง

3.1 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของลักษณะทางพืชสวนและผลผลิต

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวม (combined analysis of variance) ของการทดลอง 2 ฤดู พบว่าฤดูปลูกมีนัยสำคัญในลักษณะอายุดอกแรกบาน ค่าความเขียวของใบ น้ำหนักฝัก จำนวนเมล็ดต่อฝัก และผลผลิตต่อไร่ สายพันธุ์มีนัยสำคัญในลักษณะอายุดอกแรกบาน ความกว้างฝัก ความยาวฝัก น้ำหนักฝัก และผลผลิตต่อไร่ การใส่ปุ๋ย 3 แบบ ไม่พบนัยสำคัญในทุกลักษณะ ในส่วนของปฏิสัมพันธ์ของปัจจัยพบว่ามีนัยสำคัญของฤดูปลูกกับสายพันธุ์ในลักษณะอายุดอกแรกบาน ความกว้างฝัก ความยาวฝัก น้ำหนักฝัก และผลผลิตต่อไร่ พบนัยสำคัญของปฏิสัมพันธ์ระหว่างฤดูปลูกกับการใส่ปุ๋ยเฉพาะในลักษณะความเขียวของใบ ในขณะที่ สายพันธุ์ x การใส่ปุ๋ย และ ฤดูปลูก x สายพันธุ์ x การใส่ปุ๋ย ไม่มีนัยสำคัญในทุกลักษณะที่ศึกษา (Table 1)

Table 1 Analysis of Variance for horticultural characteristics and yield of 2 drought-tolerant yardlong bean genotypes under 3 fertilizer applications in 2 environments (seasons).

SOV	df	Mean Square						
		Days to first anthesis (day)	Leaf greenness value (SPAD unit)	Pod width (cm)	Pod length (cm)	Pod weight (g/pod)	No. of seeds per pod	Yield (tons/rai)
Environments (E)	1	275.52 ^{**}	334.54 ^{**}	0.142 ^{ns}	35.02 ^{ns}	320.70 [*]	149.11 ^{**}	5.727 ^{**}
Blk/ E	6	2.66 ^{ns}	22.13 ^{ns}	0.055 ^{**}	22.88 ^{ns}	43.30 ^{ns}	4.33 [*]	0.198 ^{ns}
Genotypes(G)	1	88.02 ^{**}	25.35 ^{ns}	0.033 [*]	429.60 ^{**}	525.43 ^{**}	5.88 ^{ns}	0.980 ^{**}
Fertilizers (F)	2	0.90 ^{ns}	36.08 ^{ns}	0.002 ^{ns}	1.90 ^{ns}	1.16 ^{ns}	4.96 ^{ns}	0.129 ^{ns}
E x G	1	17.52 [*]	4.51 ^{ns}	0.043 [*]	94.08 [*]	384.48 ^{**}	5.33 ^{ns}	0.902 ^{**}
G x F	2	4.77 ^{ns}	26.39 ^{ns}	0.003 ^{ns}	8.03 ^{ns}	3.02 ^{ns}	0.97 ^{ns}	0.070 ^{ns}
E x F	2	1.40 ^{ns}	57.37 [*]	0.003 ^{ns}	18.16 ^{ns}	14.21 ^{ns}	1.07 ^{ns}	0.254 ^{ns}
E x G x F	2	4.02 ^{ns}	33.59 ^{ns}	0.002 ^{ns}	0.33 ^{ns}	5.52 ^{ns}	0.18 ^{ns}	0.024 ^{ns}
Pooled Error	30	3.09	14.65	0.006	17.20	27.48	1.78	0.116
CV. (%)		5.19	6.61	10.45	6.22	15.46	7.60	14.18

ns, *and ** = non-significant, significant at $p < 0.05$ and 0.01 , respectively

3.2 ผลของฤดูปลูก

จากผลการทดสอบสายพันธุ์ถั่วฝักยาวใน 2 ฤดูปลูก เมื่อเฉลี่ยจากปัจจัยอื่นๆ พบว่าฤดูปลูกมีความแตกต่างกันในลักษณะอายุดอกแรกบาน ค่าความเขียวของใบ จำนวนเมล็ดต่อฝัก ผลผลิตต่อไร่ ($p < 0.01$) และน้ำหนักฝัก ($p < 0.05$) โดยที่การปลูกในฤดูหนาวมีอายุดอกแรกบาน 36.25 วัน มากกว่าในฤดูฝน (31.46 วัน) มีค่าความเขียวของใบ 60.56 หน่วย มากกว่าในฤดูฝน (55.28 หน่วย) มีจำนวนเมล็ดต่อฝัก 19.30 เมล็ดต่อฝัก มากกว่าในฤดูฝน (15.78 เมล็ดต่อฝัก) และมีผลผลิตต่อไร่ 2.75 กิโลกรัมต่อไร่ มากกว่าการปลูกในฤดูฝน (2.06 กิโลกรัมต่อไร่) แต่ในลักษณะน้ำหนักฝักพบว่า การปลูกในฤดูฝนมีน้ำหนักฝักมากกว่าการปลูกในฤดูหนาว (36.50 และ 31.34 กรัมต่อฝัก ตามลำดับ) (Table 2, Figure 1.1)

3.3 ผลของสายพันธุ์

ในการทดสอบสายพันธุ์ถั่วฝักยาวสายพันธุ์ทนแล้ง 2 สายพันธุ์ เมื่อเฉลี่ยจากปัจจัยอื่นๆ พบว่าสายพันธุ์มีความแตกต่างกัน ($p < 0.01$) ในลักษณะอายุดอกแรกบาน ความกว้างฝัก ความยาวฝัก น้ำหนักฝัก และผลผลิตต่อไร่ โดยสายพันธุ์บางพระ 2 มีอายุดอกแรกบาน 32.50 วัน เร็วกว่าสายพันธุ์ม่วง 33 (35.21 วัน) มีความกว้างฝัก 0.75 เซนติเมตร มากกว่าสายพันธุ์ม่วง 33 (0.70 เซนติเมตร) มีความยาวฝัก 69.70 เซนติเมตร มากกว่าสายพันธุ์ม่วง 33 (63.71 เซนติเมตร) มีน้ำหนักฝัก 37.23 กรัม มากกว่าสายพันธุ์ม่วง 33 (30.61 กรัม) และมีผลผลิตต่อไร่ 2.54 ตันต่อไร่ มากกว่าสายพันธุ์ม่วง 33 (2.26 ตันต่อไร่) (Table 2, Figure 1.2)

3.3 ผลของการใส่ปุ๋ย

ผลของการใส่ปุ๋ย 3 แบบ ได้แก่ ปุ๋ยหมักมูลโค ปุ๋ยหมัก พด. และปุ๋ยเคมี เมื่อเฉลี่ยจากปัจจัยอื่นๆ พบว่าการใส่ปุ๋ยทั้ง 3 แบบไม่มีความแตกต่างกัน ($p > 0.05$) ในทุกลักษณะ ได้แก่ อายุดอกแรกบาน ค่าความเขียวของใบ ความกว้างฝัก ความยาวฝัก น้ำหนักฝัก จำนวนเมล็ดต่อฝัก และผลผลิตต่อไร่ โดยในส่วนของผลผลิตต่อไร่พบว่า การใส่ปุ๋ยหมัก พด. ปุ๋ยหมักมูลโค และปุ๋ยเคมี ได้ผลผลิตเรียงไปตามลำดับคือ 2.50, 2.39 และ 2.32 ตันต่อไร่ ตามลำดับ (Table 2, Figure 1.3)

3.4 ผลของปฏิสัมพันธ์ระหว่างฤดูปลูกกับสายพันธุ์

พบว่าการตอบสนองของสายพันธุ์ถั่วฝักยาว 2 สายพันธุ์ ต่อ 2 ฤดูปลูก มีความแตกต่างกันในลักษณะอายุดอกแรกบาน ความกว้างฝัก ความยาวฝัก ($p < 0.05$) น้ำหนักฝัก และผลผลิตต่อไร่ ($p < 0.01$)

Table 2 Horticultural characteristics and yield of 2 drought-tolerant yardlong bean lines under 3 fertilizer applications in 2 seasons.

Environments (E)	Days to first anthesis (day)	Leaf greenness value (SPAD unit)	Pod width (cm)	Pod length (cm)	Pod weight (g/pod)	No. of seeds per pod	Yield (tons/rai)
Rainy season	31.46 b	55.28 b	0.78	67.56	36.50 a	15.78 b	2.06 b
Cool season	36.25 a	60.56 a	0.67	65.85	31.34 b	19.30 a	2.75 a
F-test	**	**	ns	ns	*	**	**
Genotypes (G)							
Bangpra2	32.50 b	58.65	0.75 a	69.70 a	37.23 a	17.89	2.54 a
Purple33	35.21 a	57.19	0.70 b	63.71 b	30.61 b	17.19	2.26 b
F-test	**	ns	**	**	**	ns	**
Fertilizers (F)							
Cow dung compost	33.69	59.12	0.71	66.84	33.83	18.01	2.39
PD. Compost	33.75	56.24	0.73	66.96	34.22	17.68	2.50
Chemical	34.12	58.40	0.73	66.31	33.71	16.93	2.32
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Environments (E) x Genotypes (G)							
Rainy season x Bangpra2	29.50 d	55.70	0.84 a	71.95 a	42.64 a	16.46	2.34 b
Rainy season x Purple33	33.42 c	54.86	0.72 b	63.17 c	30.37 b	15.09	1.78 c
Cool season x Bangpra2	35.50 b	61.59	0.67 b	67.44 b	31.81 b	19.32	2.75 a
Cool season x Purple33	37.00 a	59.53	0.67 b	64.26 bc	30.86 b	19.28	2.74 a
F-test	*	ns	*	*	**	ns	**
Genotypes (G) x Fertilizers (F)							
Bangpra2 x Cow dung compost	31.88	59.57	0.75	69.01	36.70	18.10	2.61
Bangpra2 x PD. compost	35.50	58.67	0.67	64.66	30.96	17.93	2.18
Bangpra2 x Chemical	32.25	55.84	0.75	70.40	37.54	18.25	2.58
Purple33 x Cow dung compost	35.25	56.63	0.72	63.53	30.91	17.10	2.41
Purple33 x PD. compost	33.38	60.53	0.75	69.68	37.45	17.31	2.44
Purple33 x Chemical	34.88	56.27	0.71	62.95	29.97	16.54	2.19
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	5.19	6.61	10.45	6.22	15.46	7.60	14.18

ns, *and ** = non-significant, significant at $p < 0.05$ and 0.01 , respectively

Means (in each section) with the same letter in a column are not significantly different at $DMRT_{0.05}$

อายุดอกแรกบาน พบว่าสายพันธุ์บางพระ2 มีอายุดอกแรกบานเร็วกว่าสายพันธุ์ม่วง33 ทั้งในฤดูฝนและฤดูหนาว (Table 2) แต่เมื่อพิจารณาจากเส้นกราฟการตอบสนองของสายพันธุ์ต่อฤดูปลูก (Figure 2.1) พบว่าสายพันธุ์บางพระ2 มีอายุดอกแรกบานเพิ่มขึ้นในอัตราที่มากกว่าสายพันธุ์ม่วง33 เมื่อเปลี่ยนจากฤดูฝนเป็นฤดูหนาว

ความกว้างฝัก พบว่าในฤดูฝนสายพันธุ์บางพระ2 ให้ความกว้างฝักมากกว่าสายพันธุ์ม่วง33 (0.84 และ 0.72 เซนติเมตร ตามลำดับ) ในขณะที่ในฤดูหนาวทั้ง 2 สายพันธุ์มีความกว้างฝักไม่แตกต่างกันคือ 0.67 เซนติเมตร ทั้ง 2 สายพันธุ์ (Table 2, Figure 2.2)

ความยาวฝัก พบว่าในฤดูฝนสายพันธุ์บางพระ2 ให้ความยาวฝักมากกว่าสายพันธุ์ม่วง33 (71.95 และ 63.17 เซนติเมตร ตามลำดับ) ในขณะที่ในฤดูหนาวทั้ง 2 สายพันธุ์มีความยาวฝักไม่แตกต่างกัน (67.44 และ 64.26 เซนติเมตร ตามลำดับ) (Table 2, Figure 2.3)

น้ำหนักฝัก พบว่าในฤดูฝนสายพันธุ์บางพระ2 ให้น้ำหนักฝักมากกว่าสายพันธุ์ม่วง33 (42.64 และ 30.37 กรัม ตามลำดับ) ในขณะที่ในฤดูหนาวทั้ง 2 สายพันธุ์มีน้ำหนักฝักไม่แตกต่างกัน (31.81 และ 30.86 กรัม ตามลำดับ) (Table 2, Figure 2.4)

ผลผลิต พบว่าในฤดูฝนสายพันธุ์บางพระ2 ให้ผลผลิตมากกว่าสายพันธุ์ม่วง33 (2.34 และ 1.78 ตันต่อไร่ ตามลำดับ) ในขณะที่ในฤดูหนาวทั้ง 2 สายพันธุ์มีผลผลิตไม่แตกต่างกัน (2.75 และ 2.74 ตันต่อไร่ ตามลำดับ) โดยที่การปลูกในฤดูหนาวพบว่า ทั้ง 2 สายพันธุ์ให้ผลผลิตมากกว่าการปลูกในฤดูฝน (Table 2, Figure 2.5 และ 2.6)

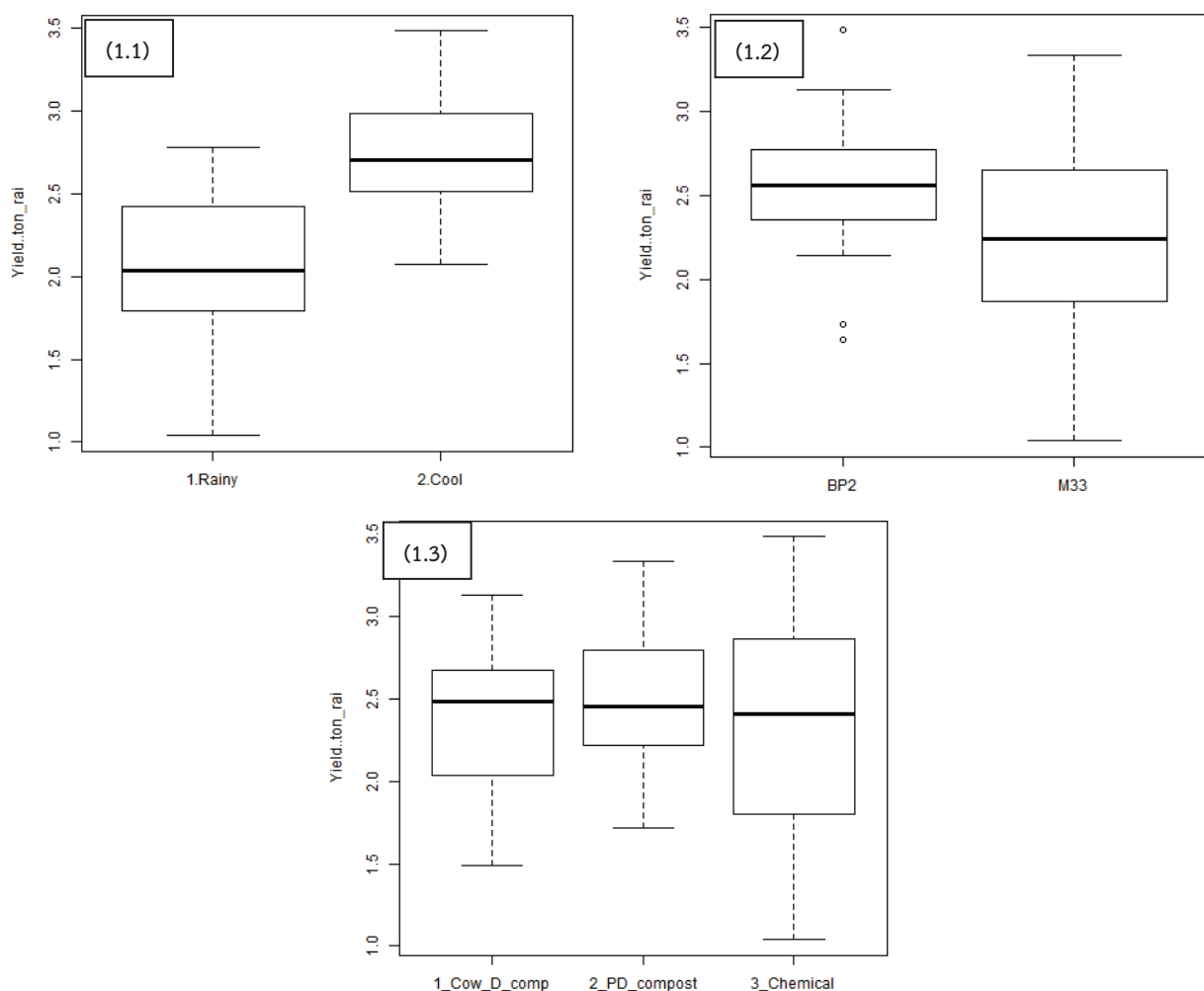


Figure 1 Boxplots showing variations and effects of (1.1) seasons, (1.2) genotypes, (1.3) fertilizer applications and (1.4) environment x genotype interaction for yield of yardlong bean lines.

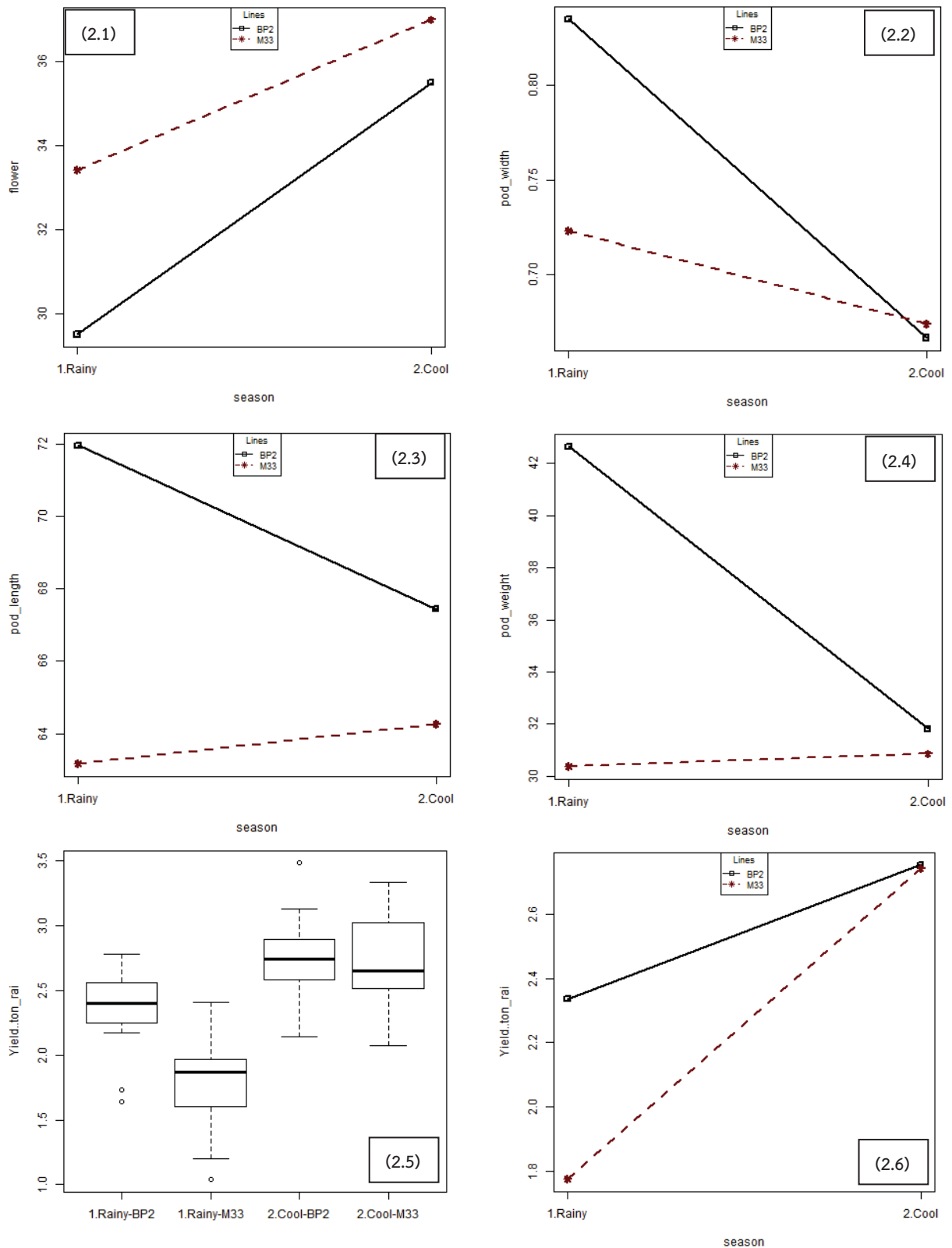


Figure 2 Lineplots and boxplot showing environment x genotype interaction effects on (2.1) Days to first anthesis (2.2) pod width, (2.3) pod length, (2.4) pod weight and (2.5-2.6) yield of yardlong bean lines.

4. วิจารณ์

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของ 2 สภาพแวดล้อม เมื่อพิจารณาในลักษณะผลผลิตต่อไร่ พบว่ามีความแปรปรวนอย่างมีนัยสำคัญในส่วนของการปลูก (G) สภาพแวดล้อม (E) และปฏิสัมพันธ์ระหว่างการปลูกกับสภาพแวดล้อม (GEI) (Table 1) โดยจากการปลูกใน 2 ฤดูปลูก ทำให้มีความแตกต่างกันของสภาพแวดล้อมซึ่งแสดงออกในหลายลักษณะรวมทั้งผลผลิต (Figure 1.1) โดยที่เมื่อพิจารณาจากค่า sum of square ซึ่งแยกความแปรปรวนเป็นส่วนต่างๆ พบว่าในลักษณะผลผลิตมีสัดส่วนของความแปรปรวนเนื่องจาก G, E และ GEI เท่ากับ 7.41, 43.30 และ 6.82 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ การมีสัดส่วนความแปรปรวนที่สูงของสภาพแวดล้อมส่งผลให้มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของค่าเฉลี่ยของสภาพแวดล้อม สอดคล้องกับการทดลองของ Pornsuriya et al. (2021) ที่พบว่ามีส่วนความแปรปรวนของ E สูงกว่า G และ GEI ซึ่งการมีนัยสำคัญของ GEI แสดงว่าสายพันธุ์มีความผันแปรแตกต่างกันไปในแต่ละสภาพแวดล้อม โดยพบว่าสายพันธุ์บางพระ 2 ให้ความยาวฝักและผลผลิตสูงกว่าสายพันธุ์ม่วง 33 ในการปลูกในสภาพการให้น้ำปกติ จากการที่ทั้ง 2 สายพันธุ์เป็นสายพันธุ์ทนแล้ง (ปราโมทย์ และคณะ, 2565) แต่จากการปลูกทดลองในสภาพแล้งพบว่าทั้ง 2 สายพันธุ์ให้ผลผลิตไม่แตกต่างกัน โดยที่สายพันธุ์ม่วง 33 มีแนวโน้มให้ผลผลิตสูงกว่าสายพันธุ์บางพระ 2 (ปราโมทย์ และคณะ, 2565) ในส่วนผลของการใช้ปุ๋ย 3 แบบ พบว่าให้ลักษณะทางพืชและผลผลิตไม่แตกต่างกัน โดยที่การใช้ปุ๋ยหมัก พด. มีแนวโน้มให้ผลผลิตฝักสดต่อไร่มากที่สุด รองลงมาคือปุ๋ยหมักมูลโคและปุ๋ยเคมี ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ จรรจรจิรา และปราโมทย์ (2559) ที่ทดลองการให้ปุ๋ยเคมี ให้ปุ๋ยหมัก และปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยหมัก รวม 6 สูตร ในถั่วฝักยาว 2 สายพันธุ์ ซึ่งพบว่าไม่มีความแตกต่างของผลผลิตระหว่างการให้ปุ๋ยดังกล่าว และจากการทดลองของ Naimah et al. (2015) พบว่าการให้ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยคอกถั่วฝักยาวให้ผลผลิตไม่แตกต่างกัน โดยจากผลการวิเคราะห์ดินในพื้นที่ปลูกทดลองพบว่าลักษณะเนื้อดินเป็นดินทรายปนร่วน มีธาตุอาหาร P และ K อยู่ในระดับสูงและปานกลางตามลำดับ ค่าความเป็นกรด-ด่าง 6.0 การนำไฟฟ้า 0.04 dS/m. (สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน, 2565) และจากผลการวิเคราะห์ปุ๋ยหมัก พด. และปุ๋ยหมักมูลโค พบว่า มีอินทรีย์วัตถุ 18.45 และ 18.08% ปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ 10.57 และ 10.49% ค่า C:N ratio เท่ากับ 8 และ 15 ค่าความเป็นกรด-ด่าง 7.11 และ 7.26 การนำไฟฟ้า 3.31 และ 4.89 dS/m. ค่าความชื้น 26.24 และ 26.39% ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total Nitrogen) 1.37 และ 0.68% ฟอสฟอรัสทั้งหมด (Total P₂O₅) 0.74 และ 0.60 % โพแทสเซียมทั้งหมด (Total K₂O) 1.13 และ 1.11% แคลเซียม 8.79 และ 9.88% CaO แมกนีเซียม 0.46 และ 0.57% MgO และกำมะถัน 1.11 และ 1.16% S ตามลำดับ (สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน, 2565) โดยเมื่อเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานของปุ๋ยอินทรีย์ซึ่งกำหนดไว้ว่า ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total Nitrogen) ไม่น้อยกว่า 1 % ฟอสฟอรัสทั้งหมด (Total P₂O₅) ไม่น้อยกว่า 0.5% และโพแทสเซียมทั้งหมด (Total K₂O) ไม่น้อยกว่า 0.5% หรือมีปริมาณธาตุอาหารหลักรวมกันไม่ต่ำกว่า 2% และอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N Ratio) ไม่เกิน 20 (ประกาศกรมวิชาการเกษตร เรื่อง กำหนดเกณฑ์ปุ๋ยอินทรีย์ พ.ศ. 2557, 2557) ดังนั้นในการปลูกถั่วฝักยาวเมื่อใส่ปุ๋ยหมักหรือปุ๋ยอินทรีย์ในปริมาณที่มากเพียงพอในสภาพพื้นที่ที่เหมาะสมจึงทำให้ได้ผลผลิตไม่แตกต่างจากการใส่ปุ๋ยเคมี ซึ่งสามารถใช้เป็นแนวทางสำหรับการส่งเสริมการลดต้นทุนทางการเกษตรในการใช้ปุ๋ยเคมีให้กับเกษตรกรได้

5. สรุป

ผลของสภาพแวดล้อมพบว่ามีความแตกต่างกัน ($p < 0.01$) โดยการปลูกในฤดูหนาวให้ผลผลิตสูงกว่าในฤดูฝน (2.75 และ 2.06 ตันต่อไร่ ตามลำดับ) สายพันธุ์บางพระ 2 ให้ผลผลิตต่อไร่มากกว่าสายพันธุ์ม่วง 33 ($p < 0.01$) (2.54 และ 2.26 ตันต่อไร่ ตามลำดับ) การใช้ปุ๋ยพบว่าไม่มีความแตกต่างกัน ($p > 0.05$) โดยที่การใส่ปุ๋ยหมัก พด. มีแนวโน้มให้ผลผลิตต่อไร่มากที่สุด รองลงมาคือปุ๋ยหมักมูลโคและปุ๋ยเคมี (2.50, 2.39 และ 2.32 ตันต่อไร่ ตามลำดับ) พบว่ามีความสำคัญของปฏิสัมพันธ์ระหว่างการปลูกกับสภาพแวดล้อม ($p < 0.01$) โดยที่ในฤดูฝนสายพันธุ์บางพระ 2 ให้ผลผลิตมากกว่าสายพันธุ์ม่วง 33 (2.34 และ 1.78 ตันต่อไร่ ตามลำดับ) ในขณะที่ในฤดูหนาวทั้ง 2 สายพันธุ์มีผลผลิตไม่แตกต่างกัน (2.75 และ 2.74 ตันต่อไร่ ตามลำดับ) จากการทดลองพบว่าการใช้ปุ๋ยหมักในปริมาณที่มากเพียงพอทำให้ได้ผลผลิตของถั่วฝักยาวทั้ง 2 สายพันธุ์ไม่แตกต่างจากการใส่ปุ๋ยเคมี

6. เอกสารอ้างอิง

กรมส่งเสริมการเกษตร. (2543). **คู่มือพืชสวนเศรษฐกิจ**. กรุงเทพฯ: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด, 314 น.
จรรจรจิรา เจริญทวีชัย และ ปราโมทย์ พรสุริยา. (2559). **ผลของปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยเคมี และน้ำหมักชีวภาพต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของถั่วฝักยาวสายพันธุ์เบอร์ 12 และสายพันธุ์บางพระ 2 บนดินมาบอนที่มีธาตุเป็นต่างสูงและเป็นดินร่วนหยาบ จังหวัดชลบุรี**. (รายงานผลการวิจัย). จันทบุรี: สถานีพัฒนาที่ดินจันทบุรี, 62 น.

- เดชา ศิริภัทร. (2540). ถั่วฝักยาวฝักผลพื้บ้านยาวที่สุดในวงศ์ตระกูล. วารสารหมอชาวบ้าน 19, 53-55.
- ประกาศกรมวิชาการเกษตร เรื่อง กำหนดเกณฑ์ปุ๋ยอินทรีย์ พ.ศ. 2557. (2557). (24 มกราคม 2557). ราชกิจจานุเบกษา. เล่มที่ 131 ตอนพิเศษ 29 ง, หน้า 4.
- ประวีตร พุทธานนท์. (2548). ไบโอมेटริกเพื่อการปรับปรุงพันธุ์พืช. เชียงใหม่: ภาควิชาพืชไร่ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้.
- ปราโมทย์ พรสุริยา, ปริญญ์ ขวัญอ่อน และอภิสิทธิ์ ชิตวณิช. (2565). การประเมินและคัดเลือกพันธุ์ถั่วฝักยาวทนต่อสภาพแล้ง. (รายงานการวิจัย) ชลบุรี: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก, 127 น.
- สุรพล อุปติสสกุล. (2537). สถิติ การวางแผนการทดลอง เล่ม 2. กรุงเทพฯ: สหมิตรออฟเซต, 492 น.
- สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน. 2565. รายงานผลการทดสอบ. กรุงเทพฯ: กรมพัฒนาที่ดิน.
- Brink, M. & Belay, G. (Editors). (2006). **Plant Resources of tropical Africa 1. Cereals and Pulses, PROTA Foundation**, pp: 150-153. Wageningen, Netherlands/ Backhuys Publishers, Leiden, Netherlands/ CTA, Wageningen, Netherlands.
- Little, T.M. & Hills, F.J. (1978). **Agricultural Experimentation Design and Analysis**. Canada: John Wiley & Sons, Inc.
- Naimah S., Nashriyah, M. & Mohd Noor, A.G. (2015). Effects of organic and inorganic fertilizers on growth and yield of *Vigna unguiculata* subsp. *sesquipedalis* L. **J. Trop. Plant Physiol.**, 7, 1-13.
- Mäder, P., Fließbach, A., Dubois, D., Gunst, L., Fried, P. & Niggli, U. (2002). Soil fertility and biodiversity in organic farming. **Sci.**, 296,1694-1697.
- Owusu, E. Y., Amegbor, I. K., Mohammed, H., Kusi, F., Atopkle, I., Sie, E. K., & Nutsugah, S. K. (2020). Genotypex environment interactions of yield of cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) walp) inbred lines in the Guinea & Sudan savanna ecologies of Ghana. **Journal of Crop Science and Biotechnology**, 23, 453-460.
- Pagliai, M., Vignozzi, N. & Pellegrini, S. (2004). Soil structure and the effect of management practices. **Soil Till. Res.**, 79, 131-143.
- Pornsuriya, P., Pornsuriya, P., Kwun-on, P. & Chittawanij, A. (2021). Yield stability of new elite lines of yardlong bean (*Vigna unguiculata* (L.) Walp. subsp. *sesquipedalis* Verdc.). **International Journal of Agricultural Technology**, 17(6), 2251-2264.
- Shannon, D., Sen, A.M. & Johnson, D.B. (2002). A comparative study of the microbiology of soils managed under organic and conventional regimes. **Soil Use Manage.**, 18, 274-283.
- Takahashi, K. (1981). **Physiological disorders in Chinese cabbage**. pp: 225-233. N.S. Talekar and T.D. Griggs (eds.). Chinese cabbage. AVRDC, Shan hua, Taiwan.

ประสิทธิภาพการใช้สารสกัดจากใบซีเหล็กในการรักษาแผลแบบ Excision ในหนูเม้าส์

Efficiency of *Senna siamea* Lam Leaves Extract on Excision Wound Healing in Mice

คมปกร ตาณะสุด¹ ชนัญชิตา สงสุรินทร์² และ วิศัลย์ศยา ธรรมจันทร์²

Khompakorn Thanasut¹, Chananchida Songsurin² and Wisansaya Thammakhan²

¹อาจารย์ คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย อ.ทุ่งใหญ่ จ.นครศรีธรรมราช

²นักศึกษา คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย อ.ทุ่งใหญ่ จ.นครศรีธรรมราช

¹Faculty of Veterinary Science, Rajamangala University of Technology Srivijaya, Thungyai, Nakhon Si Thammarat

²Student of Faculty of Veterinary Science; Rajamangala University of Technology Srivijaya.

e-mail: Khompakorn.t@rmutsv.ac.th หมายเลขโทรศัพท์ 089-679-7745

บทคัดย่อ

พืชสมุนไพรใบซีเหล็กมีประสิทธิภาพทางการแพทย์สุขภาพด้านเภสัชวิทยาในหลายด้านแต่อย่างไรก็ตามการศึกษาความเป็นไปได้ของการหายของบาดแผลนั้นยังไม่ได้ได้รับการศึกษาและเผยแพร่ที่มากพอ ดังนั้นงานวิจัยชิ้นนี้จะมุ่งเน้นถึงการพิสูจน์หลักฐานทางวิทยาศาสตร์ที่จะตอบคำถามถึงประสิทธิภาพของสารสกัดใบซีเหล็กต่อการหายของบาดแผลที่ผิวหนัง โดยการทดลองทั้งในส่วนของหลอดทดลองและสัตว์ทดลอง ได้แก่การทดสอบสารออกฤทธิ์การทดสอบความเป็นพิษของสารสกัดใบซีเหล็กการศึกษาขนาดของบาดแผลที่ลดขนาดลงการศึกษาทางจุลพยาธิวิทยาและการศึกษาการแสดงออกของยีนที่เกี่ยวข้องกับการหายของบาดแผลด้วย RT-PCR ผลการพบว่าสารสกัดใบซีเหล็กมีสารออกฤทธิ์ flavonoid ซึ่งมีผลต่อการหายของบาดแผล มีค่าคะแนนการหายของบาดแผลสูงจัดอยู่ในเกรดมาตรฐาน แต่การแสดงออกของยีน col1 α (I) ด้วย RTPCR นั้นไม่มีความแตกต่างกับกลุ่มอื่นๆ สรุปได้ว่าสารสกัดใบซีเหล็กมีผลต่อการหายของบาดแผลนอกจากนี้ผลิตภัณฑ์ตั้งต้นในรูปแบบเจลสารสกัดใบซีเหล็กยังถูกคิดค้นขึ้นเพื่อต่อยอดเชิงธุรกิจต่อไป

คำสำคัญ: ใบซีเหล็ก สารต้านอนุมูลอิสระ สมุนไพร การหายของบาดแผล สัตว์ทดลอง

Abstract

Cassod leaf or *Siamese senna* is a medicinal herb which has various pharmacological efficacy. However, the possibility of wound healing has not been studied and published sufficiently. Therefore, this research will focus on scientific evidence to answer the question of the efficacy of Cassod leaf extract in the wound healing. The in vitro and in vivo studies included the phytochemical test, the cell cytotoxicity test, wound contraction, histopathology and RT-PCR-associated wound healing gene expression. The results revealed Cassod leaf extract contains flavonoid as an active ingredient which affects wound healing. It had a normal wound healing score which is considered a standard grade. But the expression of col1 α (I) genes with RT-PCR was not different from the other groups. It was concluded that the extract of Cassod leaves had an effect on wound healing. In addition, the prototype product, Cassod leaf extract gel was developed to further expand the business.

Keywords: *Senna siamea* Lam, Antioxidant, Herbs, Wound healing, Laboratory Animals

1. บทนำ

ซีเหล็ก เป็นสมุนไพรพื้นบ้านที่จัดอยู่ในวงศ์ Fabaceae (leguminosae-caesalpinioideae) มีชื่อเรียกภาษาไทยอื่นๆ แตกต่างกันไปตามแต่ละท้องถิ่น เช่น ซีเหล็กหลวง (ภาคเหนือ), ซีเหล็กใหญ่ (ภาคกลาง), ผักจี้ลิ (ไทยใหญ่ แม่ฮ่องสอน) ยะหา (มลายู ปัตตานี) และมีชื่อภาษาอังกฤษว่า Cassod tree หรือ Thai copper pod ลักษณะเป็นไม้ต้น ขนาดกลาง ผลัดใบ สูงประมาณ 10 – 15 เมตร ยอดเป็นพุ่มแคบ ลำต้นมักคงเป็นปุ่ม เปลือกต้นสีน้ำตาลหรือเทาปนน้ำตาล เนื้อไม้มีสีน้ำตาลแก่เกือบดำ มีรอยแตกตามยาวของลำต้นเป็นร่องตื้นๆ ยอดอ่อนสีแดง ลักษณะใบแบบขนนกออกเรียงตรงข้ามกัน ด้านบนเกลี้ยง ขอบใบเรียบ ปลายใบมน โคนใบมน แผ่นใบเรียบสีเขียวเข้ม ใบอ่อนมีสีน้ำตาลอมเขียว มีใบย่อยประมาณ 7-16 คู่ ปลายสุดมีใบเดี่ยว ก้านใบสีน้ำตาลแดง ดอก ออกดอกเป็นช่อแบบช่อแยกแขนง ออกช่อที่ปลายกิ่ง ดอกจะบานจากโคนช่อไปยังปลายช่อ มีดอกย่อย

ประมาณ 10-20 ดอก กลีบเลี้ยงกลม ปลายมน มีกลีบดอก 5 กลีบ ปลายมน โคนเรียว หลุดร่วงง่าย ดอกมีสีเหลือง มีเกสรยาวยื่นออกมาภายนอก ผล ลักษณะฝักแบนอวบ ยาวและหนาสีน้ำตาล ฝักแห้งจะแตกออกเป็น 2 ซีก คล้ายกับฝักแค เมล็ด รูปไข่ยาว แบนเรียงตามขวางสีน้ำตาลแก่

วิจัยฉบับนี้ใช้ชี้เหล็กส่วนของใบในการนำมาศึกษาวิจัย ซึ่งองค์ประกอบทางเคมีที่พบในใบ คือ สารกลุ่มแอนทราควิโนน (Anthraquinones) คริสโซฟีโนล (Chrysophenol) อะโลเอโมดิน (Aloe emodin) เซนโนไซด์ (Sennoside) เรอิน (Rhein) กลุ่มสารไกลโคไซด์ (Glycosides) กลุ่มสารฟลาโวนอยด์ (Flavonoid) และ บาราคอล (Barakol) โดยฤทธิ์ทางเภสัชของชี้เหล็ก มีผลกระตุ้นการเคลื่อนไหวของลำไส้ พบว่าแอนโดรบาราคอล สามารถออกฤทธิ์ลดการเคลื่อนไหวของสัตว์ได้ ซึ่งอาจออกฤทธิ์ผ่านการกดระบบประสาทส่วนกลางฤทธิ์ลดอาการวิตกกังวลและช่วยให้นอนหลับ จากการทดสอบสารบาราคอลจากใบอ่อน พบว่ามีผลทำให้หนูขาวซึม เคลื่อนไหวช้าลง แต่ไม่หลับ และจากรายงานวิจัยที่มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์และเปรียบเทียบสารประกอบฟีนอลิกและฟลาโวนอยด์ ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระจากพืชที่มีสรรพคุณทางยา 15 ชนิด (วาสนา, 2561) โดยการเตรียมตัวอย่างพืชด้วยวิธีการสกัดร้อนและสกัดเย็น พบว่าสารสกัด ชี้เหล็กมีสารประกอบฟีนอลิกและฟลาโวนอยด์ต่อสารสกัด 1 กรัม อยู่ที่ 191.56 ± 27.50 (mg GAE/1g) และ 104.33 ± 6.10 (mg CE/1g) ตามลำดับ อีกทั้งจากรายงานที่มีการศึกษาองค์ประกอบทางพฤกษเคมีและฤทธิ์ต้านแบคทีเรียของใบชี้เหล็ก สกัดด้านแบคทีเรียก่อโรคบางชนิด (Nas et al., 2018) ในรูปแบบน้ำและเอทานอล ผ่านการทดสอบฤทธิ์ต้านแบคทีเรียต่อแบคทีเรียก่อโรค 6 ชนิด (*Klebsiella pneumoniae*, *Salmonella typhi*, *Shigella* spp, *Escherichia coli* และ *Pseudomonas aeruginosa*) ในตัวอย่างอุจจาระของผู้ป่วยที่เข้ารับการรักษาที่โรงพยาบาล Murtala Muhammad Specialist Hospital Kano ผลการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าฤทธิ์ต้านแบคทีเรียสูงสุดในสารสกัดเอทานอล ที่มีไซนัยยังเฉลี่ย 14.12 ± 1.51 มม. ในขณะที่สารสกัดที่เป็นน้ำ มีไซนัยเฉลี่ยของการยับยั้งอยู่ที่ 12.00 ± 1.06 มม.และ พบว่า *E. coli* เป็นเชื้อที่ไวต่อสารสกัดสูงสุดโดยมีค่าเฉลี่ยไซนัยการยับยั้ง 14.29 ± 1.12 มม. รองลงมาคือ *S. aureus* (13.61 ± 1.23 มม.), *Salmonella typhi* (13.56 ± 1.89 มม.), *Shigella* spp. (13.22 ± 1.41 มม.), *Pseudomonas* (12.36 ± 1.38 มม.) ในขณะที่ไซนัยการยับยั้งโดยเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ *Klebsiella pneumoniae* (11.33 ± 0.80 มม.) มีค่า MIC และ MBC ของสารสกัดมีค่าตั้งแต่ 3.125 ถึง 50 มก./ml ความไวของสิ่งมีชีวิตต่อสารสกัดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$ จากผลการศึกษาปัจจุบันสนับสนุนศักยภาพการรักษาของใบชี้เหล็กและการใช้เป็นพืชสมุนไพรในการรักษา

ด้วยสรรพคุณและคุณสมบัติทางเภสัชจลศาสตร์ต่างๆของใบชี้เหล็ก รวมทั้งปัจจุบันยังไม่มีการศึกษาความเป็นไปได้ของการหายของบาดแผลจากการใช้ประโยชน์จากสารสกัดใบชี้เหล็ก และยังไม่มียังข้อมูลที่เกี่ยวข้องที่เผยแพร่มาพอ ดังนั้นทางผู้วิจัยจึงต้องการทดสอบประสิทธิภาพการใช้สารสกัดใบชี้เหล็กรูปแบบเจลในการหายของบาดแผลแบบ excision โดยใช้หนูเมาส์เป็นสัตว์ทดลอง เพื่อก่อให้เกิดองค์ความรู้ใหม่และต่อยอดพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ตั้งต้นในรูปแบบเจลสารสกัดใบชี้เหล็กต่อไป

2. วิธีการทดลองหรือวิธีการศึกษา

2.1 การเตรียมสารสกัดใบชี้เหล็ก

นำใบชี้เหล็กแบบผง จากร้านสมุนไพรท่าพระจันทร์ในเขตกรุงเทพมหานคร นำมาแช่ใน 95% เมทานอลในอัตราส่วน ผงใบชี้เหล็ก 1 ส่วนต่อเมทานอล 5 ส่วน ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 72 ชั่วโมง จากนั้นกรองด้วยกระดาษกรอง Whatman เบอร์ 1 และเก็บส่วนการสกัด นำมาทำการระเหยเมทานอลออกด้วยเครื่องกลั่นระเหยแบบหมุนภายใต้สุญญากาศ (Rotary evaporator) ภายใต้อุณหภูมิที่อุณหภูมิ 44 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นเก็บสารที่อยู่ในรูปกึ่งแข็ง (Semi-solid) ที่ได้ไว้ในภาชนะที่แห้งและสะอาด มิดชิดป้องกันการโดนความร้อน เก็บรักษาในอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เพื่อใช้เป็นส่วนผสมในการทำเจลต่อไป

2.2 การเตรียมเจลสารสกัดจากใบชี้เหล็ก

นำสารสกัดใบชี้เหล็กจากขั้นตอนข้างต้นมาผสมกับโพลีเมอร์และส่วนผสมต่างๆ เพื่อเตรียมเจลทาบนผิวหนังในสัตว์ทดลองที่มีความเข้มข้น 1 และ 5 เปอร์เซ็นต์ สารเคมีที่ใช้เพื่อทำให้เกิดเจล ได้แก่ Carbopol, 0.5% Methyl paraben, 5% Propylene glycol และ Triethanolamine ตัวอย่างเจลที่ไม่มีส่วนผสมของสารสกัดถูกจัดเป็นกลุ่มควบคุมจำลอง (Mock control) ส่วนประกอบของเจลในแต่ละความเข้มข้นดังตารางที่ 1 ดัดแปลงจาก (Bubu et al., 2015) การประเมินทดสอบทำได้ด้วยการประเมินทางกายภาพ เช่น สี กลิ่น การประเมินกรด-ด่าง การกระจายตัวของเจล การทดสอบสารออกฤทธิ์โดยวิธีทางเคมี Phytochemical test (Gopiesh and Kannabiran, 2007) และประเมินการปนเปื้อนจุลชีพ (Microbial contamination test)

ตารางที่ 1 ส่วนประกอบของเจลสารสกัดใบกะเม็ง ในแต่ละความเข้มข้น และกลุ่มควบคุมจำลอง

ส่วนประกอบ	Mock control	เจลความเข้มข้น 1%	เจลความเข้มข้น 5%
Carbopol 940	1 g	1 g	1 g
Methyl paraben (0.5%)	0.4 ml	0.2 ml	0.2 ml
Propylene glycol (5%)	5 ml	5 ml	5 ml
Triethanolamine	1.2 ml	1.2 ml	1.2 ml
สารสกัดใบชี้เหล็ก	-	1 g	5 g
น้ำกลั่น	Up to 100 ml	Up to 100 ml	Up to 100 ml

2.3 การทดสอบสารออกฤทธิ์โดยวิธีทางเคมี (Phytochemical test)

2.3.1 การทดสอบ Alkaloid: Mayer's test

สารสกัด ผสมกับ Mayer 's reagent อัตราส่วน 1 ต่อ 1 เตรียม Mayer 's reagent โดยชั่ง เมอร์คิวริกคลอไรด์ (mercuric chloride) 0.68 กรัม และ โพแทสเซียมไอโอไดด์ (potassium iodine) 2.5 กรัม ในน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร สังเกตการเปลี่ยนสี กรณีที่มี Alkaloid สารละลายจะเป็นสีครีมหรือขาว

2.3.2 การทดสอบ Carbohydrate: Benedict's test

ใช้สารสกัด ผสมกับ Benedict's reagent อัตราส่วน 0.5 มิลลิลิตร ต่อ 0.5 มิลลิลิตร นำไป ต้มในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (water bath) ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 นาที สังเกต การเปลี่ยนสี กรณีที่มี carbohydrate สารละลายจะเปลี่ยนเป็นสีแดง

2.3.3 การทดสอบ Saponin

สารสกัด 5 มิลลิลิตร ผสมกับน้ำกลั่น ให้ได้ปริมาตร 20 มิลลิลิตร จากนั้นเขย่าเป็นเวลา 15 นาที บนเครื่องเขย่า สารละลาย สังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น กรณีที่มี saponin จะมีฟองเกิดขึ้น เป็นชั้นหนาประมาณ 2 เซนติเมตร

2.3.4 การทดสอบ Phenol: Ferric chloride test

สารสกัด 5 มิลลิลิตร ผสมกับน้ำกลั่น 5 มิลลิลิตร จากนั้นหยด 5% เฟอริกคลอไรด์ (ferric chloride) 2-3 หยด สังเกตการเปลี่ยนสี กรณีที่มี Phenol สารละลายจะเปลี่ยนเป็นสีเขียวดำ

2.3.5 การทดสอบ Tannins

สารสกัด 0.5 มิลลิกรัม ผสมในน้ำกลั่น 20 มิลลิลิตร ต้มให้เดือด จากนั้นนำมากรองด้วย กระดาษกรอง เบอร์ 1 แล้วหยด 0.1% เฟอริกคลอไรด์ (ferric chloride) สังเกตการเปลี่ยนสี กรณี ที่มี Tannins สารละลายจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเขียว หรือน้ำเงินดำ

2.3.6 การทดสอบ Flavonoid

สารสกัด 2 มิลลิลิตร ผสมกับ แอมโมเนีย (ammonia) 5 มิลลิลิตร จากนั้นเติม sulfuric acid 5 มิลลิลิตร (หยดทีละหยด) สังเกตการเปลี่ยนสี กรณีที่มี Flavonoid จะเปลี่ยนเป็นสีเหลือง

2.3.7 การทดสอบ Terpenoids: Sulkowski test

ใช้สารสกัด 1 มิลลิลิตร ผสมกับคลอโรฟอร์ม (chloroform) 0.4 มิลลิลิตร จากนั้นหยด กรดซัลฟูริก (sulfuric acid) โดยการหยดทีละหยด สังเกตการเปลี่ยนแปลง กรณีที่มี Terpenoids จะเห็นเป็นชั้นสีแดงน้ำตาลด้านบนสุดของสารละลาย

2.4 การทดสอบการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ในเจลสารสกัดใบชี้เหล็ก (Microbial contamination test)

เจือจางตัวอย่างเจลแบบลำดับส่วน โดยการทำการเจือจางสารละลายเจลเป็นลำดับ 10 เท่า (Ten fold dilution) โดยใช้ เจล Mock control หรือ 1% *C.siamea Lam* หรือ 5% *C.siamea Lam* 1 กรัม ใส่ลงบนจานอาหารเลี้ยงเชื้อด้วยเทคนิคปราศจากเชื้อโรค (Aseptic technique) โดยหยดลงส่วนกลางของจานอาหาร แล้วทำให้เชื้อกระจาย (Spread plate) บนอาหารเลี้ยงเชื้อชนิด Sabouraud Dextrose Agar (SDA) ในการตรวจหาเชื้อราและยีสต์ เช่น *Candida albicans* Nutrient agar (NA) และ Eosin Methylene Blue (EMB) agar ในการตรวจหาเชื้อแบคทีเรีย เช่น *Pseudomonas aeruginosa* และ *Escherichia coli* ตามลำดับ

2.5 การออกแบบการทดลองและแบ่งกลุ่มตัวอย่าง

การออกแบบการทดลองและแบ่งกลุ่มตัวอย่าง หนูเม้าส์ เพศเมีย 20 ตัว น้ำหนัก 30-35 กรัม แบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มละ 5 ตัว ได้แก่ กลุ่ม Mock control คือ กลุ่มที่ได้รับการรักษาโดยการทาเจลที่ไม่มีส่วนประกอบของสารสกัดใบชี้เหล็ก กลุ่ม 1% *C.siamea Lam* กลุ่ม 5% *C.siamea Lam* และ กลุ่ม Bactacin cream

2.6 การทำให้เกิดแผลแบบ Excision และการวัดขนาดแผล

ก่อนทำการทดลอง 1 สัปดาห์ นำหนูทดลองมาเลี้ยงเพื่อปรับความเคยชินกับสภาพแวดล้อม หนูได้รับน้ำและอาหารอย่างเต็มที่ (ad libitum) โดยหนูทั้งหมดถูกทำให้เกิดบาดแผลรูปร่างสี่เหลี่ยมแบบ Excision wound ขนาด 1 x 1 เซนติเมตร หรือ 1 ตารางเซนติเมตร ก่อนสร้างบาดแผลเหนี่ยวนำการสลบทั่วร่างกาย (General anesthesia) Ketamine ความเข้มข้น 100 มิลลิกรัม Xylazine ความเข้มข้น 10 มิลลิกรัม และ Acepromazine ความเข้มข้น 3 มิลลิกรัม บริหารยาเข้าช่องท้อง ต่อมาทำการโกนขนบริเวณหลัง (Craniodorsal) ของหนูทดลอง เช็ด 70% แอลกอฮอล์ จากนั้นใช้มีดผ่าตัดกรีดบริเวณด้านบนลำตัวหลังคอ (Anterior - dorsal) ต่อมาทำการทาเจลและขี้ผึ้งที่บาดแผล วันละ 2 ครั้ง และใช้ Opsite Flexigrid® วัดขนาดของแผล ทำการวัดพื้นที่ของบาดแผลทุกๆ 3 วัน ได้แก่วันที่ 0 2 5 8 11 14 และ 17 หลังทำให้เกิดแผล จุดบันทึกการหดตัวของบาดแผลเป็นร้อยละของการหดตัว

2.7 การศึกษาทางจุลพยาธิวิทยา (Histopathology)

2.7.1 การเตรียมชิ้นเนื้อสำหรับทำสไลด์เนื้อเยื่อและ RT-PCR

ทำการกรีดตัดผิวหนัง บริเวณที่มีการสมานของบาดแผล ขนาด 1 x 1 เซนติเมตร ความหนาไม่เกิน 1 เซนติเมตร โดยให้ตัดติดส่วนปกติ หลังจากนั้นทำการแบ่งชิ้นเนื้อที่ตัดออกเป็นสองส่วนที่เท่ากัน โดยส่วนแรกให้นำไปแช่ใน 10% พอร์มาลิน เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำชิ้นเนื้อใส่ลงใน Cassette พร้อมกับเขียนรายละเอียดของชิ้นเนื้อ แล้วนำเข้าเครื่องเตรียมเนื้อเยื่อทางพยาธิวิทยาต่อไป สำหรับชิ้นเนื้อส่วนที่สอง นำไปเก็บในหลอดไมโครเซนติฟิวจ์ขนาด 1.5 มิลลิลิตร ที่ใหม่และสะอาด ท่เก็บรักษาตัวอย่างที่ -80 องศาเซลเซียส เพื่อใช้สำหรับตรวจ Col1 α (I) gene และ Beta-actin โดยวิธี RT-PCR เป็นลำดับถัดไป

2.7.2 การเตรียมสไลด์เนื้อเยื่อสำหรับการศึกษาทางจุลพยาธิวิทยา (Histopathology)

นำ cassette ที่เข้าเครื่องเตรียมชิ้นเนื้ออัตโนมัติแล้ว (Automatic tissue Processor) ไปทำการฝังชิ้นเนื้อ (Embedding) แล้วนำไปตัดชิ้นเนื้อที่ความหนา 5 ไมโครเมตรโดยใช้เครื่อง Microtome หลังจากนั้นนำไปย้อมสี Hematoxylin and Eosin นอกจากนี้ทำการย้อมสีพิเศษ Masson's Trichrome (Bio-optica, Italy) ซึ่งเป็นสีที่จำเพาะต่อเนื้อเยื่อเกี่ยวพันคอลลาเจนแล้วนำไปประเมินคะแนนการหายของบาดแผล (Healing score) เป็นลำดับถัดไป

2.7.3 ประเมิน Healing score (Kupta and Kumar, 2015)

นำสไลด์ที่ทำการย้อมสี H&E และ Trichrome มาประเมิน Healing score โดยประเมินจาก ปริมาณของ granulation tissue (amount of granulation tissue) เซลล์อักเสบที่แทรกเข้ามา (inflammatory infiltrate) การจัดเรียงตัวของคอลลาเจน (collagen fiber orientation) รูปแบบของ คอลลาเจน (Pattern of collagen) ปริมาณของ early collagen (amount of early collagen) และ ปริมาณของ mature collagen (amount of mature collagen) ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แสงสว่าง การให้คะแนนค่าการหายของบาดแผลเป็นไปตามตารางที่ 2 ค่าคะแนนเกิดจากการรวมคะแนนจากการ ประเมินในข้อที่ 1-6 โดยคะแนนรวมที่มากบ่งบอกถึงการหายของบาดแผลที่ดี การหายของบาดแผล สามารถแบ่งออกเป็น 3 เกรด ได้แก่ ดี (16-19 คะแนน) มาตรฐาน (12-15 คะแนน) และ แย่ (8-11 คะแนน)

ตารางที่ 2 แสดงตัวบ่งชี้ในการให้คะแนนเพื่อประเมินระดับการหายของบาดแผล

ลำดับ	ตัวบ่งชี้จุลกายวิภาคศาสตร์ของผิวหนัง (Histological parameter)
1	Amount of granulation tissue (profound-1, moderate-2, scanty-3, absent-4)
2	Inflammatory infiltration (plenty-1, moderate-2, a few-3)
3	Collagen fiber orientation (vertical-1, mixed-2, horizontal-3)
4	Pattern of collagen (reticular-1, mixed-2, fascicle-3)
5	Amount of early collagen (profound-1, moderate-2, minimal-3, absent-4)
6	Amount of mature collagen (profound-1, moderate-2, minimal-3)

หมายเหตุ: ลำดับที่ 1-4 ย้อมสีชิ้นเนื้อด้วยสีย้อม H&E , ลำดับที่ 5-6 ย้อมสีชิ้นเนื้อด้วยสีย้อม Masson's trichrome (คอลลาเจนที่มีอายุมากจะย้อมติดสีน้ำเงินเข้ม และคอลลาเจนที่เพิ่งสร้างขึ้นใหม่จะย้อมติดสีฟ้าอ่อน)

2.7.4 การศึกษาการแสดงออกของยีนที่เกี่ยวข้องกับการหายของบาดแผลด้วย RT-PCR

ทำการนำตัวอย่างชิ้นเนื้อผิวหนังส่วนที่ส่งที่ได้จากขั้นตอน 7.3 จากทุกกลุ่มการทดลอง ก่อนทำการบดผิวหนัง (Homogenization) นำชิ้นเนื้อวางไว้ที่อุณหภูมิห้อง แล้วสกัดอาร์เอ็นเอด้วย Total RNA Mini Kit (Tissue) (Geneaid, Taiwan) ตามคำแนะนำคู่มือของผู้ผลิต วัดปริมาณอาร์เอ็นเอด้วยเครื่อง Nanodrop spectrophotometer อาร์เอ็นเอจากข้างต้นมาทำการ

สังเคราะห์ cDNA แบบ One step RT-PCR ด้วย iScript Reverse Transcription supermix for RT-qPCR (Biorad, USA) ตามคู่มือของผู้ผลิต แล้วนำ ผลผลิต cDNA ที่ได้ไปเพิ่มปริมาณสารพันธุกรรมในเครื่องพีซีอาร์เริ่มที่ 94 °C 4 นาที ต่อด้วย 35 รอบของ 94 °C 30 วินาที 47°C 45 วินาที และ 72°C 45 วินาที สุดท้ายขั้นตอน extension ที่ 72°C 20 นาที โดยใช้ไพรเมอร์ที่ออกแบบจากลำดับเบสของ col1 α (I) บนฐานข้อมูลของ GenBank (Accession No. NM_007742.4) และ Beta-actin เป็นไพรเมอร์ควบคุม (Accession No. NM_007393.5) ตรวจสอบ ผลผลิตโดยการส่องตรวจหาแถบพันธุกรรมของ col1 α (I) ที่ตำแหน่ง 300 bp และ Beta-actin ที่ ตำแหน่ง 194 bp บน Agarose gel electrophoresis ความเข้มข้น 3.5 เปอร์เซ็นต์ประเมินความเข้ม (intensity) ของแถบพันธุกรรมเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มการทดลอง ความเข้มของแถบพันธุกรรมที่มาก แปรผันตรงกับปริมาณของสารพันธุกรรม

3. ผลการทดลองและวิจารณ์ผล หรือผลการศึกษาและอภิปรายผล

3.1 การเตรียมใบช้เหล็กและการสกัดสารสกัดใบช้เหล็ก

ใบช้เหล็กแบบผง ถูกนำมาสกัดด้วย 70 เปอร์เซ็นต์เมทานอลที่อัตราส่วน ผงใบช้เหล็ก 1 ส่วนต่อเมทานอล 5 ส่วน โดยการแช่ที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 3 วัน เมทานอลถูกระเหยออกด้วยเครื่องกลั่นระเหยแบบหมุนภายใต้สุญญากาศ Rotary evaporator (Buchi, Switzerland) สารสกัดที่ได้ปริมาณ 13 กรัม คิดเป็น % yield เท่ากับ 3.25 เปอร์เซ็นต์ สารสกัดใบช้เหล็กมีลักษณะสีเขียวเข้ม มีความหนืดคล้ายน้ำมัน หลังจากนั้นเก็บรักษา สารสกัดที่ได้ในภาชนะที่ใหม่ สะอาด ทำเครื่องหมายบนหลอดทดลองและแช่เย็น เพื่อทำการวิจัยในขั้นตอนต่อไป

3.2 การเตรียมเจลสารสกัดจากใบช้เหล็กและการทดสอบสารออกฤทธิ์

สารสกัดใบช้เหล็กในรูปแบบผงนำมาผสมกับโพลีเมอร์และส่วนผสมต่างๆ เพื่อการเตรียมเจลทาบนผิวหนังในสัตว์ทดลองที่ความเข้มข้น 1 หรือ 5 เปอร์เซ็นต์ สารเคมีที่ใช้เพื่อทำให้เกิดเจล ได้แก่ Carbopol 940 Methyl paraben Propylene glycol 400 และ Triethanolamine ตัวอย่างเจลที่ไม่มีส่วนประกอบของสารสกัดถูกจัดเป็นกลุ่มควบคุมจำลอง (mock control) เจลสารสกัดที่เตรียมให้ผลปกติเมื่อการประเมินทดสอบทางกายภาพ โดยสารสกัดมีสีเขียวเข้ม มีกลิ่นใบช้เหล็ก เจลทาง่ายมีความหนืดไม่มากนัก และดูดซึมได้ดี และค่าความกรดต่างเป็นกลางซึ่งเหมาะสมกับสภาพสมดุลกรดต่างที่ผิวหนังของสัตว์

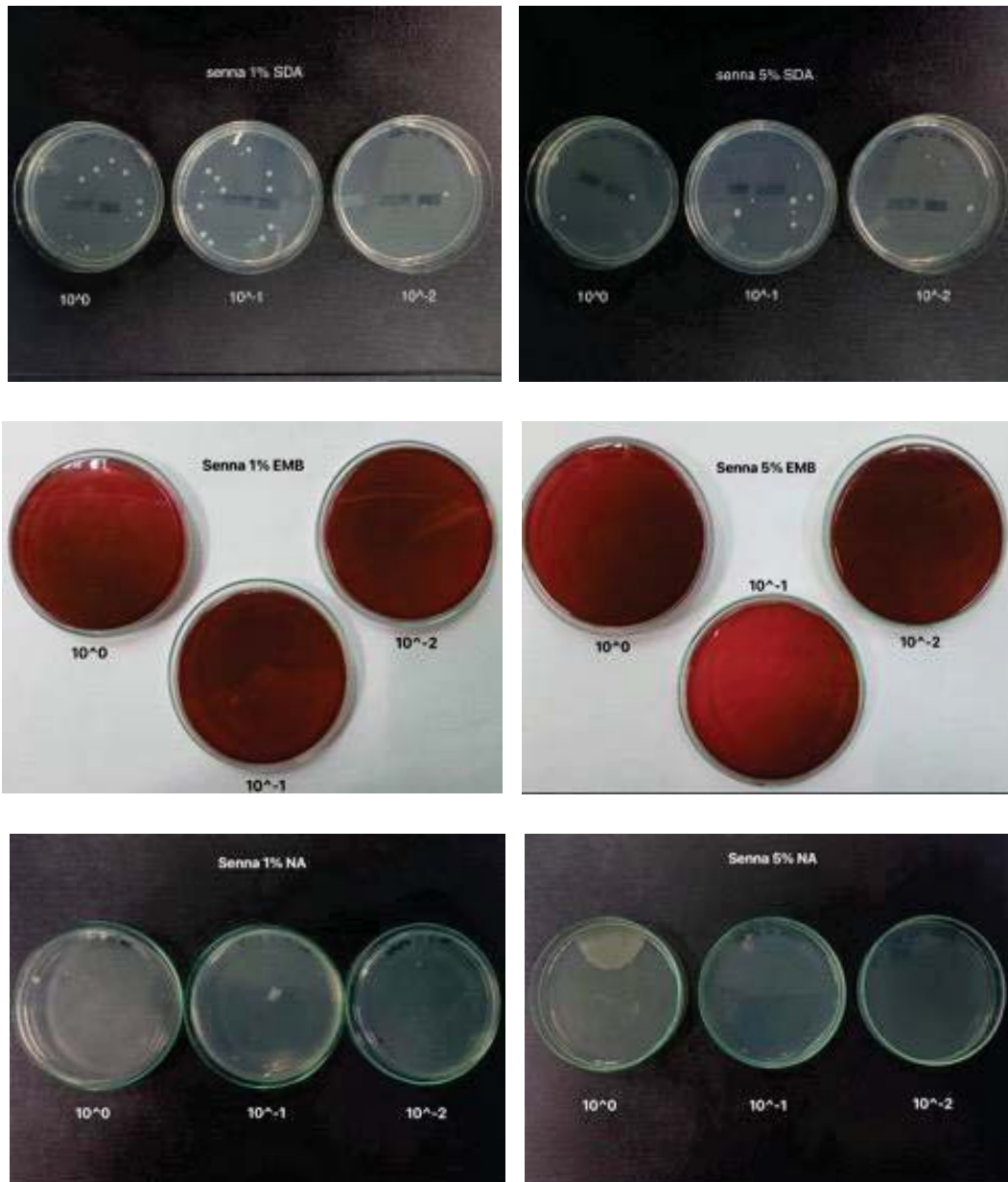
การทดสอบสารออกฤทธิ์โดยวิธีทางเคมี Phytochemical test พบว่าในสารสกัดมีส่วนประกอบของสารอัลคาลอยด์ (alkaloid) ที่ความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์และพบสารคาร์โบไฮเดรต (carbohydrate) สารฟีนอล (phenol) ฟลาโวนอยด์ (flavonoid) สารเทอร์ปีนอยด์ (terpenoid) และสารแทนนิน (tannin) ทั้งสองความเข้มข้น ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงผลการทดสอบองค์ประกอบทางเคมีของสารสกัดใบช้เหล็กที่อยู่ในรูปแบบเจล

การทดสอบ	1% <i>Senna siamea</i> Lam	5% <i>Senna siamea</i> Lam
Alkaloid (Mayer's test)	NF	F
Carbohydrate (Benedict's test)	F	F
Saponin	NF	NF
Phenol (Ferric chloride test)	F	F
Tannins	F	F
Flavonoid	F	F
Terpenoids (Sulkowski test)	F	F

หมายเหตุ: NF–Not found, F–found (ผลการทดลองเป็นข้อมูลเชิงคุณภาพ)

การประเมินทดสอบการปนเปื้อนจุลชีพ แบคทีเรียและเชื้อรา โดยใช้อาหารเลี้ยงเชื้อที่จำเพาะต่อ *Staphylococcus aureus* *Escherichia coli* *Pseudomonas spp.* และ *Candida spp.* ได้แก่ Sabouraud dextrose agar, Eosin Methylene Blue Agar และ Nutrient agar ตามลำดับ ผลการทดสอบพบว่าไม่พบการปนเปื้อนของจุลชีพ ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 การประเมินทดสอบการปนเปื้อนจุลชีพ แบคทีเรียและเชื้อรา ด้วยอาหารเลี้ยงเชื้อ Eosin Methylene Blue Agar (a) Sabouraud dextrose agar (b) และ Nutrient agar (c) ตามลำดับ

ตารางที่ 4 ผลการทดสอบการปนเปื้อนเชื้อจุลชีพในเจลสารสกัดใบชี่เหล็ก (Microbial contamination test)

Culture medium	1% <i>Senna siamea</i> Lam	5% <i>Senna siamea</i> Lam
Sabouraud Dextrose Agar (SDA)	NF	NF
Eosin Methylene blue (EMB)	NF	NF
Nutrient agar (NA)	NF	NF

หมายเหตุ: NF–Not found, F–found

3.3 การศึกษาขนาดของบาดแผลที่ลดขนาดลง (Wound contraction)

หนูทดลองจำนวน 20 ตัว ถูกแบ่งเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 5 ตัว จำนวน 4 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มใช้เจลสารสกัดใบชี่เหล็ก 1 เปอร์เซ็นต์ กลุ่มใช้เจลสารสกัดใบชี่เหล็ก 5 เปอร์เซ็นต์ กลุ่มผลิตภัณฑ์ห้องตลาด Bactacin และ กลุ่มควบคุมจำลองที่ใช้เจลที่ไม่มีสารสกัดใบชี่เหล็ก (mock control) หนูทดลองทั้งหมดถูกทำให้เกิดบาดแผลแบบ excision wound บริเวณด้านบนลำตัวหลังคอ

(anterior-dorsal) แล้วจัดบันทึกการหดตัวของกล้ามเนื้อของบาดแผลเป็นร้อยละของการหดตัว ผลการทดลองพบว่าหนูทดลองในกลุ่มใช้เจลสารสกัดใบชี่เหล็ก 1 เปอร์เซ็นต์ และ 5 เปอร์เซ็นต์ไม่พบอาการระคายเคืองบนผิวหนัง พบการอักเสบที่น้อยกว่า และการปิดของปากแผลที่เร็วกว่ากลุ่มทดลองกลุ่มอื่นๆ โดยการสังเกตทางกายภาพ ขนาดของบาดแผลถูกคำนวณในหน่วยร้อยละการหดตัวของบาดแผลเปรียบเทียบกับขนาดแผลวันที่ 0 พบว่าในช่วงแรก ณ วันที่ 2 กลุ่มที่ทาเจลสารสกัดใบชี่เหล็กมีการหดตัวน้อยเมื่อเทียบกับกลุ่มอื่น และมีการหดตัวของบาดแผลน้อยกว่ากลุ่ม bactacin อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เป็นผลจากในการหายของบาดแผลช่วง 2 วันแรกนั้นอยู่ในช่วงเกิดการอักเสบ ตัวยา Nitrofurazone ซึ่งเป็นยาปฏิชีวนะชนิดสังเคราะห์ที่เป็นส่วนประกอบใน bactacin มีความสามารถในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ที่บาดแผลมากกว่าในสารสกัดใบชี่เหล็ก วันที่ 5 กลุ่มที่ทาเจลสารสกัดใบชี่เหล็ก 1 เปอร์เซ็นต์ มีการหดตัวของบาดแผล น้อยกว่ากลุ่ม bactacin อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) แต่ในวันที่ 8 กลุ่มดังกล่าวมีเปอร์เซ็นต์การหดตัวที่สูงขึ้นมาก อาจเป็นผลมาจากกลุ่มสารสกัดใบชี่เหล็กที่มีสารออกฤทธิ์ฟลาโวนอยด์ ซึ่งมีฤทธิ์ต้านการออกซิเดชัน(Oxidation) และต้านเชื้อจุลินทรีย์ได้ (Ozcelik et al., 2008) ซึ่งสารสำคัญเหล่านี้สามารถปกป้องเซลล์ Fibroblasts และ Epidermal Keratinocytes จากการถูกทำลายจากสารอนุมูลอิสระได้ดี และกระตุ้นการเพิ่มจำนวนของเซลล์ Fibroblasts และ Endothelial cells ได้ดี ทำให้มีการหดตัวสูงขึ้นหลังจากผ่านระยะของการอักเสบในช่วง 3-5 วันแรก

การหายของบาดแผลปกติในช่วงแรกจะเป็นช่วงของการเกิดการอักเสบ ต่อมาประมาณหนึ่งสัปดาห์จะมีการแทรกเข้ามาของหลอดเลือดและเซลล์ไฟโบรบลาสต์เพื่อซ่อมแซมบาดแผล นอกจากนี้เปอร์เซ็นต์การหายของบาดแผลในวันที่ 17 พบว่า ในกลุ่มสารสกัดใบชี่เหล็ก และกลุ่มควบคุม จำลองมีการหายของบาดแผลทั้งหมด 100 เปอร์เซ็นต์ ยกเว้นกลุ่ม bactacin มีการหายของบาดแผล 75 เปอร์เซ็นต์ และร้อยละการหดตัวของบาดแผลเท่ากับ 99.31 ± 1.39 ดังตารางที่ 5 สอดคล้องกับงานวิจัยที่มีการใช้ยาปฏิชีวนะในการหายของบาดแผลแบบไม่ติดเชื้อ ที่มีผลของการหายของบาดแผลที่ทั้งเร็วและช้า การหายของบาดแผลวันที่ 18 ซึ่งอาจเกิดจากการที่ bactacin ที่เป็นลักษณะเป็นซีฟิงเคลือบบริเวณแผล ทำให้ออกซิเจนไปยังบาดแผลน้อย หรือส่วนของซีฟิง ที่ไปปิดกั้นการสร้างส่วนของคอลลาเจนและขัดขวางกระบวนการซ่อมแซมของบาดแผล ทำให้แผลไม่ติด ชิดกัน หรืออาจใช้เวลานานในการชิดติดกันของแผลมากกว่านี้ ซึ่ง bactacin เหมาะสำหรับใช้กับแผลที่ติดเชื้อแบบไม่ต้องการออกซิเจน และแผลที่เน่ามีกลิ่น และโดยปกติแล้ว bactacin ใช้ในแผลผิวหนังที่มีการติดเชื้อ ผลข้างเคียงของการใช้ bactacin หากใช้เป็นระยะเวลาานอาจพบการติดเชื้ออื่นได้ เช่น เชื้อรา หรือแบคทีเรียอื่น ในรายที่มีการแพ้อาจพบผื่น คัน สอดคล้องกับงานวิจัยที่มีการใช้ยาปฏิชีวนะในการหายของบาดแผลแบบไม่ติดเชื้อที่มีผลของการหายของบาดแผลที่ทั้งเร็วและช้า การหายของบาดแผลที่รวดเร็วเกิดจากการลดการอักเสบ ส่วนการหายของบาดแผลที่ช้าเกิดได้จากการลดลงของขบวนการ reepithelialization (Altoe et al., 2019)

ตารางที่ 5 ร้อยละการหดตัวของบาดแผล แสดงในหน่วย ($\bar{x} \pm SD$) และร้อยละบาดแผลที่หายสมบูรณ์ในวันที่ 17

กลุ่ม	ร้อยละการหดตัวของบาดแผล ($\bar{x} \pm SD$)							ร้อยละ บาดแผลที่หายสมบูรณ์ในวันที่ 17
	0 DPW	2 DPW	5 DPW	8 DPW	11 DPW	14 DPW	17 DPW	
Bactacin	0	36.46 ± 10.42 ^b	48.96 ± 8.59	69.79 ± 6.25	89.06 ± 4.62	96.18 ± 0.69	99.31 ± 1.39	75.00
กลุ่มควบคุมจำลอง (Mock)	0	16.19 ± 14.66	43.49 ± 12.28	77.46 ± 9.77	93.62 ± 3.29	95.91 ± 0.79	100	100
สารสกัดใบชี่เหล็ก 5%	0	9.37 ± 12.83 ^a	37.81 ± 22.58	78.75 ± 8.39	99.60	100	100	100
สารสกัดใบชี่เหล็ก 1%	0	14.06 ± 12.83 ^a	29.60 ± 9.13 ^a	75.00	93.75	99.84 ± 0.22	100	100

หมายเหตุ: DPW = Day post wounding ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่าง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $p < 0.05$ (One way ANOVA, post hoc t-test)

3.4 การศึกษาทางจุลพยาธิวิทยา (Histopathology)

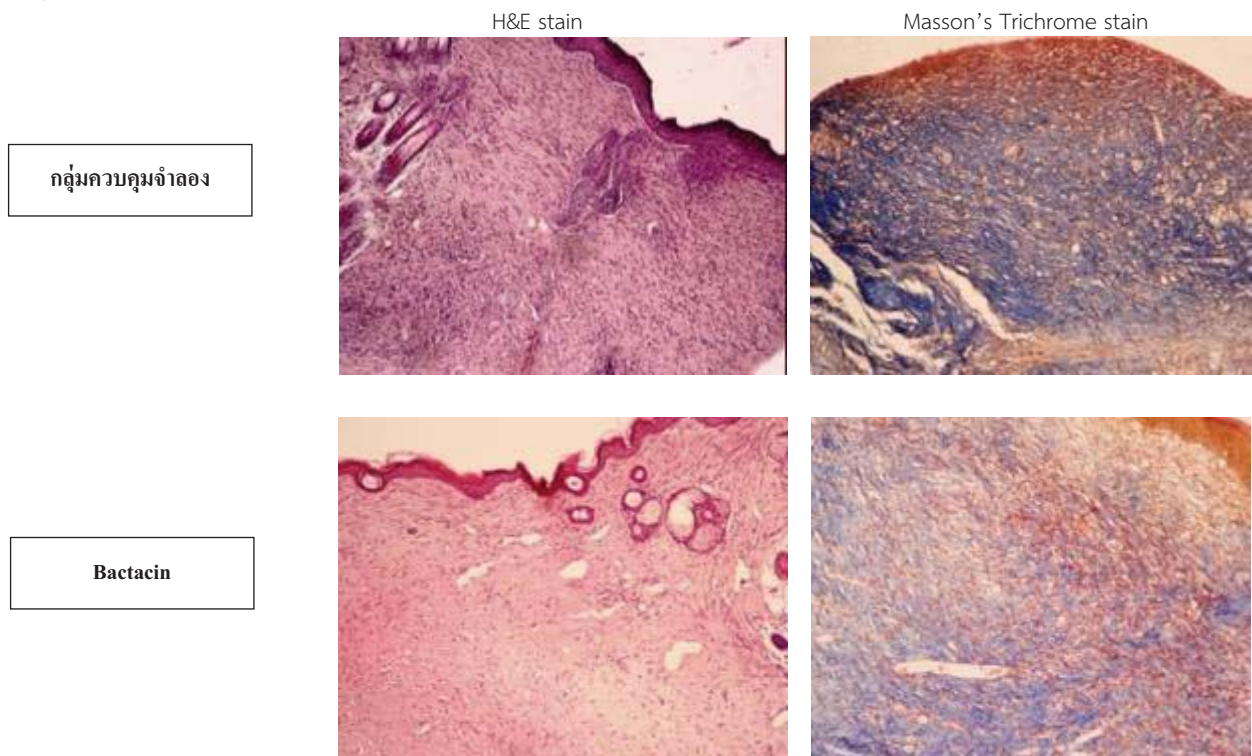
เมื่อสิ้นสุดการเลี้ยงหนูทดลอง (Terminate day) หนูทดลองในกลุ่ม Bactacin ตายไป 1 ตัว และ กลุ่มควบคุมจำลอง ตาย 2 ตัว คงเหลือ 4 และ 3 ตัว ตามลำดับ การศึกษาทางจุลพยาธิวิทยา (Histopathology) เนื้อเยื่อผิวหนังถูกย้อมด้วยสี Hematoxylin และ Eosin และทำการย้อมสีพิเศษ Masson's Trichrome เพื่อประเมินค่าการหายของบาดแผล (Wound healing score) ผลการทดลอง พบว่าค่าการหายของบาดแผลของกลุ่มที่ใช้เจลสารสกัดใบชี่เหล็ก 1 เปอร์เซ็นต์ และกลุ่มที่ใช้เจล

สารสกัดใบชี่เหล็ก 5 เปอร์เซ็นต์ เท่ากับ 14.6 ± 0.54 และ 15.8 ± 0.84 ตามลำดับ โดยกลุ่มที่ใช้เจลสารสกัดใบชี่เหล็ก 1 เปอร์เซ็นต์ และกลุ่มที่ใช้เจลสารสกัดใบชี่เหล็ก 5 เปอร์เซ็นต์ มีคะแนนการหายของบาดแผลสูงกว่ากลุ่มที่ใช้ Bactacin อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) แต่ไม่มีความแตกต่างกันระหว่างกลุ่มสารสกัดใบชี่เหล็ก 1 เปอร์เซ็นต์และ 5 เปอร์เซ็นต์ นั้นหมายความว่าคะแนนการหายของบาดแผลไม่ขึ้นกับเปอร์เซ็นต์สารออกฤทธิ์ในสารสกัดใบชี่เหล็ก ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 คะแนนการหายของบาดแผลประเมินด้วยวิธีทางจุลพยาธิวิทยาแสดงในรูปค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

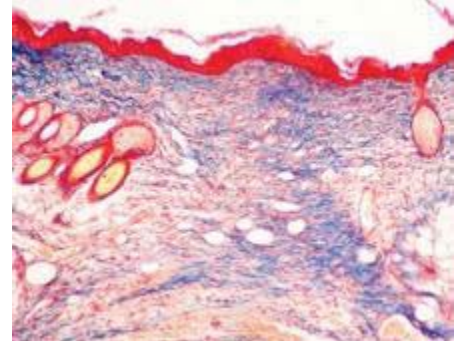
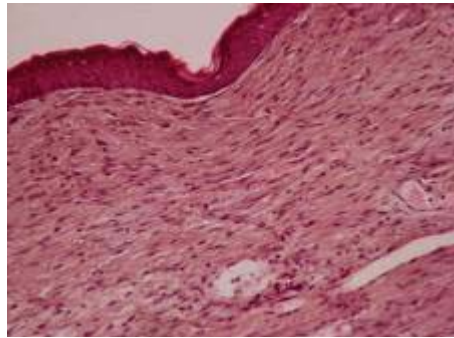
กลุ่ม	คะแนนการหายของบาดแผล ($X \pm SD$)
กลุ่มควบคุมจำลอง (Mock control)	14.50 ± 0.71
Bactacin	13.00 ± 1.00^b
สารสกัดใบชี่เหล็ก 1%	14.60 ± 0.54^a
สารสกัดใบชี่เหล็ก 5%	15.80 ± 0.84^a

แผลที่มีการหายที่ดีที่สุดคือบาดแผลที่มี Granulation tissue และมีการแทรกของเซลล์เม็ดเลือดขาวน้อย มีการแทรกเข้ามาของหลอดเลือดฝอยใหม่ มีการจัดเรียงตัวของคอลลาเจนอยู่ในแนวนอน และรูปแบบของคอลลาเจนเป็นแบบมัด (fascicle) นอกจากนี้เมื่อย้อมสี Trichrome ยังพบว่าชนิดของเส้นใยคอลลาเจนเป็นแบบ immature และมีการจัดเรียงตัวแบบมัด (fascicle) ที่ใกล้เคียงกับกลุ่มอื่นๆ นั้นแสดงให้เห็นว่ากลุ่มที่ใช้สารสกัดใบชี่เหล็กมีการหายของบาดแผลดีใกล้เคียงกับกลุ่มอื่นจากการประเมินด้วยการศึกษาทางจุลพยาธิวิทยาแต่อาจจะมียุทธศาสตร์การหายของแผลที่เร็วกว่า ดังภาพที่ 2 โดยสรุปกลุ่มที่ใช้เจลสารสกัดใบชี่เหล็กอยู่ในเกรดมาตรฐานแต่มีค่าที่ได้จากการประเมินด้วยการศึกษาทางจุลพยาธิวิทยาที่สูงกว่ากลุ่มควบคุมจำลองและ bactacin ที่อยู่ในเกรดมาตรฐานเหมือนกัน

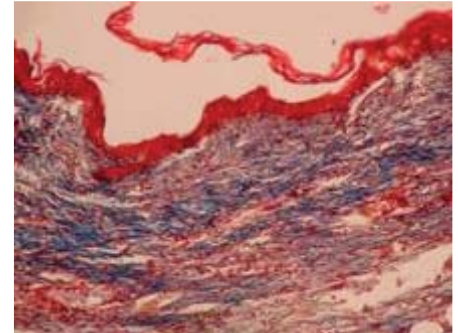
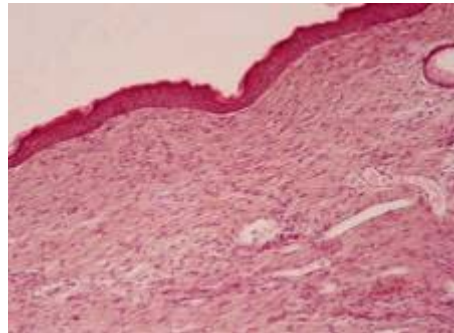


ภาพที่ 2 ภาพถ่ายจุลพยาธิวิทยาของผิวหนังภายหลังทำให้เกิดแผลวันที่ 18 ที่กำลังขยาย 10 และ 20 เท่า เลนส์วัตถุ ขึ้นเนื่อย้อมด้วยสี H&E และ Masson's Trichrome stain

สารสกัดใบขี้เหล็ก 1%



สารสกัดใบขี้เหล็ก 5%

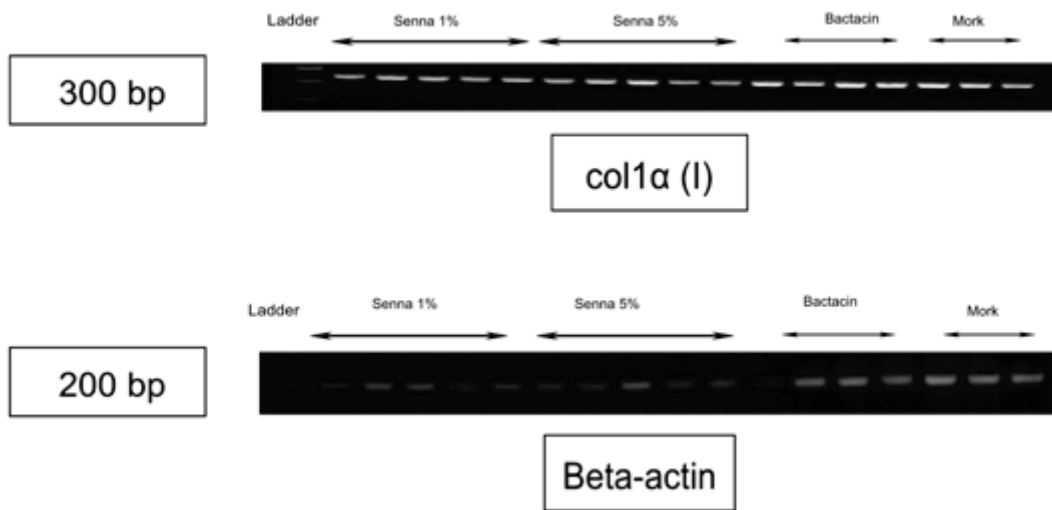


ภาพที่ 2 ภาพถ่ายจุลพยาธิวิทยาของผิวหนังภายหลังทำให้เกิดแผลวันที่ 18 ที่กำลังขยาย 10 และ 20 เท่า เลนส์วัตถุ ขึ้นเนื้อย้อมด้วยสี H&E และ Masson's Trichrome stain (ต่อ)

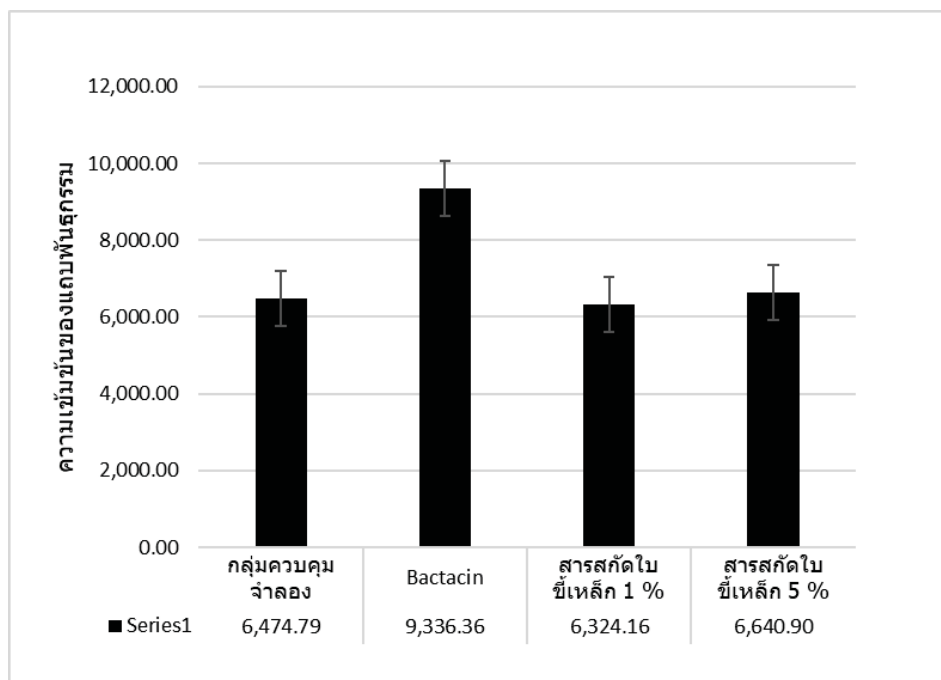
3.5 การศึกษาการแสดงออกของยีนที่เกี่ยวข้องกับการหายของบาดแผลด้วย RT-PCR

ตัวอย่างชิ้นเนื้อผิวหนังส่วนที่เหลือจากหนูทดลองที่มีบาดแผลแบบ excision wound จากทุกกลุ่มการทดลอง ณ วันที่ 18 ภายหลังทำให้เกิดบาดแผล ถูกนำมาทดสอบหาการแสดงออกของยีนที่เกี่ยวข้องกับการหายของบาดแผลโดยใช้ไพรเมอร์ที่ออกแบบจากลำดับเบสของ col1 α (I) และ Beta-actin เป็นไพรเมอร์ควบคุม ตรวจสอบผลผลิตโดยการส่องตรวจหาแถบพันธุกรรมของ col1 α (I) และ Beta-actin บน agarose gel electrophoresis ความเข้มข้น 3.5 เปอร์เซ็นต์ผลการทดลองพบแถบรหัส พันธุกรรมที่ประมาณ 300 bp ซึ่งตรงกับความยาวของยีน col1 α (I) ในทุกกลุ่มการทดลอง ส่วนยีน Beta-actin ซึ่งใช้เป็นตัวควบคุมก็พบแถบรหัสพันธุกรรมเช่นเดียวกันที่ประมาณ 194 bp ดังภาพที่ 3

ระดับความเข้มของแถบพันธุกรรมของ col1 α (I) ซึ่งเป็นยีนที่เกี่ยวข้องกับการหายของบาดแผล สูงที่สุดในกลุ่ม bactacin รองลงมา สารสกัด ใบขี้เหล็ก 5 เปอร์เซ็นต์ กลุ่มควบคุมจำลอง และ สารสกัดใบขี้เหล็ก 1 เปอร์เซ็นต์ โดยมีระดับความเข้มที่ 9,336.3572 6,640.9042 6,474.7946 และ 6,324.1626 ตามลำดับ ดังภาพที่ 4 โดยความเข้มของแถบพันธุกรรมในแต่ละกลุ่มไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นั้นหมายความว่า การแสดงออกของยีนที่เกี่ยวข้องกับการหายของบาดแผล ไม่ขึ้นกับเปอร์เซ็นต์สารออกฤทธิ์ในสารสกัดใบขี้เหล็ก หากดูจากผลการทดลองก่อนหน้านี้ ได้แก่ การศึกษาขนาดของบาดแผลที่ลดขนาดลงและการศึกษาทางจุลพยาธิวิทยา พบว่าในกลุ่ม bactacin นั้นมีการหายของบาดแผลที่ช้ากว่ากลุ่มอื่น ประกอบกับการศึกษานี้จากชิ้นเนื้อวันที่ 18 ภายหลังทำให้เกิดบาดแผลซึ่งจะตรงกับขั้นตอนการหายที่มีการสร้างเซลล์ไฟโบรบลาสต์ลดลง เส้นใยคอลลาเจนมีการถูกเก็บกักจากเซลล์ของระบบภูมิคุ้มกันเพื่อเข้าสู่ขั้นตอนสุดท้ายที่เส้นใยคอลลาเจนมีการจัดเรียงตัวแบบเป็นมัดเหมือนกับเนื้อเยื่อผิวหนังปกติมากที่สุด



ภาพที่ 3 การแสดงออกของยีนที่เกี่ยวข้องกับการหายของบาดแผลด้วย RT-PCR โดยใช้ไพรเมอร์ที่ออกแบบจากลำดับเบสของ col1 α (I) และ Beta-actin เป็นไพรเมอร์ควบคุม



ภาพที่ 4 ความเข้ม (Intensity) ของแถบพันธุกรรม col1 α (I)เปรียบเทียบระหว่างกลุ่มการทดลองด้วยโปรแกรมออนไลน์ ImageJ

4. สรุป

พืชสมุนไพรใบชี่เหล็กมีประสิทธิภาพทางการแพทย์สุขภาพ ด้านเภสัชวิทยาในหลายด้าน แต่อย่างไรก็ตามการศึกษาความเป็นไปได้ของการหายของบาดแผลนั้นยังไม่ได้ได้รับการศึกษาทางห้องปฏิบัติการและเผยแพร่ตีพิมพ์ในวารสารการแพทย์แต่อย่างใด การวิจัยเรื่องนี้มีแบบวัตถุประสงค์ 2 ประการ คือ 1. เพื่อศึกษาและพิสูจน์หลักฐานทางวิทยาศาสตร์ถึงประสิทธิภาพของสารสกัดใบชี่เหล็กต่อการหายของบาดแผลที่ผิวหนัง และ 2. เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ตั้งต้นในรูปแบบเจลสารสกัดใบชี่เหล็ก จากผลการศึกษาประสิทธิภาพสารสกัดใบชี่เหล็กในหนูทดลองพบว่าสารสกัดใบชี่เหล็กมีสารออกฤทธิ์ Flavonoid ซึ่งมีผลต่อการหายของบาดแผล มีคะแนนการหายของบาดแผลอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานซึ่งไม่แตกต่างกับกลุ่มอื่นๆ ในอนาคตอาจจะต้องทำการเพิ่มความ

เข้มข้นของสารสกัดใบขี้เหล็กเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพต่อการหายของบาดแผล การแสดงออกของยีน col1 α (I) ด้วย RT-PCR นั้น ไม่มีความแตกต่างกับกลุ่มอื่นๆ นอกจากนี้ผลผลิตภัณฑ์ตั้งต้นในรูปแบบเจลสารสกัดใบขี้เหล็กยังถูกคิดค้นขึ้นเพื่อต่อยอดเชิงธุรกิจต่อไป

6. เอกสารอ้างอิง

- วาสนา เนียมแสง. 2561. พฤษเคมีและฤทธิ์ทางชีวภาพของพืชที่มีสรรพคุณทางยา. วารสารวิทยาศาสตร์แห่งมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี 14(2). 56-66.
- Akriti, G. and Pramod, K. 2015. **Assessment of the histological of the healing wound.** Plastic and Aesthetic Research 2(5): 239-242.
- Altoe, L.S., Alves, R.S., Sarandy, M.M., Santos, M.M., Novaes, R.D. and Goncalves, R.V. 2019. **Does antibiotic use accelerate or retard cutaneous repair? A systematic review in animal models.** PLoS ONE 14(10): e0223511. [https://doi.org/ 10.1371/journal.pone.0223511](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0223511).
- Babu, I.S., Bhamaramba, R. and Tejaswini, S.N. 2015. **Formulation and Evaluation of Herbal gel containing *Eclipta alba* Linn., leaves extract.** International journal of advances in pharmacy, biology and chemistry 4(2): 496-500.
- Gopiesh, V. and Kannabiran, K. 2007. **Larvicidal effect of *Hemidesmus indicus*, *Gymnema sylvestre*, and *Eclipta prostrate* against *Culex quinquefasciatus* mosquito larvae.** African Journal of Biotechnology 6(3): 307-311.
- Nas, F.S., Ali, M. and Oyeyi, T.I. 2018. **Antibacterial efficacy and phytochemical screening of *Senna siamea* leaves extracts on some pathogenic bacteria.** Journal of Microbiology and Experimentation 6(3):159-163.
- Ozcelik, B., Orhan, D.D. and Ozgen, S. 2008. **Antimicrobial Activity of Flavonoids against Extended-Spectrum β -Lactamase (ES β -L)-Producing *Klebsiella pneumoniae*.** Tropical Journal of Pharmaceutical Research 7(4). 1151-1157.

การวิเคราะห์ความสมนัยของผลการเรียนเฉลี่ยสะสมกับอายุ สัญชาติ สาขาวิชา และคณะ
ที่จบการศึกษาของนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษาที่จบในปีการศึกษา 2560-2565
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก

Correspondence Analysis of Cumulative Grade Point Average, Age, Nationality,
Major and Faculty of Graduate Students Graduated in Academic Year
2017 – 2022 of Rajamangala University of Technology Tawan-ok

ปราโมทย์ พรสุริยา* นันทิพย์ พงษ์เพา และ จุฬาลักษณ์ จำปาพันธ์

Pramote Pornsuriya, Namthip Pongpao and Julaluk Jampaphan

สำนักงานบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก

Office of Graduate Studies, Rajamangala University of Technology Tawan-ok

*e-mail: pramote_po@rmutto.ac.th Tel. 086-8453795

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลการเรียนเฉลี่ยสะสมกับอายุ สัญชาติ วุฒิการศึกษา สาขาวิชาเอก คณะที่จบ และจำนวนปีการศึกษาที่จบการศึกษา ของนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ความสมนัย (correspondence analysis: CA) จากข้อมูลทุติยภูมิซึ่งเป็นข้อมูลจากระบบวีซีเอ็นเน็ต (vision net) ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก ของบัณฑิตที่จบการศึกษาในระดับบัณฑิตศึกษาประจำปีการศึกษา 2560-2565 (ข้อมูลถึงวันที่ 31 มกราคม 2566) จำนวน 157 คน ผลจากการวิเคราะห์ความสมนัยพบว่าผลการเรียนเฉลี่ยสะสมมีความสัมพันธ์กับอายุ สัญชาติ วุฒิการศึกษา สาขาวิชาเอก คณะที่จบ และจำนวนปีการศึกษาที่จบการศึกษาที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 โดยผลการเรียนเฉลี่ยสะสมดีมีความสัมพันธ์มากที่สุดกับกลุ่มอายุ 30 ปีลงมา นักศึกษาสัญชาติจีน วุฒิการศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาเอกการจัดการ สถาบันสหวิทยาการนานาชาติจักรพงษ์ภูวนารถ และการจบการศึกษาภายใน 3 ปีการศึกษา

คำสำคัญ: การวิเคราะห์ความสมนัย ผลการเรียนเฉลี่ยสะสม นักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา

Abstract

This research was aimed to study the correspondence of cumulative grade point average with age, nationality, degree of study, major, faculty and number of academic years completed of graduate students of Rajamangala University of Technology Tawan-ok. The secondary data from vision net system of graduate students graduated in academic year 2017 – 2022 (data up to January 2023), totally 157 students, were statistically analyzed using correspondence analysis method. The results revealed that cumulative grade point average was correspond to age, nationality, degree of study, major, faculty and number of academic years completed ($p < 0.01$). The cumulative grade point average at excellent level was most associated to age group of 30 years and lower, Chinese nationality student, degree of Master of Management, major of management, Chakrabongse Bhuvanarth International Institute for Interdisciplinary Studies, and 3 academic years completed.

Keywords: Correspondence Analysis, Cumulative Grade Point Average, Graduate Students

1. บทนำ

การอุดมศึกษา (Higher education) เป็นการศึกษาในระดับสูง พจนานุกรมศัพท์ศึกษาศาสตร์ ฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. ๒๕๕๑ ให้ความหมายของการอุดมศึกษาว่า เป็น "การจัดการศึกษาหลังมัธยมศึกษาตอนปลาย ประกอบด้วย การศึกษาต่ำกว่าปริญญาตรี การศึกษาระดับปริญญาตรี และสูงกว่า" โดยการศึกษาในระดับที่สูงกว่าปริญญาตรีเรียกว่า ระดับบัณฑิตศึกษา ผู้ที่จะศึกษาต่อในระดับนี้ จะต้องสำเร็จการศึกษาปริญญาตรี หรือเทียบเท่ามาแล้ว ระดับบัณฑิตศึกษายังแบ่งออกเป็น ปริญญา

มหาบัณฑิต หรือปริญญาโท และปริญญาคุณวุฒิปบัณฑิต หรือปริญญาเอก หน่วยงานที่มีหน้าที่จัดการเรียนการสอนระดับอุดมศึกษามักใช้คำเรียกรวมว่า "สถาบันอุดมศึกษา" ซึ่งในประเทศไทย นิยมใช้คำเรียกชื่อสถาบันเหล่านี้ว่า "มหาวิทยาลัย" "วิทยาลัย" รวมทั้งใช้คำว่า "สถาบัน" (มูลนิธิโครงการสารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน, 2566)

หลักสูตรปริญญาโทและปริญญาเอกมุ่งเน้นการพัฒนาให้นักวิชาการและนักวิชาชีพที่มีความรู้ความสามารถระดับสูงในสาขาวิชาต่าง ๆ โดยกระบวนการวิจัยเพื่อให้สามารถบุกเบิกแสวงหาความรู้ใหม่ได้อย่างมีอิสระ รวมทั้งมีความสามารถในการสร้างสรรค์จรองความก้าวหน้าทางวิชาการเชื่อมโยงและบูรณาการศาสตร์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องได้อย่างต่อเนื่อง โดยมีความสัมพันธ์สอดคล้องกับแผนพัฒนาการศึกษาระดับอุดมศึกษาของชาติ ปรัชญาอุดมศึกษา ปรัชญาของสถาบันอุดมศึกษาและมาตรฐานวิชาการและวิชาชีพที่เป็นสากล มีคุณธรรมและจรรยาบรรณทางวิชาการและวิชาชีพ ทั้งนี้ในระดับปริญญาโทมุ่งให้มีความรู้ความเข้าใจในกระบวนการสร้างและประยุกต์ใช้ความรู้ใหม่เพื่อการพัฒนาและสังคม ส่วนในระดับปริญญาเอกมุ่งให้มีความสามารถในการค้นคว้าวิจัยเพื่อสร้างสรรค์องค์ความรู้ใหม่หรือนวัตกรรม ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนางาน สังคม ประเทศ และประชาคมโลก (ประกาศคณะกรรมการมาตรฐานการอุดมศึกษา เรื่อง เกณฑ์มาตรฐานหลักสูตรระดับบัณฑิตศึกษา พ.ศ. 2565, 2565)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก ได้ดำเนินการสอนหลักสูตรระดับบัณฑิตศึกษา ตั้งแต่ปีการศึกษา 2549 โดยเปิดรับนักศึกษาในหลักสูตรปริญญาโท สาขาวิชาฟิสิกส์เป็นสาขาวิชาแรก และได้จัดตั้งสำนักงานบัณฑิตศึกษาอย่างเป็นทางการ เมื่อวันที่ 22 มีนาคม พ.ศ. 2564 ปัจจุบันมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก มีหลักสูตรระดับบัณฑิตศึกษาจำนวน 24 หลักสูตร แยกเป็นหลักสูตรระดับปริญญาโท 15 สาขาวิชา และหลักสูตรระดับปริญญาเอก 9 สาขาวิชา (สำนักงานบัณฑิตศึกษา, 2566) โดยความหมายหรือคำจำกัดความในส่วนที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย โดยอ้างอิงตามข้อบังคับมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก ว่าด้วยการศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา พ.ศ. 2561 (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก, 2561) ได้แก่ "มหาวิทยาลัย" หมายความว่า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก "คณะ" หมายความว่า คณะ วิทยาลัย หรือส่วนงานที่มีหลักสูตรระดับบัณฑิตศึกษา "บัณฑิตศึกษา" หมายความว่า การศึกษาระดับสูงกว่าปริญญาตรีขึ้นไปของมหาวิทยาลัย เทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก "หลักสูตร" หมายความว่า หลักสูตรสาขาวิชาต่างๆ ในระดับบัณฑิตศึกษา ที่สภามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออกให้ความเห็นชอบ "สาขาวิชา" หมายความว่า สาขาวิชาของหลักสูตรระดับบัณฑิตศึกษา และ "ผลการเรียนเฉลี่ยสะสม" หมายถึง เกรดเฉลี่ยสะสม (Cumulative Grade Point Average = C.G.P.A.) ที่ได้รับเมื่อสำเร็จการศึกษา

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเชิงกลุ่มโดยใช้วิธีการวิเคราะห์โคสแควร์นั้น เป็นการศึกษาที่บอกได้เพียงว่าตัวแปรเชิงกลุ่ม 2 กลุ่มนั้นๆ มีความสัมพันธ์กันหรือไม่ โดยไม่สามารถบอกความสัมพันธ์ของระดับตัวแปรภายในกลุ่มหรือระหว่างกลุ่มได้ ว่ามากหรือน้อยเพียงใด ในขณะที่การวิเคราะห์สมนัย (correspondence analysis, CA) สามารถแสดงความสัมพันธ์ระดับของตัวแปรภายในกลุ่มหรือระหว่างกลุ่มได้ โดยเป็นการใช้วิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบ (principal component analysis, PCA) ซึ่งใช้กับข้อมูลเชิงกลุ่ม โดยการแปลงข้อมูลจากตารางการณักร (contingency table) ไปเป็นคะแนนของปัจจัย (factor scores) ด้านแถว (row) และด้านสดมภ์ (column) และนำคะแนนปัจจัย 2 ด้านนี้มาทำเป็นกราฟความสัมพันธ์ที่สามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้งในระดับภาพรวม (overall association) ความสัมพันธ์ระหว่างระดับของตัวแปร (association of categories between variable) และความสัมพันธ์ระหว่างระดับภายในตัวแปร (association of categories within a variable) โดยคะแนนของปัจจัยของแถวและสดมภ์นี้มีความแปรปรวนเดียวกัน ดังนั้นจึงสามารถนำมาพลอตแสดงบนกราฟไบพลอตซึ่งมีค่าหน่วยเดียวกัน (singular value) แสดงความสัมพันธ์ของตัวแปรภายในกราฟเดียวกันได้ (ชยุตม์, 2557; Abdi & Williams, 2010)

การวิเคราะห์สมนัยเป็นวิธีการทางสถิติแบบหลายตัวแปร (multivariate) ที่นิยมใช้สำหรับข้อมูลเชิงกลุ่มในตารางการณักร โดยการวิเคราะห์นี้ได้แปลงข้อมูลจำนวนนับไปแสดงความสัมพันธ์ในรูปแบบของกราฟ (Greenacre, 2000) และยังเป็นวิธีการที่ใช้ได้ง่าย (Shanka et al., 2006) โดยต้องการเพียงข้อมูลจากตารางการณักรที่ไม่ใช่ข้อมูลค่าลบ (Yavas, 2001) เป็นการแปลงความถี่ (frequency) ในตารางการณักร (contingency) ให้เป็นระยะทางเชิงสถิติ (statistical distance) ที่สามารถให้ความสอดคล้องกันระหว่างกันของแถวและคอลัมน์ในระดับย่อยผ่านระยะทางดังกล่าว โดยทั่วไปนิยมใช้ระยะทางโคสแควร์ (chi-square distance) ซึ่งนำมาเสนอในรูปของแผนภาพที่แสดงความสัมพันธ์ของตัวแปรด้านแถวและตัวแปรด้านสดมภ์ รวมทั้งความสัมพันธ์ระหว่างระดับของตัวแปรด้านแถวและด้านสดมภ์ด้วยแผนภาพการสมนัย (correspondence map) หรืออาจเรียกว่าแผนภาพเชิงการรับรู้ (perceptual map) หรือแผนภาพทวิ (biplot) (ประสพชัย และคณะ, 2559; Hair et al., 2010) ดังนั้นการนำข้อมูลทุติยภูมิจากระบบวิชั่นเน็ตมาประยุกต์ใช้ประโยชน์ในการศึกษาความสัมพันธ์ด้วยวิธีการวิเคราะห์สมนัยระหว่างผลการเรียนเฉลี่ยสะสมกับอายุ สัญชาติ วุฒิมการศึกษที่จบ สาขาวิชาเอก คณะ และจำนวนปีการศึกษาที่จบการศึกษาของนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษาของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก จึงเป็นข้อมูลที่มีประโยชน์ในการพัฒนาการศึกษา หลักสูตรและการบริหารงานในระดับบัณฑิตศึกษาของมหาวิทยาลัยต่อไป

วัตถุประสงค์งานวิจัย

1. เพื่อวิเคราะห์แจกแจงความถี่และเปอร์เซ็นต์ของข้อมูลผลการเรียนเฉลี่ยสะสม เพศ อายุ สัญชาติ วุฒิการศึกษาที่จบ สาขาวิชาเอก คณะ และจำนวนปีการศึกษาที่จบการศึกษา ของบัณฑิตที่จบการศึกษาในระดับบัณฑิตศึกษาประจำปีการศึกษา 2560-2565 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก

2. เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างผลการเรียนเฉลี่ยสะสมกับอายุ สัญชาติ วุฒิการศึกษาที่จบ สาขาวิชาเอก คณะ และจำนวนปีการศึกษาที่จบการศึกษา

2. วิธีการศึกษา

การวิจัยนี้ทางคณะผู้วิจัยได้นำข้อมูลทุติยภูมิซึ่งเป็นข้อมูลจากระบบวิชั่นเน็ต (vision net) ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก ซึ่งไม่ได้เป็นข้อมูลส่วนบุคคล (non-personal data) ของบัณฑิตที่จบการศึกษาในระดับบัณฑิตศึกษาประจำปีการศึกษา 2560-2565 จำนวน 157 คน (ข้อมูลถึงวันที่ 31 มกราคม 2566) ได้แก่ข้อมูล เพศ อายุ สัญชาติ วุฒิการศึกษาที่จบ สาขาวิชาเอก คณะ ผลการเรียนเฉลี่ยสะสม และจำนวนปีการศึกษาที่จบการศึกษา นำมาวิเคราะห์แจกแจงความถี่และเปอร์เซ็นต์ และการวิเคราะห์สมนัย โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for window จากข้อมูลตารางการแจกแจงแบบ 2 ทาง ระหว่างผลการเรียนเฉลี่ยสะสมกับข้อมูลของกลุ่มอายุ สัญชาติ วุฒิการศึกษาที่จบ สาขาวิชาเอก คณะ และจำนวนปีการศึกษาที่จบการศึกษา เพื่ออธิบายความสัมพันธ์ระหว่างระดับต่างๆ ของตัวแปรกลุ่มสองตัวแปรและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างระดับต่างภายในแต่ละตัวแปรในรูปของแผนภาพการสมนัย (Correspondence mapping) โดยที่ระยะห่างระหว่างจุดต่างๆ ในแผนภาพแสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่ม กล่าวคือกลุ่มที่มีพิทักจุดใกล้ๆ กันจะมีความสัมพันธ์กันมาก ในขณะที่กลุ่มที่อยู่ห่างกันก็จะมีระดับความสัมพันธ์ห่างกันออกไปตามลำดับ (ประสพชัย และเกตุวดี, 2558; ประสพชัย และคณะ, 2559; Doey & Kurta, 2011)

3. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

3.1 การจำแนกความถี่และเปอร์เซ็นต์ของนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษาที่จบในปีการศึกษา 2560-2565 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก

จากข้อมูลในระบบวิชั่นเน็ตของของนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษาที่จบในปีการศึกษา 2560-2565 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก ข้อมูลถึงเดือนมกราคม 2566 ได้จำแนกลักษณะด้วยความถี่และเปอร์เซ็นต์ตามปีการศึกษาที่จบ ผลการเรียนเฉลี่ยสะสม (GPA) เพศ กลุ่มอายุ วุฒิการศึกษาที่จบ สาขาวิชาเอกที่จบ คณะ และจำนวนปีการศึกษาที่จบ ดังแสดงใน Table 1

Table 1 Characteristics of Graduate Students of Rajamangala University of Technology Tawan-ok, Graduated in Academic Year 2017 – 2022 (Data up to January 2023).

		(Total = 157)	
		n	%
Academic year of graduation	2017	42	26.8
	2018	24	15.3
	2019	9	5.7
	2020	11	7.0
	2021	34	21.6
	2022	37	23.6
Cumulative grade point average	3.00 – 3.25 (Poor)	12	7.6
	3.26 – 3.50 (Average)	37	23.6
	3.51 – 3.75 (Good)	52	33.1
	3.76 – 4.00 (Excellent)	56	35.7
Gender	Male	123	78.3
	Female	34	21.7
Age Groups	30 years and lower	22	14.0
	31 – 40 years	50	31.8
	41 – 50 years	62	39.5
	51 years and above	23	14.6

		(Total = 157)	
		n	%
Nationality	Thai	116	73.9
	Cambodia	1	0.6
	China	40	25.5
Degree	Master of Management	38	24.2
	Master of Science	10	6.4
	Master of Engineering	107	68.2
	Doctor of Philosophy	2	1.3
Major	Management	40	25.5
	Construction Management	71	45.2
	Civil Engineering	17	10.8
	Energy Technology	19	12.1
	Plant Science	7	4.5
	Animal Science	3	1.9
Faculty	Agriculture and Natural Resources	10	6.4
	Faculty of Engineering and Architecture	88	56.1
	School of Engineering and Innovation	19	12.1
	Chakrabongse Bhuvanarth International Institute for Interdisciplinary Studies	40	25.5
Number of Academic Years Completed	3 academic years	73	46.5
	4 academic years	36	22.9
	5 academic years	48	30.6

3.2 ตำแหน่งความสัมพันธ์ระหว่างผลการเรียนเฉลี่ยสะสมกับกลุ่มอายุ

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของผลการเรียนเฉลี่ยสะสมกับกลุ่มอายุของนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษาที่จบในปีการศึกษา 2560-2565 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก แสดงใน Table 2 ซึ่งพบว่า ค่าโคสแควร์เท่ากับ 27.073 (Sig = 0.001) นั่นคือ ปฏิเสธสมมติฐานหลักที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 กล่าวคือผลการเรียนเฉลี่ยสะสมมีความสัมพันธ์กับกลุ่มอายุของนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษาที่จบในปีการศึกษา 2560-2565 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 โดยจากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ พบว่ามีมิติที่ 1 และ 2 สามารถอธิบายความสัมพันธ์ได้ 100 เปอร์เซ็นต์ (Table 2) ซึ่งเมื่อนำมาทำกราฟไบพลอต (biplot) ตำแหน่งความสัมพันธ์ของ 2 ปัจจัยดังกล่าว ดัง Fig. 1 พบว่าเมื่อพิจารณาปัจจัยด้านกลุ่มอายุพบว่ากลุ่มอายุ 30 ปี ลงมา กับกลุ่มอายุ 51 ปีขึ้นไปมีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกันน้อยมากเนื่องจากมีตำแหน่งในกราฟที่ไกลกันมากที่สุด ในขณะที่ปัจจัยด้านผลการเรียนเฉลี่ยสะสมพบว่าผลการเรียนเฉลี่ยสะสมระดับต่ำกับดีมากมีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกันน้อยมากเนื่องจากมีตำแหน่งในกราฟที่ไกลกันมากที่สุด และเมื่อพิจารณาทั้ง 2 ปัจจัย พบว่าผลการเรียนเฉลี่ยสะสมดีมากมีความสัมพันธ์มากที่สุดกับกลุ่มอายุ 30 ปีลงมา ในขณะที่กลุ่มอายุ 31-40 ปี มีความสัมพันธ์กับผลการเรียนเฉลี่ยสะสมระดับดีและดีมาก ในขณะที่กลุ่มอายุ 51 ปีขึ้นไป มีความสัมพันธ์กับผลการเรียนในระดับต่ำ (Fig. 1) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ธวัชชัย (2556) ที่ศึกษากับนักศึกษาของสถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์ รายงานว่าอายุมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ของการเรียน โดยนักศึกษาระดับปริญญาโทที่มีอายุมากขึ้น จะมีผลการเรียนเฉลี่ยสะสมลดลง และสอดคล้องกับรายงานของ Richardson & Woodley (2003) ซึ่งสรุปจากการศึกษาว่า นักศึกษาที่อายุน้อยกว่า 21 ปี และอายุระหว่าง 26 – 50 ปี เมื่อสำเร็จการศึกษามีแนวโน้มที่จะได้ผลการเรียนที่ดี

3.3 ตำแหน่งความสัมพันธ์ระหว่างผลการเรียนเฉลี่ยสะสมกับสัญชาติ

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของผลการเรียนเฉลี่ยสะสมกับสัญชาติของนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษาที่จบในปีการศึกษา 2560-2565 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก แสดงใน Table 3 ซึ่งพบว่า ค่าโคสแควร์เท่ากับ 60.483 (Sig = 0.000) นั่นคือ ปฏิเสธสมมติฐานหลักที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 กล่าวคือผลการเรียนเฉลี่ยสะสมมีความสัมพันธ์กับสัญชาติที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 โดยพบว่าทั้ง 2 มิติสามารถอธิบายความสัมพันธ์ได้ 100 เปอร์เซ็นต์ (Table 3) ซึ่งเมื่อนำมาทำกราฟไบพลอต (biplot) ตำแหน่งความสัมพันธ์ของ 2 ปัจจัยดังกล่าว ดัง Fig. 2 พบว่าสามารถแบ่งความสัมพันธ์ออกไปได้ 2 กลุ่มคือ นักศึกษาชาวไทยมีความสัมพันธ์กับการมีผลการเรียนเฉลี่ยสะสมระดับต่ำและปานกลาง ในขณะที่นักศึกษาชาวจีนมีความสัมพันธ์สูงกับการมีผลการเรียนเฉลี่ยสะสมดีมาก (Fig. 2) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการที่นักศึกษาจีนเป็นนักศึกษาที่ได้รับทุนการศึกษาจากรัฐบาลจีนซึ่งได้ผ่าน

การคัดเลือกจากผลการเรียนมาแล้ว ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Yan & Cheng (2015) ที่พบว่านักศึกษาจีนที่ประสบความสำเร็จสูงในการศึกษาในมหาวิทยาลัยในประเทศเกาหลีเป็นนักศึกษาที่มีผลการเรียนที่ดีจากการศึกษาในประเทศจีนมาก่อน

3.4 ตำแหน่งความสัมพันธ์ระหว่างผลการเรียนเฉลี่ยสะสมกับวุฒิการศึกษาที่จบ

ผลการวิเคราะห์ความสมนัยของผลการเรียนเฉลี่ยสะสมกับวุฒิการศึกษาของนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษาที่จบในปีการศึกษา 2560-2565 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก แสดงใน Table 4 ซึ่งพบว่า ค่าไคสแควร์เท่ากับ 71.139 (Sig = 0.000) นั่นคือ ปฏิเสธสมมติฐานหลักที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 กล่าวคือผลการเรียนเฉลี่ยสะสมมีความสัมพันธ์กับวุฒิการศึกษาที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 โดยจากการวิเคราะห์ความสมนัยพบว่ามิติที่ 1 และ 2 สามารถอธิบายความสัมพันธ์ได้ 99.6 เปอร์เซ็นต์ (Table 4) ซึ่งเมื่อพิจารณาจากกราฟไบพลอตของตำแหน่งความสัมพันธ์ของ 2 ปัจจัยดังกล่าว พบว่าวุฒิการศึกษาระดับบัณฑิตมีตำแหน่งความสัมพันธ์กับผลการเรียนเฉลี่ยสะสมดีมาก วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิตสัมพันธ์กับผลการเรียนเฉลี่ยสะสมปานกลาง และต่ำ และวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิตสัมพันธ์กับผลการเรียนเฉลี่ยสะสมดี ในขณะที่วุฒิปรัชญาดุษฎีบัณฑิตยังมีบัณฑิตจบการศึกษามาน้อย (2 คน) จึงมีตำแหน่งความสัมพันธ์ที่แยกออกไปโดยมีผลการเรียนเฉลี่ยสะสมระดับดีที่อยู่ในตำแหน่งใกล้สุด (Fig. 3)

3.5 ตำแหน่งความสัมพันธ์ระหว่างผลการเรียนเฉลี่ยสะสมกับสาขาวิชาเอก

ผลการวิเคราะห์ความสมนัยของผลการเรียนเฉลี่ยสะสมกับสาขาวิชาเอกของนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษาที่จบในปีการศึกษา 2560-2565 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก แสดงใน Table 5 ซึ่งพบว่า ค่าไคสแควร์เท่ากับ 90.463 (Sig = 0.000) นั่นคือ ปฏิเสธสมมติฐานหลักที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 กล่าวคือผลการเรียนเฉลี่ยสะสมมีความสัมพันธ์กับสาขาวิชาเอกที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 โดยจากการวิเคราะห์ความสมนัยพบว่ามิติที่ 1 และ 2 สามารถอธิบายความสัมพันธ์ได้ 97.1 เปอร์เซ็นต์ (Table 5) ซึ่งเมื่อพิจารณาจากกราฟไบพลอตของตำแหน่งความสัมพันธ์ของ 2 ปัจจัยดังกล่าว ดัง Fig. 4 พบว่าเมื่อพิจารณาปัจจัยด้านสาขาวิชาเอกพบว่าสาขาวิชาเอกเทคโนโลยีพลังงานมีความสัมพันธ์กับสาขาวิชาเอกพืชศาสตร์ ในขณะที่ปัจจัยด้านผลการเรียนเฉลี่ยสะสมระดับต่ำกับระดับดีตำแหน่งความสัมพันธ์ใกล้เคียงกัน เมื่อพิจารณาทั้ง 2 ปัจจัยร่วมกัน พบว่าสามารถแบ่งความสัมพันธ์ออกไปได้ 4 กลุ่มคือ ผลการเรียนเฉลี่ยสะสมดีมากสัมพันธ์กับสาขาวิชาเอกการจัดการ ผลการเรียนเฉลี่ยสะสมระดับดีสัมพันธ์กับสาขาวิชาเอกเทคโนโลยีพลังงานและสาขาพืชศาสตร์ ผลการเรียนเฉลี่ยสะสมปานกลางสัมพันธ์กับสาขาวิชาวิศวกรรมโยธา ส่วนสาขาวิชาเอกการบริหารงานก่อสร้างมีความสัมพันธ์กับผลการเรียนเฉลี่ยสะสมระดับต่ำและระดับดี (Fig. 4) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ธวัชชัย (2556) ที่ศึกษากับนักศึกษาของสถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์ โดยรายงานว่าการรวมกลุ่มสาขาวิชาที่ศึกษาในระดับปริญญาโทมีผลต่อผลการเรียนเฉลี่ยสะสม และจากงานวิจัยของ Morsy & Karypis (2019) ซึ่งรายงานว่าการวางแผนหลักสูตรที่ดีส่งผลต่ออัตราการสำเร็จการศึกษาของนักศึกษาในมหาวิทยาลัย

3.6 ตำแหน่งความสัมพันธ์ระหว่างผลการเรียนเฉลี่ยสะสมกับคณะที่ศึกษา

ผลการวิเคราะห์ความสมนัยของผลการเรียนเฉลี่ยสะสมกับคณะที่ศึกษาของนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษาที่จบในปีการศึกษา 2560-2565 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก แสดงใน Table 6 ซึ่งพบว่า ค่าไคสแควร์เท่ากับ 67.545 (Sig = 0.000) นั่นคือ ปฏิเสธสมมติฐานหลักที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 กล่าวคือผลการเรียนเฉลี่ยสะสมมีความสัมพันธ์กับคณะที่ศึกษาที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 โดยจากการวิเคราะห์ความสมนัยพบว่ามิติที่ 1 และ 2 สามารถอธิบายความสัมพันธ์ได้ 99.6 เปอร์เซ็นต์ (Table 6) ซึ่งเมื่อพิจารณาจากกราฟไบพลอตของตำแหน่งความสัมพันธ์ของ 2 ปัจจัยดังกล่าว ดัง Fig. 5 พบว่าผลการเรียนเฉลี่ยสะสมระดับดีมากสัมพันธ์กับนักศึกษาที่จบจากสถาบันสหวิทยาการนานาชาติจักรพงษ์ภูวนารถ พบว่าผลการเรียนเฉลี่ยสะสมระดับดีสัมพันธ์กับนักศึกษาที่จบจากสำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์และนวัตกรรมและคณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ ส่วนนักศึกษาที่จบจากคณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์มีความสัมพันธ์กับผลการเรียนเฉลี่ยสะสมระดับต่ำและระดับปานกลาง (Fig. 5) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ธวัชชัย (2556) ที่ศึกษากับนักศึกษาของสถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์ รายงานว่าคณะที่ศึกษาในระดับปริญญาโทที่แตกต่างกันมีผลต่อผลการเรียนเฉลี่ยสะสม

3.7 ตำแหน่งความสัมพันธ์ระหว่างผลการเรียนเฉลี่ยสะสมกับจำนวนปีการศึกษาที่จบการศึกษา

ผลการวิเคราะห์ความสมนัยของผลการเรียนเฉลี่ยสะสมกับจำนวนปีการศึกษาที่จบการศึกษาระดับบัณฑิตศึกษาที่จบในปีการศึกษา 2560-2565 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก แสดงใน Table 7 ซึ่งพบว่า ค่าไคสแควร์เท่ากับ 30.381 (Sig = 0.000) นั่นคือ ปฏิเสธสมมติฐานหลักที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 กล่าวคือผลการเรียนเฉลี่ยสะสมมีความสัมพันธ์กับจำนวนปีการศึกษาที่จบการศึกษาที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 โดยจากการวิเคราะห์ความสมนัยพบว่ามิติที่ 1 และ 2 สามารถอธิบายความสัมพันธ์ได้ 100 เปอร์เซ็นต์ (Table 7) ซึ่งเมื่อพิจารณาจากกราฟไบพลอตของตำแหน่งความสัมพันธ์ของ 2 ปัจจัยดังกล่าว ดัง Fig. 6 พบว่าผลการเรียนเฉลี่ยสะสมระดับดีมากสัมพันธ์กับการจบการศึกษากายใน 3 ปีการศึกษา ผลการเรียน

เฉลี่ยสะสมระดับดีสัมพันธ์กับการจบการศึกษาภายใน 5 ปีการศึกษา ในขณะที่การจบการศึกษาภายใน 5 ปีการศึกษามีความสัมพันธ์กับผลการเรียนเฉลี่ยสะสมระดับต่ำและระดับปานกลาง (Fig. 6) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ธวัชชัย (2556) ที่ศึกษากับนักศึกษาของสถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์ โดยรายงานวาระระยะเวลาที่ศึกษาในระดับปริญญาโทมีความสัมพันธ์กับผลการเรียนเฉลี่ยสะสม และการศึกษาของ Amran et al. (2020) ซึ่งรายงานวาระระยะเวลาที่ศึกษามีความสัมพันธ์กับผลการเรียนเฉลี่ยสะสมเช่นกัน

Table 2 Correspondence analysis of cumulative grade point average and age groups.

Dimension	Singular Value	Inertia	Chi Square	Sig.	Proportion of Inertia	
					Accounted for	Cumulative
1	0.414	0.172			0.995	0.995
2	0.029	0.001			0.005	1.000
3	0.004	0.000			0.000	1.000
Total		0.172	27.073	0.001 ^a	1.000	1.000

a. 9 degrees of freedom

Table 3 Correspondence analysis of cumulative grade point average and nationality.

Dimension	Singular Value	Inertia	Chi Square	Sig.	Proportion of Inertia	
					Accounted for	Cumulative
1	.612	.374			.971	.971
2	.106	.011			.029	1.000
Total		.385	60.483	.000 ^a	1.000	1.000

a. 6 degrees of freedom

Table 4 Correspondence analysis of cumulative grade point average and obtained degree.

Dimension	Singular Value	Inertia	Chi Square	Sig.	Proportion of Inertia	
					Accounted for	Cumulative
1	.640	.409			.903	.903
2	.205	.042			.093	.996
3	.040	.002			.004	1.000
Total		.453	71.139	.000 ^a	1.000	1.000

a. 9 degrees of freedom

Table 5 Correspondence analysis of cumulative grade point average and major of study.

Dimension	Singular Value	Inertia	Chi Square	Sig.	Proportion of Inertia	
					Accounted for	Cumulative
1	.667	.445			.772	.772
2	.339	.115			.199	.971
3	.130	.017			.029	1.000
Total		.576	90.463	.000 ^a	1.000	1.000

a. 15 degrees of freedom

Table 6 Correspondence analysis of cumulative grade point average and Faculty.

Dimension	Singular Value	Inertia	Chi Square	Sig.	Proportion of Inertia	
					Accounted for	Cumulative
1	.633	.401			.931	.931
2	.168	.028			.065	.996
3	.039	.002			.004	1.000
Total		.430	67.545	.000 ^a	1.000	1.000

a. 9 degrees of freedom

Table 7 Correspondence analysis of cumulative grade point average and number of academic years completed.

Dimension	Singular Value	Inertia	Chi Square	Sig.	Proportion of Inertia	
					Accounted for	Cumulative
1	.425	.181			.935	.935
2	.112	.013			.065	1.000
Total		.194	30.381	.000 ^a	1.000	1.000

a. 6 degrees of freedom

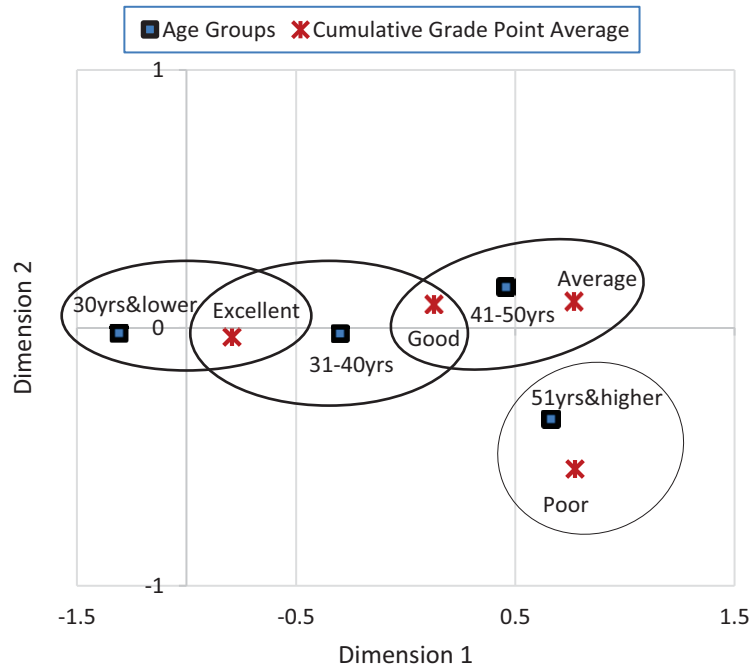


Fig. 1 Correspondence analysis showing positions of cumulative grade point average and age groups.

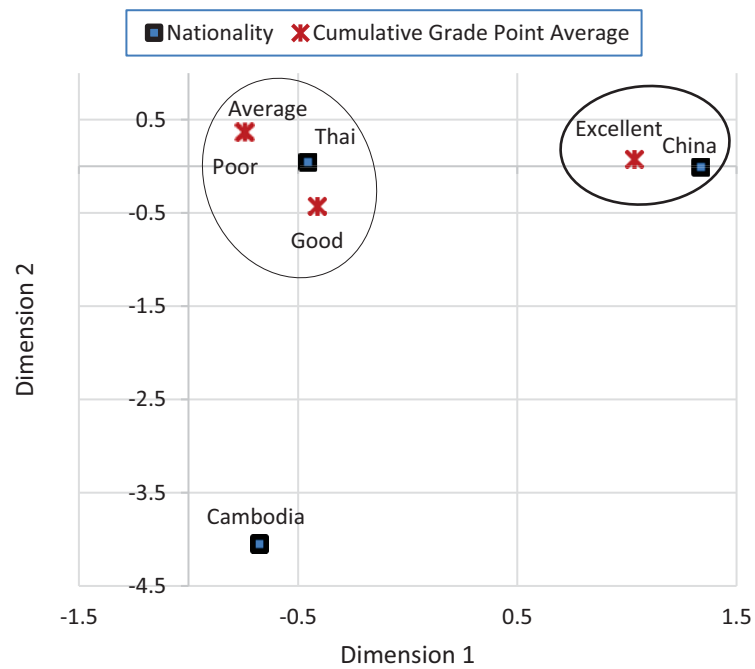


Fig. 2 Correspondence analysis showing positions of cumulative grade point average and nationality.

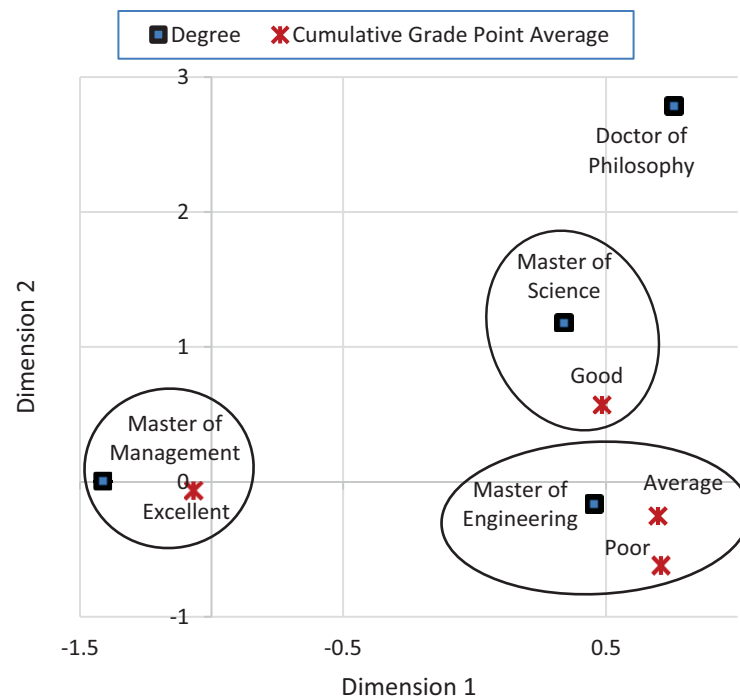


Fig. 3 Correspondence analysis showing positions of cumulative grade point average and obtained degree.

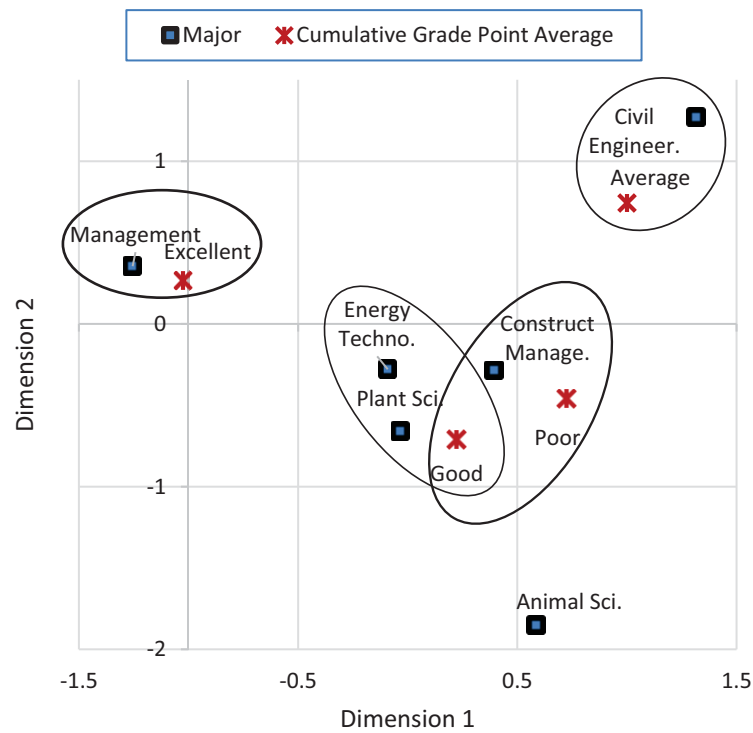


Fig. 4 Correspondence analysis showing positions of cumulative grade point average and major of study.

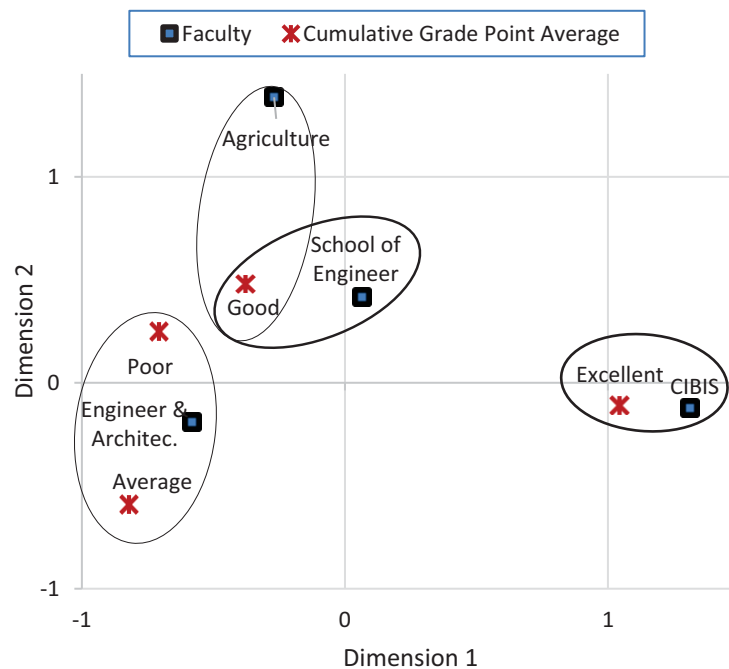


Fig. 5 Correspondence analysis showing positions of cumulative grade point average and Faculty that graduated.

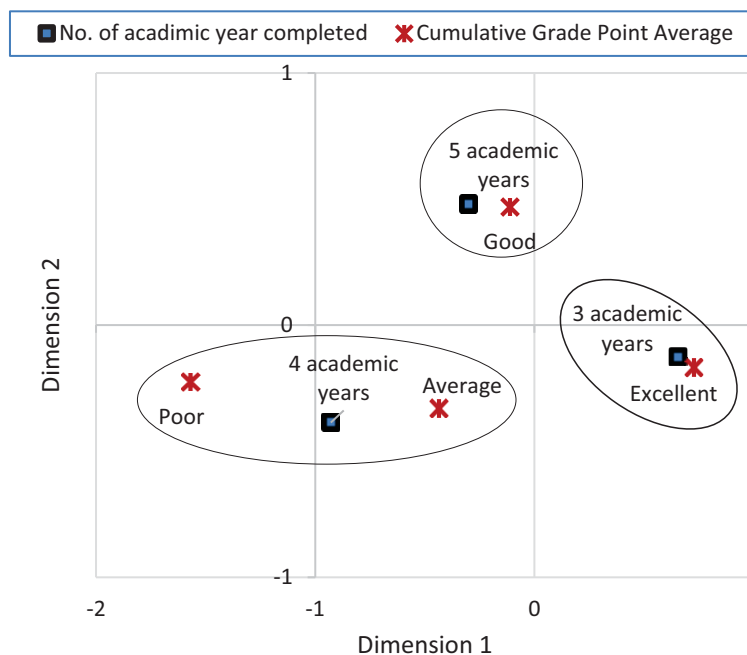


Fig. 6 Correspondence analysis showing positions of cumulative grade point average and number of academic years completed.

4. สรุป

นักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษาที่จบในปีการศึกษา 2560-2565 ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก จำนวน 157 คน ประกอบด้วยนักศึกษาเพศชาย 78.3 เปอร์เซ็นต์ เพศหญิง 21.7 เปอร์เซ็นต์ มีผลการเรียนเฉลี่ยสะสมในระดับต่ำ, ปานกลาง, สูง และสูงมาก คิดเป็น 7.6, 23.6, 33.1 และ 35.7 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ มีอายุ 30 ปีลงมา 14 เปอร์เซ็นต์ 31-40 ปี 31.8 เปอร์เซ็นต์ 41-50 ปี 39.5 เปอร์เซ็นต์ และอายุ 51 ปีขึ้นไป 14.6 เปอร์เซ็นต์ ผลจากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์พบว่าผลการเรียนเฉลี่ยสะสมมีความสัมพันธ์กับอายุ สัญชาติ วุฒิการศึกษา สาขาวิชาเอก คณะที่จบ และจำนวนปีการศึกษาที่จบการศึกษาที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 โดยผลการเรียนเฉลี่ยสะสมดีมากมีความสัมพันธ์มากที่สุดกับกลุ่มอายุ 30 ปีลงมา นักศึกษาสัญชาติจีน วุฒิการศึกษาการจัดการมหาบัณฑิต สาขาวิชาเอกการจัดการ สถาบันสหวิทยาการนานาชาติจักรพงษ์ภูวนารด และการจบการศึกษาภายใน 3 ปีการศึกษา

5. เอกสารอ้างอิง

- ชยุตม์ ภิรมย์สมบัติ. (2557). การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ (Correspondence Analysis). เอกสารประกอบการบรรยายหลักสูตร สถิติวิเคราะห์ขั้นสูงสำหรับการวิจัย 2. สมาคมวิจัยสังคมศาสตร์แห่งประเทศไทย คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 5 สิงหาคม 2557.
- ธวัชชัย ศุภดิษฐ์. (2556). ปัจจัยที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ของการเรียนในระดับปริญญาโท ของสถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์ ปีการศึกษา 2554 (รายงานการวิจัย). กรุงเทพฯ: สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.
- ประกาศคณะกรรมการมาตรฐานการอุดมศึกษา เรื่อง เกณฑ์มาตรฐานหลักสูตรระดับบัณฑิตศึกษา พ.ศ. 2565. (18 กรกฎาคม 2565). ราชกิจจานุเบกษา. เล่มที่ 139 ตอนพิเศษ 212 ง, หน้า 21-34.
- ประสพชัย พสุนนท์ และ เกตุวดี สมบูรณ์ทวี. (2558). การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของกิจกรรมยามว่างกับผลการเรียนเฉลี่ยสะสมชั้นปี และสาขาวิชาของนักศึกษาคณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตสารสนเทศเพชรบุรี. วารสารวิทยาลัยบัณฑิตศึกษาการจัดการ มข., 8(2), 117-132.
- ประสพชัย พสุนนท์ อาฟีฟี่ ลาเต๊ะ และ เกตุวดี สมบูรณ์ทวี. (2559). การประยุกต์เทคนิคการวิเคราะห์การสมนัยในการวิจัยทางสังคมศาสตร์. วารสารวิทยาลัยบัณฑิตศึกษาการจัดการ มข., 9(1), 1-22.

- มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก. (2561). **ข้อบังคับมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก ว่าด้วยการศึกษา ระดับบัณฑิตศึกษา พ.ศ. 2561**, (2 เมษายน 2561).
- มูลนิธิโครงการสารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน. (2566). **สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนฯ เล่มที่ ๓๘, เรื่องที่ ๓ การอุดมศึกษา** ความหมายของการอุดมศึกษา. สืบค้น 20 เมษายน 2566, จาก <https://www.saranukromthai.or.th/sub/book/book.php?book=38&chap=3&page=t38-3-infodetail01.html>
- สำนักงานบัณฑิตศึกษา. (2566). **หลักสูตรระดับบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก**. สืบค้น 24 เมษายน 2566, จาก https://graduate.rmutto.ac.th/?page_id=1744.
- Abdi, H. & Williams, L.J. (2003). **Correspondence analysis**. In Neil Salkind (Ed.), *Encyclopedia of Research Design* (1-20). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Amran, A., Desiani, A., & Oktarian, R. P. (2020). **Relationship Between GPA, Length of Study, and Competency with the Length of Time to Get a Job**. In 3rd Forum in Research, Science, and Technology (FIRST 2019) (pp. 20-28). Atlantis Press.
- Doey, L. & Kurta, J. (2011). **Correspondence Analysis applied to psychological research**. *Tutorials in Quantitative Methods for Psychology*, 7(1), 5-14.
- Greenacre, M. J. B. (2000). **Correspondence analysis of square asymmetric matrices**. *Journal of the Royal Statistical Society: Series C (Applied Statistics)*, 49(3), 297-310.
- Hair, J. F. Jr., Black, W. C., Babin, B. J., and Anderson, R. E. (2010). **Multivariate Data Analysis: A global perspective (7th ed.)**. Upper Saddle River, NJ: Pearson Prentice Hall.
- Morsy, S., & Karypis, G. (2019). **A study on curriculum planning and its relationship with graduation GPA and time to degree**. In *Proceedings of the 9th International Conference on Learning Analytics & Knowledge* (pp. 26-35).
- Richardson, J. T., & Woodley, A. (2003). **Another look at the role of age, gender and subject as predictors of academic attainment in higher education**. *Studies in Higher Education*, 28(4), 475-493.
- Shanka, T., Quintal, V., & Taylor, R. (2006). **Factors influencing international students' choice of an education destination—A correspondence analysis**. *Journal of Marketing for Higher Education*, 15(2), 31-46.
- Yan, W., & Cheng, L. (2015). **How language proficiency contributes to Chinese students' academic success in Korean universities**. *Language Testing in Asia*, 5(1), 1-19.
- Yavas, U. (2001). **Patronage motives and product purchase patterns: A correspondence analysis**. *Marketing Intelligence & Planning*, 19(2), 97-102.

แนวทางการแก้ไขปัญหาจดทะเบียนทรัพย์สินทางปัญญา
ประเภทสิทธิบัตร อนุสิทธิบัตร ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
Patent and Petty Patent Registration Issues Analyst and Solution Guideline of
Rajamangala University of Technology Phra Nakhon

วัชรารณ ชัยวรรณ^{1*} อัครณิต บรรเทา¹ และ หึง มัทนัง¹
Watcharaporn Chaiwan^{1*}, Akanit Banthao¹ and Ying Muttanang¹

สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
Institute of Research and Development Rajamangala University of Technology Phra Nakhon
e-mail: Watcharaporn.c@rmutp.ac.th Tel. 08 4386 2787

บทคัดย่อ

การศึกษาวิจัย มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อรวบรวมปัญหาการยื่นจดทะเบียนทรัพย์สินทางปัญญา ประเภทสิทธิบัตร อนุสิทธิบัตร และ 2) เพื่อเสนอแนวทางแก้ปัญหาการจดทะเบียนทรัพย์สินทางปัญญา ประเภทสิทธิบัตร อนุสิทธิบัตร ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร โดยรวบรวมข้อมูล สังเคราะห์ข้อมูล สร้างกิจกรรมพัฒนา ติดตามและวิเคราะห์ข้อมูล การยื่นจดทะเบียนทรัพย์สินทางปัญญา ประเภทสิทธิบัตรอนุสิทธิบัตร จากการสังเคราะห์รวบรวมข้อมูลการยื่นจดทะเบียนทรัพย์สินทางปัญญา พบว่า คือ นักวิจัยขาดความรู้ ความเข้าใจในงานทรัพย์สินทางปัญญา รองลงมาคือ ขาดความรู้ ความเข้าใจในการสืบค้นข้อมูลสิทธิบัตร กระบวนการทางการจดทะเบียนทรัพย์สินทางปัญญา และผลงานวิจัยที่ยังไม่มีศักยภาพพอที่จะยื่นขอรับความคุ้มครองได้ ตามลำดับ และมีข้อมูลการยื่นจดทะเบียนทรัพย์สินทางปัญญา รวมทั้งสิ้นจำนวน 73 เรื่อง ได้แก่ ประเภทสิทธิบัตรการออกแบบผลิตภัณฑ์ จำนวน 71 เรื่อง คิดเป็นร้อยละ 97.26 สิทธิบัตรการประดิษฐ์ จำนวน 1 เรื่อง คิดเป็นร้อยละ 1.37 และอนุสิทธิบัตร จำนวน 1 เรื่อง คิดเป็นร้อยละ 1.37 ตามลำดับ แนวทางในการแก้ไขปัญหาการจดทะเบียนทรัพย์สินทางปัญญา ประเภทสิทธิบัตร อนุสิทธิบัตร พบว่าการจัดกิจกรรมการอบรมเชิงปฏิบัติการที่มีเนื้อหาเชิงลึกยกร่างคำขอรับสิทธิบัตร อนุสิทธิบัตร มีผลการดำเนินการจัดโครงการ / กิจกรรม มีจำนวนผู้เข้าร่วมคนอบรม 13 คน มีผลงานที่พร้อมยื่นคำขอรับจดทะเบียนทรัพย์สินทางปัญญาจำนวน 11 ผลงาน ได้แก่ สิทธิบัตรการประดิษฐ์ 1 ผลงาน และอนุสิทธิบัตร 10 ผลงาน ซึ่งสามารถช่วยลดระยะเวลาตรวจสอบการประดิษฐ์ของกรมทรัพย์สินทางปัญญา สามารถเพิ่มจำนวนสิทธิบัตร อนุสิทธิบัตร ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่มีประสิทธิภาพ ส่งผลให้สิ่งประดิษฐ์ / นวัตกรรม ได้รับการคุ้มครองทรัพย์สินทางปัญญา สามารถใช้ประโยชน์เชิงพาณิชย์ สร้างจุดแข็ง สร้างมูลค่าเพิ่มให้กับมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนครต่อไป

คำสำคัญ: การวิเคราะห์ปัญหา แนวทางการแก้ไข ทรัพย์สินทางปัญญา

Abstract

This research has a purpose to 1) to gathering a patent and petty registration issues and 2) to present a patent and petty patent issues solution of Rajamangala University of Technology Phra Nakhon by gathering data, Data analysis, Develop the solution program and follow up and analyst the patent and petty registration output. From the data gathering has shown that the targeted researchers first of all, has lack of the knowledge and understanding of the intellectual property secondly the targeted researchers has lack of the knowledge and understanding of the petty patent search engine and also for the intellectual property registration process besides, the research output has not yet sufficient enough for the registration. In sequence, there is data on a total of 73 intellectual property registrations, categorized as follows: 71 design patent registrations, accounting for 97.26%, 1 utility patent registration, accounting for 1.37%, and 1 copyright registration, accounting for 1.37%. As for addressing the issues in intellectual property registration, particularly for patents and utility models, improvements and guidance are needed in the mentioned areas of knowledge gaps and research potential which required for a patent and petty registration and led to the intensive program designing from the data analysis to understand the requirement and application drafting for a patent and petty registration. The program result has 13 participants with 11 outputs that ready for patent

registration such as 1 patent and 10 petty patents that could shorten the officer's time and examination process and also could increase a patent and petty patent of Rajamangala University of Technology Phra Nakhon for a commercial purpose to increase the research outputs value at Rajamangala University Technology Phra Nakhon.

Keywords : Issue analysis, Solution guideline, Patent

1. บทนำ

ปัจจุบันทรัพย์สินทางปัญญาเข้ามามีบทบาทสำคัญเพิ่มขึ้นเป็นอย่างมากในฐานะพื้นฐานการสร้างมูลค่าเพิ่มเชิงพาณิชย์ให้กับองค์กรสู่การขับเคลื่อนพัฒนาประเทศทางด้านเศรษฐกิจ การขับเคลื่อนสู่ประเทศไทย 4.0 ตามนโยบายการเปลี่ยนผ่านประเทศเศรษฐกิจใหม่จากทรัพย์สินทางปัญญาด้วยการเพิ่มประสิทธิภาพการจดทะเบียนสิทธิบัตรการประดิษฐ์และเครื่องหมายการค้า ซึ่งเป็นการปรับกระบวนการพัฒนาห่วงโซ่มูลค่าทรัพย์สินทางปัญญา (Intellectual Property Value Chain) ทั้งระบบให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น อันถือเป็นรากฐานสำคัญในการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศด้วยเทคโนโลยี ความคิดสร้างสรรค์ และนวัตกรรม (Innovation-Driven Economy) (กรมทรัพย์สินทางปัญญา : 2565) ตามนโยบายขับเคลื่อนประเทศดังกล่าวส่งผลกระทบต่อตรงถึงสถาบันการศึกษาให้ตื่นตัว ในฐานะผู้สร้างและเผยแพร่ความรู้หลากหลายรูปแบบที่ได้มาจากการเรียน การสอน การบริการวิชาการ และการวิจัย จากการนำผลผลิตงานวิจัยเปลี่ยนไปเป็นนวัตกรรมใหม่ ที่สามารถให้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ สร้างจุดแข็ง สร้างมูลค่าเพิ่มให้กับองค์กร และยกระดับศักยภาพในการแข่งขันต่อไป

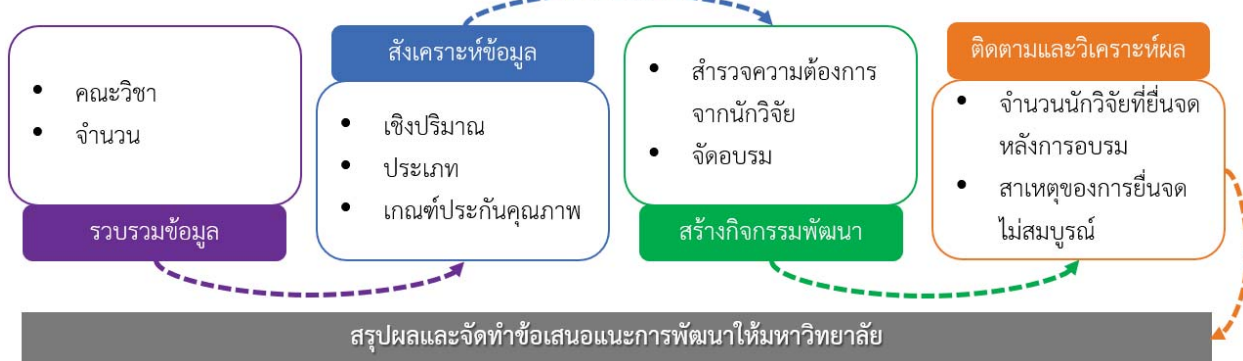
สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ในฐานะหน่วยงานหลักที่รับผิดชอบภารกิจด้านการส่งเสริมทรัพย์สินทางปัญญา อันมีพันธกิจหลัก 3 ด้าน ได้แก่ 1) ส่งเสริม สนับสนุน กำกับดูแล งานวิจัย นวัตกรรม สิ่งประดิษฐ์ เพื่อพัฒนาเศรษฐกิจและสังคม 2) บริการวิชาการและสังคม เพื่อสร้างและพัฒนาอาชีพโดยยึดนโยบายและยุทธศาสตร์การพัฒนาประเทศ และ 3) บริหารจัดการองค์กรด้วยหลักธรรมาภิบาล (สถาบันวิจัยและพัฒนา : 2565) จึงได้ตระหนักถึงการส่งเสริม สนับสนุนนวัตกรรม สิ่งประดิษฐ์ ทรัพย์สินทางปัญญา ที่จะเกิดขึ้นอย่างเป็นรูปธรรม นอกเหนือจากนี้ ทรัพย์สินทางปัญญา ยังมีความสำคัญในการชี้วัดระดับคุณภาพมหาวิทยาลัยที่อยู่ภายใต้ตัวชี้วัดเกณฑ์มาตรฐานการศึกษาหลักของชาติ ในรูปของการประเมินคุณภาพการศึกษา ผ่านรูปแบบการใช้เครื่องมือจัดเก็บผลการดำเนินการและข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ

ถึงแม้ว่าการดำเนินการของสถาบันวิจัยและพัฒนาในการขับเคลื่อน ส่งเสริม สนับสนุน เพื่อเพิ่มปริมาณงานทรัพย์สินทางปัญญาถูกดำเนินการมาอย่างต่อเนื่องในรูปแบบการจัดกิจกรรมการให้ความรู้ ความเข้าใจ กับอาจารย์และนักวิจัย สำหรับการเริ่มต้นเข้าสู่กระบวนการยื่นคำขอ ทว่าในปีการศึกษา 2564 ประกอบกับข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิมุ่งเน้นให้มหาวิทยาลัยพัฒนาในเรื่องปริมาณการจดทะเบียนทรัพย์สินทางปัญญา ประเภทสิทธิบัตร อนุสิทธิบัตร จากผลงานวิจัยและงานสร้างสรรค์ให้มากขึ้น ตลอดจนนำทรัพย์สินทางปัญญาไปสู่ตลาดเชิงพาณิชย์ (รายงานการประเมินคุณภาพการศึกษาภายในประจำปีการศึกษา 2564 สถาบันวิจัยและพัฒนา : 2565) จากปัญหาที่กล่าวมาคณะผู้วิจัยในฐานะผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในหน้าที่รับผิดชอบในการดำเนินงานการส่งเสริมทรัพย์สินทางปัญญาของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร จำเป็นต้องศึกษา รวบรวม และสังเคราะห์สาเหตุที่ทำให้ปริมาณการจดทะเบียนทรัพย์สินทางปัญญาที่มีจำนวนน้อย และจัดทำข้อเสนอแนะแนวทางการแก้ไขปัญหาดังกล่าว เพื่อยกระดับความมีคุณภาพของมหาวิทยาลัยให้สอดคล้องกับนโยบายการขับเคลื่อนประเทศต่อไป

2. วิธีการทดลองหรือวิธีการศึกษา

การศึกษาจากเอกสาร (Document Study) ข้อมูลการจดทะเบียนทรัพย์สินทางปัญญาภายใต้การดำเนินการของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร 5 ปี (ปีงบประมาณ พ.ศ. 2561 ถึง 2565) ประมวลผลที่ได้จากการศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง มาสร้างเป็นแบบสอบถามเพื่อใช้เป็นเครื่องมือ ตรวจสอบค่าความเชื่อถือได้ (Reliability) และทดสอบความเที่ยงตรง (Validity) กลุ่มตัวอย่าง คือ อาจารย์ นักวิจัย ผู้เข้าร่วมการอบรมความรู้ด้านทรัพย์สินทางปัญญา จาก สังกัด/คณะ/หน่วยงานต่าง ๆ ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือแบบสอบถามเฉพาะเจาะจง จำนวน 150 คน เป็นคำถามเกี่ยวกับความรู้ความเข้าใจ โดยแบ่งเป็นด้านต่างๆ จำนวน 4 ด้าน ในข้อคำถามลักษณะแบบสอบถามแบบมาตราส่วน (Likert Scale) และจากรายงานผลการดำเนินการ ต่อจากนั้นสังเคราะห์ปริมาณของทรัพย์สินทางปัญญาแต่ละประเภท เพื่อพิจารณาแนวโน้มการสร้างสรรคผลงาน ลำดับต่อไปทำการสำรวจความต้องการการพัฒนาคุณภาพบุคลากรที่จะเข้าสู่กระบวนการยื่นคำขอจดทะเบียนทรัพย์สินทางปัญญา โดยใช้เทคนิคการให้เล็อกปัญหาของการจดทะเบียนทรัพย์สินทางปัญญา ต่อจากนั้นนำปัญหาจากการสำรวจเข้ามาจัดกิจกรรมอบรมให้ตรงตามความต้องการ ขั้นตอนต่อไปเป็นกระบวนการติดตามและวิเคราะห์

ปัญหาที่เกิดขึ้นอันเป็นเหตุให้การยื่นคำขอรับสิทธิบัตรและอนุสิทธิบัตรที่กรมทรัพย์สินทางปัญญาไม่สมบูรณ์ สุดท้ายจัดทำข้อเสนอแนะการเพิ่มปริมาณทรัพย์สินทางปัญญาแก่มหาวิทยาลัยซึ่งกระบวนการวิจัยแสดง ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 กระบวนการวิจัย

3. ผลการทดลองและวิจารณ์ผล หรือผลการศึกษาและอภิปรายผล

ผลการศึกษาเป็นการดำเนินการตามขั้นตอนการวิจัย โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.1 ผลการรวบรวมข้อมูลเชิงปริมาณของผลการดำเนินการย้อนหลัง 5 ปี ตั้งแต่ปีงบประมาณ พ.ศ. 2561 – 2565 จาก 9 คณะวิชาของมหาวิทยาลัย ซึ่งผลการรวบรวมแสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ข้อมูลเชิงปริมาณของผลการดำเนินการย้อนหลัง 5 ปี ปีงบประมาณ พ.ศ. 2561-2565 จาก 9 คณะ

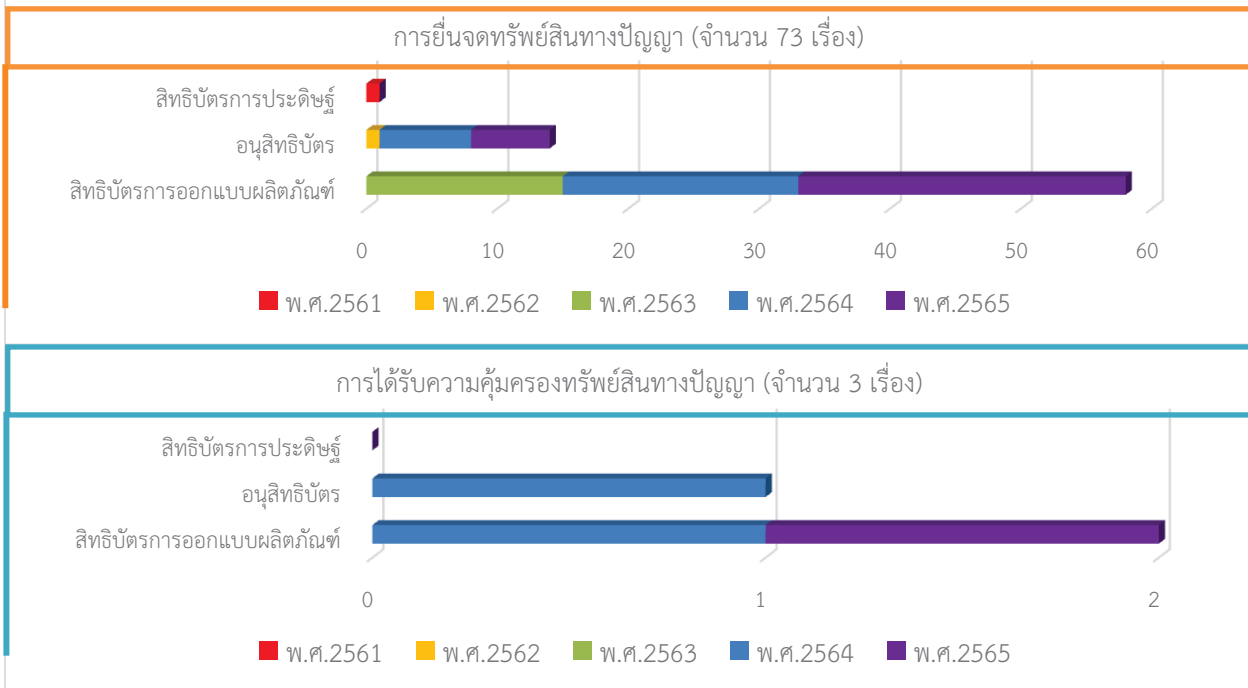
คณะวิชา	ประเภท	ปีงบประมาณ พ.ศ.				
		2561	2562	2563	2564	2565
ครุศาสตร์อุตสาหกรรม	อนุสิทธิบัตร	-	-	-	2	-
	สิทธิบัตร	-	-	-	-	-
เทคโนโลยีสื่อสารมวลชน	อนุสิทธิบัตร	-	-	-	-	-
	สิทธิบัตร	-	-	-	-	-
เทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์	อนุสิทธิบัตร	-	-	-	3	5
	สิทธิบัตร	-	-	-	-	-
บริหารธุรกิจ	อนุสิทธิบัตร	-	-	-	-	-
	สิทธิบัตร	-	-	-	-	-
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	อนุสิทธิบัตร	-	1	-	1	1
	สิทธิบัตร	-	-	-	-	-
วิศวกรรมศาสตร์	อนุสิทธิบัตร	-	-	-	1	-
	สิทธิบัตร	1	-	-	-	-
ศิลปศาสตร์	อนุสิทธิบัตร	-	-	-	-	-
	สิทธิบัตร	-	-	-	-	-
สถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบ	อนุสิทธิบัตร	-	-	-	-	-
	สิทธิบัตร	-	-	15	18	19
อุตสาหกรรมสิ่งทอและออกแบบแฟชั่น	อนุสิทธิบัตร	-	-	-	-	6
	สิทธิบัตร	-	-	-	-	-
รวม		1	1	15	25	31

จากตารางที่ 1 พบว่า คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบ มีจำนวนการยื่นจดสิทธิบัตรมากที่สุด จำนวน 52 เรื่อง คิดเป็นร้อยละ 71.23 ส่วนคณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มีการยื่นจดอนุสิทธิบัตรมากที่สุด จำนวน 7 เรื่อง คิดเป็นร้อยละ 9.59 ในทางกลับกันคณะเทคโนโลยีสื่อสารมวลชน คณะบริหารธุรกิจ และคณะศิลปศาสตร์ ไม่มีการยื่นจดสิทธิบัตรและอนุสิทธิบัตร

3.2 ผลการสังเคราะห์ข้อมูล สำหรับผลการสังเคราะห์ข้อมูล เป็นการนำเสนอผลงานภาพรวมของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร โดยมุ่งเน้นให้เห็นถึงปริมาณการยื่นจดทรัพย์สินทางปัญญา และการได้รับการคุ้มครองทรัพย์สินทางปัญญา 3 ประเภท คือ สิทธิบัตรการประดิษฐ์ อนุสิทธิบัตร และสิทธิบัตรการออกแบบผลิตภัณฑ์ ภายใต้การจัดกิจกรรมอบรมให้ความรู้ด้านทรัพย์สินทางปัญญา ของสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ตลอดระยะเวลา 5 ปี ที่ผ่าน ซึ่งผลการสังเคราะห์ข้อมูลการดำเนินการแสดงดังตารางที่ 2 และภาพที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการสังเคราะห์ข้อมูลการดำเนินในปีงบประมาณ พ.ศ. 2561 - 2565

ผลการดำเนินการ	ปีงบประมาณ พ.ศ.				
	2561	2562	2563	2564	2565
1. การจัดอบรมให้ความรู้ด้านทรัพย์สินทางปัญญา (จำนวน 8 ครั้ง)	1	1	5	-	1
2. การยื่นจดทรัพย์สินทางปัญญา (จำนวน 73 เรื่อง)					
2.1 สิทธิบัตรการประดิษฐ์	1	-	-	-	-
2.2 อนุสิทธิบัตร	-	1	-	7	6
2.3 สิทธิบัตรการออกแบบผลิตภัณฑ์	-	-	15	18	25
3. การได้รับความคุ้มครองทรัพย์สินทางปัญญา (จำนวน 3 เรื่อง)					
3.1 สิทธิบัตรการประดิษฐ์	-	-	-	-	-
3.2 อนุสิทธิบัตร	-	-	-	1	-
3.3 สิทธิบัตรการออกแบบผลิตภัณฑ์	-	-	-	1	1

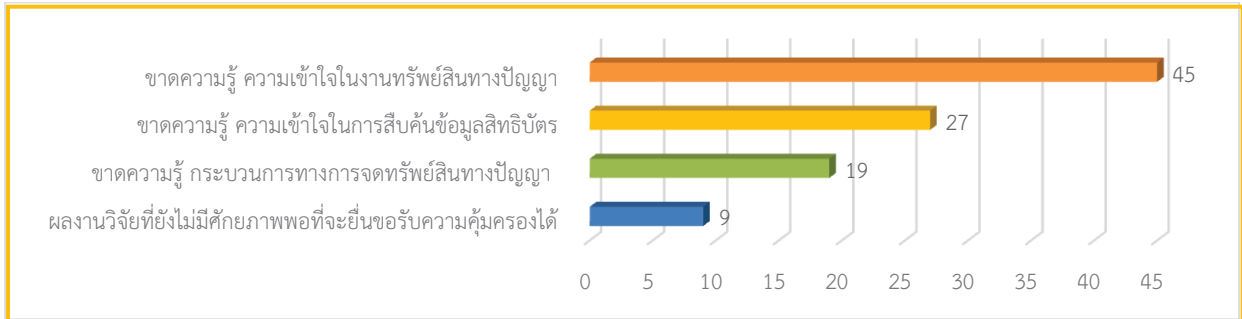


ภาพที่ 2 ผลเปรียบเทียบการยื่นจดทรัพย์สินทางปัญญา 5 ปี ย้อนหลัง

จากตารางที่ 2 และภาพที่ 2 พบว่ามีข้อมูลการจัดกิจกรรมอบรมให้ความรู้ด้านทรัพย์สินทางปัญญา ปีงบประมาณ พ.ศ. 2561 - 2565 รวมทั้งสิ้นจำนวน 8 ครั้ง และมีข้อมูลการยื่นจดทรัพย์สินทางปัญญา รวมทั้งสิ้นจำนวน 73 เรื่อง ได้แก่ ประเภทสิทธิบัตรการออกแบบผลิตภัณฑ์ จำนวน 71 เรื่อง คิดเป็นร้อยละ 97.26 สิทธิบัตรการประดิษฐ์ จำนวน 1 เรื่อง คิดเป็นร้อยละ 1.37 และอนุสิทธิบัตร จำนวน 1 เรื่อง คิดเป็นร้อยละ 1.37 ตามลำดับ

ในกรณีของทรัพย์สินทางปัญญาที่ได้รับการคุ้มครองมีจำนวน ทั้งสิ้นจำนวน 3 เรื่อง ได้แก่ สิทธิบัตรการประดิษฐ์ จำนวน 2 เรื่อง คิดเป็นร้อยละ 66.67 และอนุสิทธิบัตร จำนวน 1 เรื่อง คิดเป็นร้อยละ 33.43 ตามลำดับ ซึ่งเห็นได้ว่า ทรัพย์สินทางปัญญาที่ได้รับการคุ้มครองคิดมีเพียงร้อยละ 4.11 เท่านั้น ทั้งนี้สาเหตุจากกระบวนการตรวจสอบของกรมทรัพย์สินทางปัญญามีระยะเวลาประมาณ 2 - 4 ปี

3.3 ผลการสร้างกิจกรรมพัฒนา ในกรณีนี้ผู้วิจัยมีการจัดทำแบบสำรวจความต้องการในการอบรมพัฒนาศักยภาพนักวิจัย เพื่อเข้าสู่กระบวนการยื่นจดทะเบียนทรัพย์สินทางปัญญา ทั้งนี้รายละเอียดในแบบสำรวจมุ่งเน้นเพื่อสอบถามถึงปัญหาที่นักวิจัย ไม่สามารถยื่นจดทะเบียนทรัพย์สินทางปัญญาได้ โดยการสำรวจผลของต้องการเข้าร่วมกิจกรรมอบรมของอาจารย์ และนักวิจัย ประมาณ 500 ราย ทั้งนี้ มีปริมาณผู้ที่สนใจตอบรับเฉลี่ย 5 ปี รวมจำนวนทั้งสิ้น 150 คน



ตารางที่ 3 ผลการสำรวจหัวข้อ / เรื่องความต้องการอบรมการยื่นจดทะเบียนทรัพย์สินทางปัญญา ประเภท สิทธิบัตร อนุสิทธิบัตร ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร มีดังนี้

หัวข้อ / เรื่อง	ลำดับความถี่ของปัญหา
- ขาดความรู้ ความเข้าใจในงานทรัพย์สินทางปัญญา	1
- ขาดความรู้ ความเข้าใจในการสืบค้นข้อมูลสิทธิบัตร	2
- ขาดความรู้ กระบวนการทางการจดทะเบียนทรัพย์สินทางปัญญา	3
- ผลงานวิจัยที่ยังไม่มีศักยภาพพอที่จะยื่นขอรับความคุ้มครองได้	4

จากตารางที่ 3 ผลการสำรวจหัวข้อ / เรื่องความต้องการอบรมการยื่นจดทะเบียนทรัพย์สินทางปัญญา ประเภท สิทธิบัตร อนุสิทธิบัตร ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร แบบสอบถามเฉพาะเจาะจง จำนวน 150 ชุด พบว่ามีข้อ ปัญหาที่พบมากที่สุด คือ นักวิจัยขาดความรู้ ความเข้าใจในงานทรัพย์สินทางปัญญา รองลงมาคือ ขาดความรู้ ความเข้าใจในการ สืบค้นข้อมูลสิทธิบัตร กระบวนการทางการจดทะเบียนทรัพย์สินทางปัญญา และผลงานวิจัยที่ยังไม่มีศักยภาพพอที่จะยื่นขอรับความ คุ้มครองได้ ตามลำดับ

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปัญหาของการยื่นจดทะเบียนทรัพย์สินทางปัญญาไม่สมบูรณ์ มีดังนี้

ข้อมูลปัญหา	ลำดับความถี่ของปัญหา
ไม่ระบุหมายเลขหน้า / ระบุหมายเลขหน้าผิด	5
ไม่มีหมายเลขกำกับบรรทัด	
นับบรรทัดผิด	3
ชื่อการประดิษฐ์	
- ไม่ได้ระบุลักษณะสำคัญของการประดิษฐ์	
- ชื่อเรื่องยาวเกินไป ไม่กระชับ	
- ชื่อเรื่องตั้งขึ้นเอง	6
- ชื่อเรื่องที่เป็นการอวดอ้างสรรพคุณ	
ภูมิหลังของศิลปะหรือวิทยาการที่เกี่ยวข้อง	
- ไม่ระบุลักษณะของการประดิษฐ์ที่มีอยู่ก่อนแล้ว	7
- ไม่ระบุข้อบกพร่องต่าง ๆ หรือปัญหาของการประดิษฐ์ให้ครบถ้วน	
- ไม่ระบุข้อแตกต่างกับการประดิษฐ์ที่มีอยู่ก่อน	
ลักษณะและความมุ่งหมายของการประดิษฐ์	1
- บรรยายลักษณะที่สำคัญของการประดิษฐ์ ยาวเกินไป ไม่กระชับ	
- วัตถุประสงค์ของการประดิษฐ์ไม่ครบถ้วน	
รูปเขียน	1
- รูปไม่ครบถ้วน	
- รูปไม่ชัดเจน	
- รูปไม่สอดคล้องกับรายละเอียดการประดิษฐ์	

ข้อมูลปัญหา	ลำดับความถี่ของปัญหา
- การเขียนรูปไม่เป็นไปตามหลักวิชาการเขียนแบบ - ใส่คำบรรยายรูป - หมายเลขชี้แสดงชิ้นส่วนต่าง ๆ ไม่อยู่ภายในวงกลม หรือวงเล็บ - ไม่ได้ใช้หมายเลขเดียวกันชี้แสดงชิ้นส่วนเดียวกัน - หมายเลขชี้แสดงชิ้นส่วนต่าง ๆ ไม่สอดคล้องกับรายละเอียดการประดิษฐ์	
การเปิดเผยการประดิษฐ์โดยสมบูรณ์ - ไม่เปิดเผยข้อมูลการประดิษฐ์ - ไม่ระบุรายละเอียดของการประดิษฐ์ - ไม่บรรยายลักษณะโครงสร้าง ส่วนประกอบ องค์ประกอบ หรือขั้นตอน - บรรยายไม่ละเอียดสมบูรณ์และชัดเจนพอที่จะทำให้ผู้มีความชำนาญในระดับสามัญในสาขาวิทยาการสามารถอ่านแล้วเข้าใจการประดิษฐ์นั้นได้	4
ข้อถ้อยสิทธิ - ไม่ระบุลักษณะของการประดิษฐ์ที่จะรับความคุ้มครองโดยชัดเจน รัดกุม และสอดคล้องกับรายละเอียดการประดิษฐ์ - ข้อถ้อยสิทธิเกินขอบเขตที่ได้เปิดเผยไว้ในรายละเอียดการประดิษฐ์ - ไม่กำหนดเป็นข้อ ๆ - ไม่เรียงลำดับในลักษณะรับกับลักษณะของการประดิษฐ์ที่ต้องการคุ้มครอง - ข้อถ้อยสิทธิตรง ไม่ได้อ้างถึงลักษณะสาระสำคัญของการประดิษฐ์ในข้อถ้อยสิทธิหลักหรือข้อถ้อยสิทธิอื่นโดยระบุ - ข้อถ้อยสิทธิตรงไม่ได้อ้างถึงลักษณะที่เป็นทางเลือก - อ้างถึงรายละเอียดการประดิษฐ์หรือรูปเขียนในส่วนของคุณลักษณะทางเทคนิคของการประดิษฐ์	2
ไม่แก้ไขตามคำสั่งแก้ไขของกรมทรัพย์สินทางปัญญา ภายในระยะเวลา 90 วัน (ตามกำหนด)	9
สิ่งประดิษฐ์ไม่มีความใหม่	8
ระยะเวลาในการยื่นขอรับความคุ้มครองใช้เวลานาน	10

จากตารางที่ 4 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลปัญหาของการยื่นจดทะเบียนทรัพย์สินทางปัญญาไม่สมบูรณ์ ประเภท สิทธิบัตร อนุสิทธิบัตร ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร พบว่ามีข้อปัญหาที่พบมากที่สุด คือ รูปเขียน รองลงมาคือ ข้อถ้อยสิทธิ และชื่อการประดิษฐ์ ตามลำดับ

3.4 สร้างกิจกรรมพัฒนาเพื่อส่งเสริมการเพิ่มจำนวนผลงานยื่นจดทะเบียนทรัพย์สินทางปัญญา ประเภท สิทธิบัตร อนุสิทธิบัตร ให้กับมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร โดยมุ่งเน้นไปที่การพิจารณาจุดอ่อนของการแก้ไข ซึ่งดำเนินการในรูปแบบของกิจกรรม มาเป็นแนวทางแก้ไขปัญหาการจดทะเบียน สิทธิบัตร อนุสิทธิบัตร ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร โดยมีกระบวนการที่ได้ถูกบรรจุอยู่ในแผนปฏิบัติการประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2566 และมีการดำเนินงาน ดังนี้

- วางแผนดำเนินงานตามแผนปฏิบัติการ สถาบันวิจัยและพัฒนา ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2566 ที่จะต้องเป็นการอบรมเชิงปฏิบัติการ คือโครงการ การสร้างและพัฒนาศักยภาพบุคลากรด้านการวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร : กิจกรรม เทคนิคการร่างคำขอจดทะเบียนสิทธิบัตรการประดิษฐ์ / อนุสิทธิบัตร
- กำหนดกลุ่มเป้าหมาย ซึ่งจะต้องเป็นอาจารย์ / นักวิจัย โดยกำหนดสถานที่ วันและเวลา ในช่วงปิดภาคการศึกษา และจัดทำใบสมัครรับสมัครผู้เข้าร่วมอบรม โดยกำหนดคุณสมบัติของผู้สมัครเข้าร่วมอบรมจะต้องมีรายละเอียดดังนี้ 1) หัวข้อเรื่อง 2) รายละเอียดของผลงาน / สิ่งประดิษฐ์ และ 3) ลักษณะเด่นของผลงาน / สิ่งประดิษฐ์
- ติดต่อประสานงาน วิทยากร ที่ต้องเป็นผู้ตรวจสอบของสาขาวิทยาการที่เกี่ยวข้องกับการประดิษฐ์
- สืบค้นตัวอย่างคำขอสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร ที่เป็นงานที่ใกล้เคียงกับหัวข้อเรื่อง รายละเอียดของผลงาน / สิ่งประดิษฐ์ ตามคุณสมบัติที่อาจารย์ นักวิจัย ได้สมัครเข้ามา และจัดส่งตัวอย่างดังกล่าวให้กับอาจารย์ นักวิจัย เพื่อทำการร่างคำขอตามตัวอย่าง ก่อนที่จะได้รับการอบรมเชิงปฏิบัติการจริง
- ดำเนินการจัดอบรมเชิงปฏิบัติการ กิจกรรมเทคนิคการร่างคำขอจดทะเบียนสิทธิบัตรการประดิษฐ์ / อนุสิทธิบัตร ระหว่างวันที่ 23 - 24 มีนาคม 2566 ณ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร และมีผู้ผ่านการคัดเลือกให้เข้าร่วมอบรม จำนวนทั้งสิ้น 15 คน

3.5 การติดตามและวิเคราะห์ผล

ติดตามร่างคำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร หลังจากการดำเนินการจัดโครงการ / กิจกรรม พบว่า มีผลงานที่ผ่านการร่างคำขอรวมทั้งสิ้น 13 ผลงาน จากจำนวนผู้เข้าร่วมคนอบรม 15 คน คิดเป็นร้อยละ 86.67 ได้แก่ สิทธิบัตรการประดิษฐ์ 1 ผลงาน และอนุสิทธิบัตร 12 ผลงาน และวิเคราะห์ผลข้อมูลปัญหา

4. สรุป

แนวทางแก้ไขปัญหาการจดทะเบียนทรัพย์สินทางปัญญา ประเภทสิทธิบัตร อนุสิทธิบัตร ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร เพื่อส่งเสริมการเพิ่มจำนวนสิทธิบัตร อนุสิทธิบัตร เสริมสร้างคุณภาพผลงานวิจัยที่ตอบโจทย์สถานประกอบการ และสร้างรายได้ให้กับมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ผลการรวบรวมข้อมูลเชิงปริมาณของผลการดำเนินการย้อนหลัง 5 ปี ตั้งแต่ปีงบประมาณ พ.ศ. 2561 – 2565 พบว่ามี การจัดกิจกรรมอบรมให้ความรู้ด้านทรัพย์สินทางปัญญา รวมทั้งสิ้นจำนวน 8 ครั้ง มีผลงานที่ได้รับการยื่นจดทะเบียนทรัพย์สินทางปัญญา รวมทั้งสิ้นจำนวน 73 เรื่อง ได้แก่ ประเภทสิทธิบัตรการออกแบบผลิตภัณฑ์ จำนวน 71 เรื่อง คิดเป็นร้อยละ 97.26 สิทธิบัตรการประดิษฐ์ จำนวน 1 เรื่อง คิดเป็นร้อยละ 1.37 และอนุสิทธิบัตร จำนวน 1 เรื่อง คิดเป็นร้อยละ 1.37 ตามลำดับ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบ มีผลงานการยื่นจดสิทธิบัตรมากที่สุด จำนวน 52 เรื่อง คิดเป็นร้อยละ 71.23 ส่วนคณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มีการยื่นจดอนุสิทธิบัตรมากที่สุด จำนวน 7 เรื่อง คิดเป็นร้อยละ 9.59

การสร้างกิจกรรมพัฒนา โดยการสำรวจความต้องการในการอบรมพัฒนาศักยภาพนักวิจัย เพื่อเข้าสู่กระบวนการยื่นจดทะเบียนทรัพย์สินทางปัญญา ทั้งนี้รายละเอียดในแบบสำรวจมุ่งเน้นเพื่อสอบถามถึงปัญหาที่นักวิจัยไม่สามารถยื่นจดทะเบียนทรัพย์สินทางปัญญาได้ คือนักวิจัยขาดความรู้ความเข้าใจขององค์ประกอบการยื่นจดทะเบียนทรัพย์สินทางปัญญา และขาดทักษะ เทคนิคการร่างคำขอ จากการสำรวจอาจารย์ และนักวิจัย รวมจำนวนทั้งสิ้น 150 คน

จัดอบรมเพื่อส่งเสริมการเพิ่มจำนวนผลงานยื่นจดทะเบียนทรัพย์สินทางปัญญา ประเภท สิทธิบัตร อนุสิทธิบัตร ให้กับมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร โดยมุ่งเน้นไปที่การพิจารณาจุดอ่อนของการแก้ไข ซึ่งดำเนินการในรูปแบบของกิจกรรมมาเป็นแนวทางแก้ไขปัญหาการจดทะเบียน สิทธิบัตร อนุสิทธิบัตร ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร โดยมีกระบวนการที่ได้ถูกบรรจุอยู่ในแผนปฏิบัติการประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2566 มีผู้เข้าร่วมคนอบรม 15 คน ผลงานที่ผ่านการร่างคำขอรวมทั้งสิ้น 13 ผลงาน คิดเป็นร้อยละ 86.67 ได้แก่ สิทธิบัตรการประดิษฐ์ 1 ผลงาน และอนุสิทธิบัตร 12 ผลงาน และสาเหตุปัญหาของการยื่นจดทะเบียนทรัพย์สินทางปัญญาไม่สมบูรณ์ พบว่ามีข้อปัญหาที่พบมากที่สุด คือ รูปเขียน รองลงมาคือ ข้อถือสิทธิ และชื่อการประดิษฐ์ ตามลำดับ

ซึ่งจากข้อมูลการยื่นจดทะเบียนทรัพย์สินทางปัญญา ตั้งแต่ปีงบประมาณ พ.ศ. 2561 - 2565 มีผลงานรวมทั้งสิ้นจำนวน 73 เรื่อง แต่มีผลงานที่ได้รับความคุ้มครองทรัพย์สินทางปัญญาเพียง 3 เรื่องเท่านั้น (ข้อมูล ณ วันที่ 30 มีนาคม 2566) โดยในกระบวนการยื่นคำขอรับสิทธิบัตร อนุสิทธิบัตร กรมทรัพย์สินทางปัญญาจะทำการตรวจสอบสิ่งประดิษฐ์ และจะมีคำสั่งแก้ไขเพิ่มเติม ซึ่งมีระยะเวลาค่อนข้างช้า หากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร สามารถลดระยะเวลาและเพิ่มความถูกต้องให้กับการร่างคำขอสิทธิบัตร อนุสิทธิบัตร ตามองค์ประกอบการยื่นจดทะเบียนทรัพย์สินทางปัญญามากขึ้น ก็จะสามารถช่วยเพิ่มจำนวนสิทธิบัตร อนุสิทธิบัตร ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

การวิเคราะห์ปัญหาที่ตรงประเด็น จะได้หาแนวทางในการแก้ไขที่ตรงจุด ผู้วิจัยจึงได้ปรึกษาผู้เชี่ยวชาญจากกองสิทธิบัตร กรมทรัพย์สินทางปัญญา และส่วนงานอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง เข้าร่วมเป็นที่ปรึกษาและเสนอแนะแนวทางการแก้ไข พบว่าการจัดอบรมเชิงปฏิบัติการเป็นเครื่องมือที่สำคัญสำหรับการให้ความรู้ความเข้าใจ ประเด็นขององค์ประกอบการยื่นจดทะเบียนทรัพย์สินทางปัญญา การยกร่างคำขอรับ สิทธิบัตร อนุสิทธิบัตร เพื่อยื่นคำขอรับจดทะเบียนทรัพย์สินทางปัญญา ซึ่งเป็นประเภทของการจดทะเบียนที่มีความยุ่งยาก ซ้ำซ้อน มากที่สุด การจัดอบรมที่เป็นเนื้อหาเชิงลึก (Intensive) เพื่อเพิ่มพูนความรู้ให้กับนักวิจัยหน้าใหม่ ซึ่งตรงกับงานวิจัยของ รัตนาภรณ์ บุญนุช : 2555 ศึกษาเรื่อง การพัฒนาและฝึกอบรมที่มีผลต่อประสิทธิภาพของพนักงาน : กรณีศึกษาการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคเขต 1 (ภาคกลาง) จังหวัดพระนครศรีอยุธยา พบว่าพนักงานส่วนใหญ่ให้ความสำคัญในการฝึกอบรมเฉพาะด้านอยู่ระดับมาก และรองลงมาคือการสอนงาน (พี่สอนน้อง) และมีทัศนคติในการพัฒนา การฝึกอบรมอยู่ในระดับ เห็นด้วย และ รมณีฯ พงศ์พุทธชาติ และคณะ 2562 : ศึกษาเรื่อง การพัฒนาบุคลากรตามแนวทางการบริหารจัดการภาครัฐ แนวใหม่ขององค์การบริหารส่วนตำบลจังหวัดราชบุรี พบว่า องค์การบริหารส่วนตำบลจังหวัดราชบุรี มีวิธีการพัฒนาบุคลากร เพื่อให้มีขีดความสามารถในการทำงานที่สูงขึ้นด้วยวิธีการฝึกอบรม การศึกษา และการพัฒนา ซึ่งแนวทางการพัฒนาบุคลากร ประกอบด้วย การสำรวจความต้องการในการเข้ารับการอบรม และกลุ่มนักวิจัยที่มีประสบการณ์สูงร่วมด้วยในการจัดการฝึกอบรม และเลือกวิทยากรในการฝึกอบรม จากกรมทรัพย์สินทางปัญญา ที่เป็นผู้ตรวจสอบของสาขาวิชาการที่เกี่ยวข้องกับการประดิษฐ์

ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ซึ่งเป็นผู้ที่มีบทบาทสำคัญที่สุด ที่ก่อให้เกิดการเรียนรู้ให้การจัดการฝึกอบรมเกิดประสิทธิภาพและประสิทธิผลตามเป้าหมาย นอกจากนั้นการฝึกอบรม (Training) ยังทำให้อาจารย์ นักวิจัย มีความมั่นใจ มีการเปลี่ยนแปลงกระบวนการทำงานอย่างมีเป็นระบบ ได้เกิดความรู้ ความเข้าใจ ในเรื่องการจดทะเบียนทรัพย์สินทางปัญญา และยังช่วยลดการละเมิดทรัพย์สินทางปัญญาของผู้อื่นในการทำวิจัยอีกด้วย

ข้อเสนอแนะ ควรสัมภาษณ์ผู้บริหาร ผู้ปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้อง และผู้ตรวจสอบของกรมทรัพย์สินทางปัญญาเพิ่มเติม เพื่อประโยชน์และแนวทางการแก้ไขปัญหาดจดทะเบียนทรัพย์สินทางปัญญาของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนครต่อไป

5. กิตติกรรมประกาศ

การศึกษานี้ได้รับการสนับสนุนจากสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร คณะผู้วิจัย ขอขอบคุณ ผู้บริหาร อาจารย์ และนักวิจัยทุกท่านที่สนับสนุนช่วยเหลือดำเนินการศึกษา การประสานงานต่าง ๆ ที่ทำให้คณะผู้วิจัยสามารถทำงานวิจัยได้บรรลุวัตถุประสงค์

6. เอกสารอ้างอิง

กรมทรัพย์สินทางปัญญา การขับเคลื่อนนโยบายทรัพย์สินทางปัญญา เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการจดทะเบียน สิทธิบัตรการประดิษฐ์ และเครื่องหมายการค้า สู่ประเทศไทย 4.0 [online]. เข้าถึงจาก

https://www.ipthailand.go.th/images/3534/2565/DIP/Article_4.0.pdf : 2566

รณิภา พงศ์พุทธชาติ และคณะ. 2562. การพัฒนาบุคลากรตามแนวทางการบริหารจัดการภาครัฐแนวใหม่ขององค์การบริหารส่วนตำบลจังหวัดราชบุรี. วารสารนวัตกรรมการบริหารและการจัดการ วิทยาลัยนวัตกรรมการจัดการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ ปีที่ 7 ฉบับที่ 3 (2562) : กันยายน - ธันวาคม 2562

รัตนารณณ์ บุญนุช. 2555. การพัฒนาและฝึกอบรมที่มีผลต่อประสิทธิภาพของพนักงาน : กรณีศึกษาการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคเขต 1 (ภาคกลาง) จังหวัดพระนครศรีอยุธยา. ปรินญาหม่าบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

รายงานการประเมินคุณภาพการศึกษาภายในประจำปีการศึกษา 2564 สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร: 2565 [online]. เข้าถึงจาก <https://ird.rmutp.ac.th/>: 2566

สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร [online]. เข้าถึงจาก

https://ird.rmutp.ac.th/?page_id=10573 : 2566

เอื้อมพร หลินเจริญ. 2555. เทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ. วารสารการวัดผลการศึกษา ปีที่ 17 ฉบับที่ 1 : กรกฎาคม 2554 มหาวิทยาลัยสารคาม

ปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกเข้าศึกษาต่อระดับบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
และเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปีการศึกษา 2565

Factors affecting the choose of admission to graduate level
at School of Industrial Education and Technology,
King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Academic Year 2022

ศิริวรรณ ฉายศิริ และ เจริญศรี วุฒทกุล*
Siriwan Chaysiri and Charoensri Vutthagul*

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
School of Industrial Education and Technology, KMILT
charoensri.vu@kmitl.ac.th 08 6883 5766

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกเข้าศึกษาต่อระดับบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปีการศึกษา 2565 ประชากร คือ นักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรภาษาไทย คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ชั้นปีที่ 1 และ 2 ในปีการศึกษา 2565 จำนวน 117 คน หาจำนวนกลุ่มตัวอย่างโดยใช้การกำหนดจำนวนจากตารางของเครจซี่และมอร์แกน ได้ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 92 คน และใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple Random Sampling) เพื่อตอบแบบสอบถาม และได้รับแบบสอบถามจากกลุ่มตัวอย่างกลับมามีทั้งสิ้น 87 คน คิดเป็นร้อยละ 94.56 วิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป สถิติที่ใช้ได้แก่ ความถี่ (Frequency) ร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ทำการทดสอบวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ t-test และ F-test ผลการวิจัยพบว่า ปัจจัยด้านเหตุผลส่วนตัวมีผลต่อการเลือกเข้าศึกษาต่อระดับบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปีการศึกษา 2565 มากที่สุด ($\bar{X} = 4.75$, S.D. = 0.875) รองลงมาคือ ด้านอาจารย์ผู้สอน ($\bar{X} = 4.72$, S.D. = 0.447) ด้านสถานที่และสภาพแวดล้อม ($\bar{X} = 4.54$, S.D. = 0.514) และด้านหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน ($\bar{X} = 4.53$, S.D. = 0.498) ตามลำดับ นักศึกษาที่มีเพศและอายุแตกต่างกัน เห็นว่าปัจจัยด้านหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน และอาจารย์ผู้สอนมีผลต่อการเลือกเข้าศึกษาต่อในระดับที่ต่างกัน โดยนักศึกษาเพศหญิงและนักศึกษาที่มีอายุมากกว่าเห็นว่าเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการเลือกศึกษาต่อมากกว่า

คำสำคัญ : ปัจจัย การศึกษา บัณฑิตศึกษา

Abstract

The objective of this research was to study the factor affecting the choosing to study graduate level at School of Industrial Education and Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, academic year 2022. The simple random sampling was need to get 92 graduate level students from the populate of 117 first and second year students studying in Thai Language curriculums of the school in 2022 academic year. Krejice and Morgan's table was used to determine the sample number. There were 87 or 94.56 percent respondents. The data were analyzed by using statistics package and reported as frequency, percentage, means, standard deviation. The analysis of variance with t-test and F-test were used to analyze data.

The study found that the personal reasons was the most effective on the choosing to study graduate level at School of Industrial Education and Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang with the mean level of 4.75 ± 0.875 , and followed by the instructor, location and environment, and the curriculum and teaching management effects with the means and standard deviations of 4.72 ± 0.447 , 4.54 ± 0.514 , and 4.53 ± 0.498 , respectively. Graduate students with different gender and age rated the teaching management and the instructor factors affected the choosing to study in this school at different levels. The

female and older students rated that those 2 factors were at higher affecting level in choosing to study graduate level at School of Industrial Education and Technology, KMUTL.

Keywords: The factor, The education, The graduate studies.

1. บทนำ

ปัจจุบันความก้าวหน้าทางด้านวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสังคมและสิ่งแวดล้อมซึ่งรวมถึงด้าน การศึกษา การรับรู้ข่าวสารที่รวดเร็ว รวมทั้งการแข่งขันที่รุนแรง จะต้องอาศัยบุคลากรที่มีความรู้ ความสามารถทั้งทางด้านวิชาการ และการปฏิบัติเพื่อให้ทันตามกระแสการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี การนำความรู้ที่ทันสมัยและสามารถนำมาปรับใช้กับองค์กรจึง เป็นสิ่งสำคัญ การศึกษาระดับบัณฑิตศึกษาจะเป็นการเรียนรู้แบบเชิงกว้างและลึกเพื่อเพิ่มโอกาสในการทำงาน เพิ่มความก้าวหน้า ในหน้าที่การปฏิบัติงาน สร้างความน่าเชื่อถือให้กับตนเอง และเป็นบุคคลที่ได้รับการยอมรับว่าทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา เป็นการจัดการศึกษาที่สูงกว่าระดับปริญญาตรี โดยจัดการเรียนการสอนในระดับปริญญาโท และปริญญาเอก ซึ่งการศึกษาระดับปริญญาโท ก่อนสำเร็จการศึกษาจะต้องเขียนวิทยานิพนธ์ (Thesis) และในระดับปริญญาเอก จะเขียนดุษฎีนิพนธ์ (Dissertation) ที่การเรียนการสอนเน้นการนำนวัตกรรมมาปรับใช้ การวิจัยอย่างบูรณาการ และการจัดองค์ ความรู้แบบองค์รวม ซึ่งมุ่งเน้นการพัฒนาแนวความคิด อีกทั้งจัดระบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนนำนวัตกรรมในการ จัดการองค์ความรู้มาใช้ในการบริหาร

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เปิดการเรียน การสอนระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรไทย รวมจำนวน 13 หลักสูตร ได้แก่ ระดับปริญญาเอก 6 หลักสูตร และระดับปริญญาโท 7 หลักสูตร ส่วนหลักสูตรนานาชาติ รวมจำนวน 6 หลักสูตร ระดับปริญญาเอก 3 หลักสูตร และระดับปริญญาโท 3 หลักสูตร จาก จำนวนสาขาวิชาที่หลากหลาย แต่จำนวนนักศึกษาที่เข้าศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา ไม่เป็นไปตามเป้าหมายในแต่ละปี

จากความสำคัญและปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยเป็นผู้ปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับการจัดการศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา (หลักสูตร ภาษาไทย) คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เห็นความสำคัญ ของการศึกษาต่อในระดับบัณฑิตศึกษา จึงต้องการศึกษาถึงปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกเรียนต่อระดับบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์ อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี ว่ามีปัจจัยสำคัญอะไรบ้าง เพื่อจะได้ดำเนินการศึกษาครั้งนี้เสนอแนวทางต่อผู้บริหารในการจัดทำ หลักสูตรระดับบัณฑิตศึกษา การวางแผนการจัดการเรียนการสอนและบริหารจัดการเพื่อเป็นแนวทางในการตัดสินใจเลือกเข้า ศึกษาต่อระดับบัณฑิตศึกษา

1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาปัจจัยด้านหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน ด้านอาจารย์ผู้สอน ด้านเหตุผลส่วนตัว และด้านสถานที่ และสภาพแวดล้อม ที่มีผลต่อการเลือกศึกษาต่อระดับบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ประจำปีการศึกษา 2565 และจำแนกความแตกต่างของปัจจัยต่างๆ ตามเพศ อายุ และ อาชีพของนักศึกษา

1.2 การสำรวจเอกสารที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเอกสารและงานวิจัยเพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานการศึกษา ดังนี้

1. หลักสูตรระดับบัณฑิตศึกษา ระดับปริญญาเอก และระดับปริญญาโท (หลักสูตรไทย) คณะครุศาสตร์ อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สำนักทะเบียนและประมวลผล. 2566)

ระดับปริญญาเอก จำนวน 6 หลักสูตร ได้แก่ 1) ค.อ.ด. นวัตกรรมและการวิจัยเพื่อการเรียนรู้ 2) ค.อ.ด. การ บริหารการศึกษา 3) ป.ร.ด. คอมพิวเตอร์ศึกษา 4) ป.ร.ด. เทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม 5) ป.ร.ด. วิศวกรรมไฟฟ้า ศึกษา และ 6) ป.ร.ด. การศึกษาเกษตร

ระดับปริญญาโท จำนวน 7 หลักสูตร ได้แก่ 1) ค.อ.ม. นวัตกรรมและการวิจัยเพื่อการเรียนรู้ 2) ค.อ.ม. การบริหาร การศึกษา 3) วท.ม. คอมพิวเตอร์ศึกษา 4) ค.อ.ม. เทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม 5) ค.อ.ม. วิศวกรรมไฟฟ้า สื่อสาร 6) วท.ม. การศึกษาเกษตร และ 7) วท.ม. การศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกศึกษาต่อเข้าสถาบันการศึกษาต่าง ๆ ดังนี้

สุนารินทร์ พงษ์สิทธิ์ (2566) ได้ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจในการศึกษาต่อระดับบัณฑิตศึกษา คณะ วิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก เขตพื้นที่อุเทนถวาย พบว่าปัจจัยที่มีผลต่อ

การตัดสินใจในการศึกษาต่อระดับบัณฑิตศึกษา ด้านชื่อเสียงและภาพลักษณ์ของมหาวิทยาลัยโดยรวมมีค่าเฉลี่ยมากที่สุด และอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.52$, S.D. = 0.531)

สิทิมวดี สุททวาทิน และคณะ (2565) ได้ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกเข้าศึกษาต่อหลักสูตรมหาบัณฑิตด้านการบิน พบว่าปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรมหาบัณฑิตด้านการบินมากที่สุด อันดับที่ 1 คือ ด้านอาจารย์ผู้สอนมีความรู้ มีประสบการณ์เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านอุตสาหกรรมการบิน

มัชฌิมา รัตนลัมภ์ และ วชิราภรณ์ ทองคุ้ม (2564) ได้ศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกศึกษาต่อระดับบัณฑิตศึกษา สาขาวิชาวิศวกรรมชีวการแพทย์ (หลักสูตรนานาชาติ) คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ผลจากการศึกษาพบว่า ปัจจัยด้านต่าง ๆ ที่ส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกศึกษาต่อในหลักสูตรโดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}=3.93$) โดยค่าเฉลี่ยอันดับหนึ่งได้แก่ ด้านอาจารย์ผู้สอน ($\bar{X}=4.29$)

สุขพัฒน์ อนนท์จารย์ และคณะ (2563) ได้ศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกเข้าศึกษาต่อระดับปริญญาโท ในมหาวิทยาลัยมหามกุฏราชวิทยาลัย วิทยาเขตศรีล้านช้าง พบว่าปัจจัยการตัดสินใจเข้าศึกษาต่อระดับปริญญาโทในมหาวิทยาลัยมหามกุฏราชวิทยาลัย วิทยาเขตศรีล้านช้าง โดยรวมอยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน 4 ด้าน พบว่าด้านที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด คือ ด้านคุณลักษณะของสถาบัน

เสรี สิงห์โงน และ สาลินี จันทร์เจริญ (2561) ได้ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกเข้าศึกษาต่อหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาจิตวิทยาเด็ก วัยรุ่นและครอบครัว มหาวิทยาลัยมหิดล ผลการศึกษาพบว่า เหตุผลที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกเข้าศึกษาต่อมากเป็นอันดับหนึ่งคือ ด้านความภาคภูมิใจ ($\bar{X} = 4.38$)

ศศิธร บุณย์เจริญ (2560) ได้ศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการตัดสินใจศึกษาต่อหลักสูตรระดับปริญญาโทของคณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล พบว่าปัจจัยด้านหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน ซึ่งการจัดการเรียนการสอนเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ และมีการปฏิบัติงานจริง ได้ค่าคะแนนสูงสุดเฉลี่ย 4.56

อุทุมพร ไฉลาต และ จงดี โตอิม (2559) ได้ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจศึกษาต่อระดับบัณฑิตศึกษาของนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล พบว่าค่าเฉลี่ยด้านที่มีค่ามากที่สุดของปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจศึกษาต่อในระดับปริญญาโท คือด้านคุณลักษณะสถาบัน ($\bar{X} = 4.25$ S.D. = 0.51)

พรรณพนัช จันทา และ อัจฉริยา ปราบอริพ่าย (2558) ได้ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความต้องการศึกษาต่อระดับปริญญาโทที่มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีทัศนคติต่อภาพลักษณ์อยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.22$) นอกจากนี้ ยังพบว่า กลุ่มตัวอย่างมีความต้องการเข้าศึกษาต่อระดับปริญญาโทที่มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ อยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.07$) เมื่อพิจารณาจากเหตุผลในแต่ละด้าน พบว่า อยู่ในระดับมากที่สุดทุกด้าน โดยด้านสังคมมีค่าเฉลี่ยความต้องการมากที่สุด ($\bar{X} = 4.14$)

2. วิธีการศึกษา

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ นักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษาที่เรียนหลักสูตรภาษาไทย คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่กำลังศึกษาชั้นปีที่ 1 และชั้นปีที่ 2 ในปีการศึกษา 2565 จำนวน 117 คน หาจำนวนกลุ่มตัวอย่างโดยใช้การกำหนดจำนวนจากตารางของเครจซี่และมอร์แกน (Krejcie and Morgan, 1970) ได้ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 92 คน และใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple Random Sampling) ทั้งนี้ ผู้วิจัยสามารถจัดเก็บแบบสอบถามได้จำนวน 87 คน คิดเป็นร้อยละ 94.56

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรอิสระหรือตัวแปรต้น (Independent Variables) คือ ปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกเข้าศึกษาต่อระดับบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปีการศึกษา 2565 แบ่งเป็น 4 ด้าน ได้แก่ ด้านหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน ด้านอาจารย์ผู้สอน ด้านเหตุผลส่วนตัว และด้านสถานที่และสภาพแวดล้อม

2. ตัวแปรตาม (Dependent Variables) คือ ระดับของหัวข้อย่อยและโดยรวมของปัจจัยหลัก ทั้ง 4 ด้าน ที่มีผลต่อการเลือกเข้าศึกษาต่อระดับบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปีการศึกษา 2565

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แบบสอบถามที่แบ่งคำถามออกเป็น 3 ตอน ดังนี้คือ

ตอนที่ 1 คำถามเกี่ยวกับข้อมูลส่วนบุคคลของนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษาที่ตอบแบบสอบถาม เช่น เพศ อายุ สาขาวิชาที่ศึกษา ชั้นปีที่ศึกษา อาชีพ รายได้ และการทราบข่าวการรับสมัครศึกษาต่อ

ตอนที่ 2 แสดงความเห็นว่ามีข้อดีข้อเสียในแต่ละปัจจัยหลักด้านหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน ด้านอาจารย์ผู้สอน ด้านเหตุผลส่วนตัว และด้านสถานที่และสภาพแวดล้อม ที่มีผลต่อการเลือกเข้าศึกษาต่อระดับบัณฑิตศึกษา ที่คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในระดับใด ตั้งแต่ระดับน้อยที่สุดไปจนถึงระดับมากที่สุด ด้วยมาตราส่วนประเมินค่า จำนวน 5 ระดับ (Likert's Scale) ในการแปลความหมายของคะแนน โดยใช้เกณฑ์ของบุญชม ศรีสะอาด (2553 : 82-83) โดยระดับคะแนนและช่วงคะแนนของการแปลผลมีดังนี้

5 หรือคะแนนเฉลี่ยระหว่าง 4.51-5.00 หมายถึง ระดับมากที่สุด

4 หรือคะแนนเฉลี่ยระหว่าง 3.51-4.50 หมายถึง ระดับมาก

3 หรือคะแนนเฉลี่ยระหว่าง 2.51-3.50 หมายถึง ระดับปานกลาง

2 หรือคะแนนเฉลี่ยระหว่าง 1.51-2.50 หมายถึง ระดับน้อย

1 หรือคะแนนเฉลี่ยระหว่าง 1.00-1.50 หมายถึง ระดับน้อยที่สุด

ตอนที่ 3 แสดงความคิดเห็นและข้อเสนอแนะที่มีต่อการเลือกศึกษาต่อระดับบัณฑิตศึกษา และคณะฯ ควรมีการพัฒนาในเรื่องใดบ้าง

การเก็บข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

นักวิจัยแจกแบบสอบถามให้นักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี ที่เป็นกลุ่มตัวอย่างตอบและรับกลับด้วยตัวเอง ข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามถูกนำมาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปทางสถิติด้วยสถิติบรรยายและสถิติอ้างอิง นำเสนอข้อมูลของสถิติบรรยายด้วยความถี่ (Frequency) ร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) สำหรับสถิติอ้างอิงที่ใช้ในการจำแนกความแตกต่างของปัจจัยต่างๆ 4 ปัจจัยและความแตกต่างของข้อมูลส่วนบุคคลในเรื่อง เพศ อายุ และอาชีพ ที่มีผลต่อการเลือกศึกษาต่อ คือ การวิเคราะห์ความแปรปรวน ด้วยสถิติ t-test และ F-test และทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยแต่ละคู่ด้วย Tukey HD

3. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปีการศึกษา 2565 ได้ผลการศึกษา ดังนี้

1. ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง แสดงในตารางที่ 1

ผลการศึกษา พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถาม เป็นเพศชาย 54% เพศหญิง 46% หลักสูตรที่มีนักศึกษาเข้ามาเรียนมากที่สุดถึง 50.57% คือ หลักสูตร ค.อ.ม. การบริหารการศึกษา นักศึกษาที่มาศึกษาต่อ จำนวน 68% คือนักศึกษาที่มีอายุระหว่าง 26-35 ปี และนักศึกษาส่วนมาก 70% มีอาชีพรับราชการและเป็นเจ้าหน้าที่ในหน่วยงานกำกับของรัฐ มีรายได้เฉลี่ยต่อเดือน ระหว่าง 20,001-25,000 บาท จำนวน 36.78% และนักศึกษาที่เข้ามาเรียนส่วนมากจำนวน 81% ทราบข่าวการรับสมัครศึกษาต่อที่คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยีจากออนไลน์ เช่น เว็บไซต์ และเฟซบุ๊ก

ตารางที่ 1 จำนวนและร้อยละของข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ข้อมูลทั่วไป	จำนวน (คน)	ร้อยละ (%)
1. เพศ		
ชาย	47	54.00
หญิง	40	46.00
2. หลักสูตร สาขาวิชาที่ศึกษา		
ปร.ด. การศึกษาเกษตร	1	1.15
ปร.ด. วิศวกรรมไฟฟ้าศึกษา	7	8.03
ปร.ด. คอมพิวเตอร์ศึกษา	4	4.60
ปร.ด. เทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม	6	6.90
ค.อ.ด. ครุศาสตร์อุตสาหกรรม	3	3.45
ค.อ.ด. นวัตกรรมและการวิจัยเพื่อการเรียนรู้	4	4.60
ค.อ.ม. วิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร	4	4.60

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ข้อมูลทั่วไป	จำนวน (คน)	ร้อยละ (%)
ค.อ.ม. การบริหารการศึกษา	44	50.57
วท.ม. การศึกษาวิทยาศาสตร์	2	2.30
ค.อ.ม. วิศวกรรมศาสตร์อุตสาหกรรม	6	6.90
ค.อ.ม. เทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม	6	6.90
3. ชั้นปีที่ศึกษา		
ปีที่ 2	35	40.23
ปีที่ 1	52	59.77
4. อายุ		
21-25 ปี	6	6.90
26-30 ปี	39	44.83
31-35 ปี	20	22.99
36-40 ปี	10	11.49
41 ปีขึ้นไป	12	13.79
5. อาชีพ		
รับราชการ	46	52.87
เจ้าหน้าที่ในหน่วยงานกำกับของรัฐ	15	17.24
พนักงานบริษัทเอกชน	10	11.49
ประกอบธุรกิจส่วนตัว	2	2.30
อื่น ๆ (เรียนหนังสือ)	14	16.10
6. รายได้เฉลี่ยต่อเดือน		
10,000-15,000 บาท	6	6.90
15,001-20,000 บาท	26	29.89
20,001-25,000 บาท	32	36.78
25,001 บาทขึ้นไป	23	26.43
7. ทราบข่าวการรับสมัคร		
เว็บไซต์	57	65.52
เฟซบุ๊ก	14	16.10
การแนะนำการศึกษาต่อ	4	4.59
อื่น ๆ (ทราบจากคนรู้จัก)	12	13.79

2. การศึกษาปัจจัยด้านหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน ด้านอาจารย์ผู้สอน ด้านเหตุผลส่วนตัว และด้านสถานที่และสภาพแวดล้อม ที่มีผลต่อการเลือกเข้าศึกษาต่อระดับบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปีการศึกษา 2565 แสดงในตารางที่ 2-6

ในตารางที่ 2 แสดงระดับของปัจจัยทั้ง 4 ด้าน โดยรวมที่มีผลต่อการเลือกเข้าศึกษาต่อ พบว่า ปัจจัยทั้ง 4 ปัจจัยมีผลต่อการเลือกศึกษาต่อในระดับมากที่สุด โดยปัจจัยเรื่องเหตุผลส่วนตัวมีผลต่อการเลือกในลำดับแรก รองลงมาคือปัจจัยด้านอาจารย์ผู้สอน ด้านสถานที่และสภาพแวดล้อม และด้านหลักสูตรการจัดการเรียนการสอน ตามลำดับ ที่มีค่าเฉลี่ยของระดับที่ 4.75, 4.72, 4.54 และ 4.53 ตามลำดับ

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ระดับความคิดเห็น และลำดับที่ เกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกเข้าศึกษาต่อระดับบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปีการศึกษา 2565 ในภาพรวม

ข้อที่	ปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกเข้าศึกษาต่อ	n = 87		ระดับความคิดเห็น	ลำดับที่
		\bar{X}	S.D.		
1	ด้านหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน	4.53	0.498	มากที่สุด	4
2	ด้านอาจารย์ผู้สอน	4.72	0.447	มากที่สุด	2
3	ด้านเหตุผลส่วนตัว	4.75	0.875	มากที่สุด	1
4	ด้านสถานที่และสภาพแวดล้อม	4.54	0.514	มากที่สุด	3
	ค่าเฉลี่ยรวม	4.63	0.426	มากที่สุด	

ในตารางที่ 3 แสดงระดับของหัวข้อย่อยเรื่องปัจจัยด้านหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน 3 ลำดับแรกที่มีผลต่อการเลือกศึกษาต่อ คือ นำกระบวนการเรียนรู้ไปประยุกต์กับงานวิจัยและการทำงาน การจัดการเรียนการสอนเป็นไปตามโครงสร้างหลักสูตร และมีมาตรฐานในการวัดผลและประเมินผลการเรียนการสอน และเนื้อหาของหลักสูตรตรงกับความต้องการของผู้เรียน สอดคล้องกับงานวิจัยของสุมารินทร์ พงษ์สิทธิ์ (2566) ที่พบว่า ปัจจัยด้านเหตุผลส่วนตัว พิจารณารายข้อ พบว่า ต้องการเพิ่มความรู้ให้มากขึ้นและนำมาพัฒนาในสายงานอาชีพของตน และสอดคล้องกับงานวิจัยของเสรี สิงห์โงน และ สาลีณี จันทร์เจริญ (2561) ที่พบว่า ปัจจัยด้านหลักสูตรและวิชาการมีผลต่อการตัดสินใจต่อในระดับมาก โดยให้ความสำคัญกับเรื่องโครงสร้างของหลักสูตรและรายวิชา

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของปัจจัยด้านหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน และค่าเฉลี่ยในการเลือกเข้าศึกษาต่อระดับบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปีการศึกษา 2565

ข้อที่	ด้านหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน	n = 87		ระดับ ความคิดเห็น	ลำดับที่
		\bar{X}	S.D.		
1	ได้รับความรู้และประสบการณ์ต่อการทำงาน	4.56	0.623	มากที่สุด	5
2	สำเร็จการศึกษาตามระยะเวลาของหลักสูตร	4.16	0.861	มาก	7
3	เนื้อหาของหลักสูตรตรงกับความต้องการของผู้เรียน	4.60	0.673	มากที่สุด	3 ^a
4	นำกระบวนการเรียนรู้ไปประยุกต์กับงานวิจัย และการทำงาน	4.70	0.531	มากที่สุด	1
5	การจัดการเรียนการสอนเป็นไปตามโครงสร้างหลักสูตร	4.62	0.595	มากที่สุด	2
6	เทคโนโลยีและอุปกรณ์การเรียนการสอนมีความทันสมัย	4.46	0.744	มาก	6
7	มีมาตรฐานในการวัดผลและประเมินผลการเรียนการสอน	4.60	0.619	มากที่สุด	3 ^a
ค่าเฉลี่ยรวม		4.53	0.498	มากที่สุด	

^a หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่ซ้ำกัน

ในตารางที่ 4 แสดงระดับของหัวข้อย่อยเรื่องปัจจัยด้านอาจารย์ผู้สอน 3 ลำดับแรกที่มีผลต่อการเลือกศึกษาต่อ คือ คุณวุฒิ และชื่อเสียงของคณาจารย์ คณาจารย์มีความรู้ความสามารถในสาขาวิชาที่สอน และอาจารย์สอนโดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ สิทธิมาตี สุทกาทิน และคณะ (2565) และมีชัยมา รัตนลัมภ์ และ วชิราภรณ์ ทองคุ้ม (2564) ที่พบว่า ปัจจัยด้านอาจารย์ผู้สอนมีผลต่อการตัดสินใจเลือกศึกษาในระดับมาก โดยให้ความสำคัญกับอาจารย์ผู้สอนมีความรู้ความสามารถและประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องเป็นอย่างดี รวมถึงมีความสามารถในการถ่ายทอดความรู้และการมีชื่อเสียงทั้งในระดับชาติและนานาชาติ

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของปัจจัยด้านอาจารย์ผู้สอน และค่าเฉลี่ยในการเลือกเข้าศึกษาต่อระดับบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปีการศึกษา 2565

ข้อที่	ด้านอาจารย์ผู้สอน	n = 87		ระดับ ความคิดเห็น	ลำดับที่
		\bar{X}	S.D.		
1	คณาจารย์มีความรู้ ความสามารถในสาขาวิชาที่สอน	4.80	0.525	มากที่สุด	2
2	คุณวุฒิและชื่อเสียงของคณาจารย์	4.82	0.471	มากที่สุด	1
3	สอนโดยให้ลงมือปฏิบัติจริง เน้นให้ผู้เรียนวิเคราะห์ สังเคราะห์	4.69	0.670	มากที่สุด	6
4	วางแผนการจัดการเรียนการสอน มีแผนการสอน และสอนตามแผนการสอน	4.62	0.615	มากที่สุด	8
5	สอนโดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้	4.74	0.538	มากที่สุด	3
6	สร้างบรรยากาศในห้องเรียน ให้เกิดการมีส่วนร่วมระหว่างผู้สอนและผู้เรียน	4.72	0.564	มากที่สุด	4
7	เนื้อหาและเทคนิคการสอนมีความทันสมัย	4.63	0.631	มากที่สุด	7
8	เปิดโอกาสให้คำปรึกษา แนะนำทั้งในเรื่องเรียนและเรื่องส่วนตัว	4.70	0.593	มากที่สุด	5
ค่าเฉลี่ยรวม		4.72	0.447	มากที่สุด	

ในตารางที่ 5 แสดงระดับของหัวข้อย่อยเรื่องปัจจัยด้านเหตุผลส่วนตัว 3 ลำดับแรกที่มีผลต่อการเลือกศึกษาต่อ คือ คณาจารย์และบุคลากรมีคุณภาพ นำความรู้ไปประยุกต์กับการทำงาน มีความก้าวหน้าในสายอาชีพ หลักสูตรที่เปิดสอนมีมาตรฐานทันสมัย ตรงกับความต้องการเข้าศึกษา และเพิ่มคุณวุฒิการศึกษา สร้างความมั่นใจให้กับตนเอง สอดคล้องกับงานวิจัยของ

สุวิทย์ เฟ็งทิพย์นาง (2562) พบว่า วิทยากรมีความรู้และประสบการณ์ตรงกับสาขาที่เปิดสอน และคณาจารย์มีเวลามีเพียงพอที่จะให้ความรู้และหาคำปรึกษาด้านการเรียนและการวิจัยแก่นิสิต/นักศึกษา และ สุมารินทร์ พงษ์สิทธิ์ (2566) ที่พบว่า ปัจจัยที่มีผลมากที่สุดต่อการตัดสินใจในการศึกษาต่อในระดับบัณฑิตศึกษา คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก เขตพื้นที่อุเทนถวาย คือปัจจัยด้านเหตุผลส่วนตัว ในเรื่องต้องการเพิ่มความรู้ให้มากขึ้นและนำมาพัฒนางานในสายอาชีพของตน และช่วยเพิ่มสติปัญญาและความสามารถในการทำงานแบบมืออาชีพ

ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ย (\bar{x}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของปัจจัยด้านเหตุผลส่วนตัว และความสำคัญในการเลือกเข้าศึกษาต่อระดับบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปีการศึกษา 2565

ข้อที่	ด้านเหตุผลส่วนตัว	n = 87		ระดับ ความคิดเห็น	ลำดับที่
		\bar{x}	S.D.		
1	เป็นคณะที่มีคุณภาพ ชื่อเสียง มีความพร้อมทางวิชาการ	4.71	0.569	มากที่สุด	5
2	คณาจารย์และบุคลากรมีคุณภาพ	4.83	0.409	มากที่สุด	1
3	หลักสูตรที่เปิดสอนมีมาตรฐาน ทันสมัย ตรงกับความต้องการเข้าศึกษา	4.77	0.522	มากที่สุด	3 ^a
4	เพิ่มคุณวุฒิการศึกษา สร้างความมั่นใจให้กับตนเอง	4.77	0.522	มากที่สุด	3 ^a
5	นำความรู้ไปประยุกต์กับการทำงาน มีความก้าวหน้าในสายอาชีพ	4.78	0.538	มากที่สุด	2
6	ชื่อเสียงของศิษย์เก่าและนักศึกษาปัจจุบัน	4.29	0.939	มาก	7
7	ค่าใช้จ่ายในการเรียนการสอนมีความเหมาะสมกับสภาพเศรษฐกิจ	4.54	0.696	มากที่สุด	6
ค่าเฉลี่ยรวม		4.75	0.875	มากที่สุด	

^a หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่ซ้ำกัน

ในตารางที่ 6 แสดงระดับของหัวข้อย่อยเรื่องปัจจัยด้านสถานที่และสภาพแวดล้อม 3 ลำดับที่มีผลต่อการเลือกศึกษาต่อคือ ห้องเรียนมีความเหมาะสมกับการเรียนการสอนระดับบัณฑิตศึกษา สถานที่มีความปลอดภัย สิ่งแวดล้อมเป็นพื้นที่สีเขียว และห้องเรียนมีแสงสว่าง อุดมภูมิที่เหมาะสมต่อการเรียนการสอน สอดคล้องกับงานวิจัยของสุวิทย์ เฟ็งทิพย์นาง (2562) พบว่าประชาชนในจังหวัดสงขลาให้ความสำคัญกับปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการศึกษาระดับบัณฑิตศึกษาสาขาบริหารธุรกิจ ด้านลักษณะทางกายภาพในภาพรวมอยู่ในระดับมาก โดยให้ความสำคัญกับห้องเรียนมีอุปกรณ์หรือสื่อเทคโนโลยี

ตารางที่ 6 ค่าเฉลี่ย (\bar{x}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของปัจจัยด้านสถานที่และสภาพแวดล้อม และความสำคัญในการเลือกเข้าศึกษาต่อระดับบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปีการศึกษา 2565

ข้อที่	ด้านสถานที่และสภาพแวดล้อม	n = 87		ระดับ ความคิดเห็น	ลำดับที่
		\bar{x}	S.D.		
1	ห้องเรียนมีความเหมาะสมกับการเรียนการสอนระดับบัณฑิตศึกษา	4.67	0.584	มากที่สุด	1
2	ห้องเรียนมีแสงสว่าง อุดมภูมิที่เหมาะสมต่อการเรียนการสอน	4.57	0.658	มากที่สุด	3
3	สำนักงานบริการมีพื้นที่ให้บริการ สะดวกในการติดต่อและใช้บริการ	4.48	0.713	มาก	5 ^a
4	อาคารโรงอาหารที่สะอาด กว้างขวาง มีการระบายของอากาศ	4.48	0.805	มาก	5 ^a
5	ห้องปฏิบัติงานสำหรับนักศึกษาเพื่อรองรับการปฏิบัติงานนอกห้องเรียน การประชุม กลุ่มย่อย	4.51	0.680	มากที่สุด	4
6	สถานที่มีความปลอดภัย สิ่งแวดล้อมเป็นพื้นที่สีเขียว	4.64	0.549	มากที่สุด	2
7	การคมนาคมสะดวก เช่น รถประจำทาง รถตู้โดยสาร รถไฟ	4.43	0.709	มาก	7
ค่าเฉลี่ยรวม		4.54	0.514	มากที่สุด	

^a หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่ซ้ำกัน

ในตารางที่ 7 แสดงผลการทดสอบความแตกต่างระหว่างเพศของนักศึกษาที่มีผลต่อระดับของปัจจัยต่างๆ ทั้ง 4 ด้าน ต่อการเลือกศึกษาต่อโดยใช้วิธี t-test ที่ระดับนัยความเชื่อมั่น 95% พบว่า นักศึกษาที่มีเพศต่างกัน มีระดับของปัจจัยทั้ง 4 ด้านต่อการเลือกเข้าศึกษาต่อที่คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) ยกเว้นด้านสถานที่และสิ่งแวดล้อม ($p < 0.05$) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากนักศึกษาหญิงจะให้ความสำคัญกับสภาพแวดล้อมในการเรียนมากกว่านักศึกษาเพศชาย สอดคล้องกับงานวิจัยของ อุทุมพร ไฉนลาด และ จงดี โตอิม (2559) พบว่าปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจศึกษาต่อระดับบัณฑิตศึกษาของนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ด้านที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดคือด้านคุณลักษณะสถาบัน ซึ่งมีสภาพสิ่งแวดล้อมที่เอื้อต่อการเรียนรู้

ตารางที่ 7 ระดับค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่า p-value ในการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของปัจจัยเลือกเข้าศึกษาต่อระดับบัณฑิตศึกษา ที่มีเพศต่างกัน โดยวิธี t-test

ข้อที่	ปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกเข้าศึกษาต่อ	ค่าเฉลี่ยด้านเพศ				p-value
		เพศชาย (n = 47)		เพศหญิง (n = 40)		
		\bar{X}	S.D.	\bar{X}	S.D.	
1	ด้านหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน	4.44	0.475	4.62	0.510	0.084
2	ด้านอาจารย์ผู้สอน	4.72	0.475	4.70	0.416	0.767
3	ด้านเหตุผลส่วนตัว	4.77	1.124	4.72	0.443	0.819
4	ด้านสถานที่และสภาพแวดล้อม	4.43	0.565	4.66	0.422	0.043*
	ค่าเฉลี่ยรวม	4.59	0.460	4.67	0.380	0.060

* ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ในตารางที่ 8 แสดงผลการทดสอบ ความแตกต่างของนักศึกษาในเรื่องอายุที่มีต่อระดับของปัจจัยต่างๆ ทั้ง 4 ด้าน ต่อการเลือกศึกษาต่อที่คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี โดยใช้วิธีการทดสอบความแปรปรวน (One-way ANOVA) ด้วย F-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% พบว่า นักศึกษาที่มีอายุแตกต่างกัน เห็นว่าปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกศึกษาต่อโดยรวม 4 ปัจจัย ปัจจัยด้านหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน และปัจจัยด้านอาจารย์ผู้สอน แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยนักศึกษาที่มีอายุมากกว่า 26 ปีขึ้นไป เห็นว่าปัจจัยโดยรวม 4 ปัจจัย มีผลต่อการตัดสินใจเข้าศึกษาต่อในระดับที่มากกว่า นักศึกษาที่มีอายุ 21-25 ปี เรื่องหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน พบว่า นักศึกษา ที่มีอายุ 26 ปีขึ้นไป เห็นว่าปัจจัยด้านหลักสูตรและอาจารย์ผู้สอน มีผลต่อการตัดสินใจเข้าศึกษาต่อมากกว่านักศึกษาที่มีอายุ 21-25 ปี ส่วนปัจจัยด้านอาจารย์ผู้สอน พบว่า นักศึกษา ที่มีอายุ 31-35 ปี และมากกว่า 41 ปีขึ้นไป เห็นว่าปัจจัยนี้มีผลต่อการเลือกเข้าศึกษาต่อที่คณะครุศาสตร์ อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มากกว่านักศึกษาที่มีอายุ 21-25 ปี สอดคล้องกับงานวิจัยของสุมารินทร์ พงษ์สิทธิ์ (2566) พบว่า ปัจจัยอายุและรายได้ มีความสัมพันธ์กันต่อการตัดสินใจศึกษาต่อระดับบัณฑิตศึกษา และสอดคล้องกับงานวิจัยของอุษณีย์ แจ่มใส (2551) พบว่าปัจจัยที่ส่งผลต่อการศึกษาต่อระดับอุดมศึกษา กลุ่มตัวอย่างให้ความสำคัญกับหลักสูตรมีความหลากหลายและทันสมัย รองลงมาด้านบุคลากร ที่มีวุฒิการศึกษาตรงกับสาขาวิชาและมีความรู้ความสามารถ

ตารางที่ 8 ค่าเฉลี่ย และค่า p-value ในการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของความคิดเห็นในการเลือกเข้าศึกษาต่อระดับบัณฑิตศึกษา ที่มีอายุต่างกัน โดยวิธี One-way ANOVA

ปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกเข้าศึกษาต่อ	ค่าเฉลี่ยด้านอายุ					p-value
	21-25 ปี (n = 6)	26-30 ปี (n = 39)	31-35 ปี (n = 20)	36-40 ปี (n = 10)	41 ปีขึ้นไป (n = 12)	
1. ด้านหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน	4.05 ^b	4.49 ^{ab}	4.71 ^a	4.34 ^{ab}	4.75 ^a	0.013*
2. ด้านอาจารย์ผู้สอน	4.58 ^b	4.66 ^b	4.89 ^a	4.45 ^b	4.89 ^a	0.044*
3. ด้านเหตุผลส่วนตัว	4.07	4.87	4.86	4.50	4.73	0.238
4. ด้านสถานที่และสภาพแวดล้อม	4.24	4.63	4.51	4.30	4.64	0.191
ค่าเฉลี่ยรวม	4.24 ^b	4.66 ^{ab}	4.74 ^a	4.40 ^{ab}	4.75 ^a	0.026*

* ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

^{ab} ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแถวอนเดียวกัน หมายถึง ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

สำหรับนักศึกษาที่มีอาชีพแตกต่างกัน เห็นว่าปัจจัยทั้ง 4 ด้าน มีผลต่อการเลือกศึกษาต่อที่คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี ในระดับที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) แสดงในตารางที่ 9

ตารางที่ 9 ค่าเฉลี่ย และค่า p-value ในการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของความคิดเห็นในการเลือกเข้าศึกษาต่อระดับบัณฑิตศึกษา ที่มีอาชีพต่างกัน โดยวิธี One-way ANOVA

ปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกเข้าศึกษาต่อ	ค่าเฉลี่ยด้านอาชีพ					p-value
	ขรก (n = 46)	จนท. (n = 15)	บริษัท (n = 10)	ส่วนตัว (n = 2)	อื่นๆ (n = 14)	
1. ด้านหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน	4.61	4.51	4.61	4.00	4.30	0.144
2. ด้านอาจารย์ผู้สอน	4.77	4.71	4.69	4.81	4.55	0.630
3. ด้านเหตุผลส่วนตัว	4.97	4.60	4.51	4.71	4.37	0.144
4. ด้านสถานที่และสภาพแวดล้อม	4.60	4.59	4.51	4.86	4.27	0.238
ค่าเฉลี่ยรวม	4.74	4.60	4.58	4.60	4.37	0.077

จากผลการศึกษา พบว่า นักศึกษาที่มีความแตกต่างกันในเรื่องเพศ และอายุ มีความเห็นวาระดับของปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกเข้าศึกษาต่อระดับบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี แตกต่างกัน คือนักศึกษาเพศหญิงจะให้ความสำคัญต่อยุทธศาสตร์เรื่องสถานที่และสิ่งแวดล้อม ส่วนนักศึกษาที่มีอายุมากกว่า 26 ปีขึ้นไป ให้ความสำคัญกับปัจจัยเรื่องหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอนมากกว่านักศึกษาที่มีอายุระหว่าง 21-25 ปี ส่วนนักศึกษาที่มีอายุระหว่าง 31-35 ปี และมากกว่า 41 ปีขึ้นไป เห็นว่าปัจจัยเรื่องอาจารย์ผู้สอนมีผลต่อการเลือกศึกษาต่อมากกว่านักศึกษาที่มีอายุ 21-30 ปี และ 36-40 ปี

3. สรุปความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของนักศึกษา

3.1 ประเด็นปัจจัยที่ส่งผลต่อการเลือกศึกษาต่อที่คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

นักศึกษาเห็นว่าพิธีพระราชทานปริญญาบัตรของสถาบันฯ เป็นพิธีการที่น่าภาคภูมิใจ ซึ่งเป็นเหตุผลในการเลือกและชักชวนเพื่อนให้มาเลือกเรียน

3.2 ประเด็นความต้องการให้คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี จัดบริการที่ต้องการและสิ่งที่ต้องปรับปรุง

1) จัดการเรียนการสอนแบบออนไลน์ เนื่องจากการเข้ามามีเรียนที่คณะฯ ค่อนข้างไม่สะดวก เพราะอยู่ต่างจังหวัดต้องเดินทางไกล และอยากให้บริการเรียนในห้องเรียน ไม่อยากให้มีทดสอบทุกคาบเรียนในบางวิชา เนื่องจากบางสัปดาห์ติดภารกิจงานประจำ ทำให้ขาดสอบได้

2) จัดให้มีร้านค้าเปิดบริการในวันเสาร์-อาทิตย์ เพราะร้านค้าของโรงอาหารเปิดให้บริการน้อย มีเพียง 1 ร้าน ไม่เพียงพอต่อการใช้บริการของนักศึกษา และเวลาพักเที่ยงมีน้อย นักศึกษาไม่สะดวกในการออกไปนอกสถาบันฯ ควรเจรจากับผู้ประกอบการและนำเสนอผู้บริหารสถาบัน จัดการแก้ไข

3) เพิ่มพื้นที่ในการศึกษาทำวิจัย พื้นที่จอดรถ ควรมีระบบรักษาความปลอดภัยภายในอาคารเรียนหลังใหม่ ให้มากขึ้น อุปกรณ์ในห้องเรียนไม่พร้อมใช้งาน เช่น เครื่องปรับอากาศมีความเย็นน้อย

4) แก้ไขปัญหาน้ำท่วม การสัญจรลำบาก

5) ปรับปรุงเรื่องการประชาสัมพันธ์ และการติดต่อกับคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี เพราะช่องทางติดต่อมีไม่มาก การใช้งานเว็บไซต์ในการไม่พบคำค้นหา (keyword) ข้อมูลไม่เป็นปัจจุบัน

4. สรุป

จากการวิเคราะห์ข้อมูลในการศึกษาครั้งนี้ พบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกมาศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในระดับมากที่สุดเรียงตามลำดับ คือ ปัจจัยด้านเหตุผลส่วนตัว คือ คณาจารย์และบุคลากรมีคุณภาพ และสามารถนำความรู้ไปประยุกต์กับการทำงาน มีความก้าวหน้าในสายอาชีพ ปัจจัยด้านที่สอง ด้านอาจารย์ผู้สอน คือ คุณวุฒิและชื่อเสียงของอาจารย์และคณาจารย์มีความรู้ ความสามารถในสาขาวิชาที่สอน ปัจจัยด้านที่สาม ด้านสถานที่และสภาพแวดล้อม คือ ห้องเรียนมีความเหมาะสมกับการเรียนการสอนระดับบัณฑิตศึกษา และสถานที่มีความปลอดภัย สิ่งแวดล้อมเป็นพื้นที่สีเขียว และปัจจัยด้านที่สี่ ด้านหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน คือ นำกระบวนการเรียนรู้ไปประยุกต์กับงานวิจัยและการทำงาน และการจัดการเรียนการสอนเป็นไปตามโครงสร้างหลักสูตร และนักศึกษาที่มีเพศและอายุที่แตกต่างกันให้ความสำคัญกับปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกศึกษาต่อแตกต่างกัน คือนักศึกษาเพศหญิงให้ความสำคัญกับสิ่งแวดล้อมมากกว่านักศึกษาชาย และนักศึกษาที่มีอายุมากให้ความสำคัญกับเรื่องหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน และอาจารย์ผู้สอน

ประโยชน์ที่ได้จากการศึกษา

ได้ทราบปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกเข้าศึกษาต่อระดับบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ว่านักศึกษาเลือกมาศึกษาต่อเพราะคำนึงถึงคุณภาพของอาจารย์ สภาพแวดล้อมดี และกระบวนการจัดการเรียนการสอน สามารถนำไปใช้กับการทำงานได้ ดังนั้นจึงสามารถนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษา นำเสนอผู้บริหารเพื่อพิจารณาในการดำรงและพัฒนาอาจารย์ให้มีความรู้ ความสามารถ จนได้รับความเชื่อถือและปรับปรุงหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน ระดับบัณฑิตศึกษาให้สามารถนำไปใช้ในการทำงานได้ การจัดสภาพแวดล้อมทางกายภาพให้หน้าอยู่ ตลอดจนการประชาสัมพันธ์ให้เข้าถึงกลุ่มนักศึกษาได้สะดวกมากยิ่งขึ้น

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. งานวิจัยพบว่า นักศึกษาให้ความสำคัญกับอาจารย์ผู้สอน ดังนั้น ต้องมีการส่งเสริมและพัฒนาอาจารย์ให้มีคุณภาพและประสบการณ์ในการสอนตลอดเวลา

2. ด้านหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน ควรมีการปรับปรุงหลักสูตรให้ทันสมัย สอดคล้องกับสถานการณ์ปัจจุบัน เป็นที่ต้องการของกลุ่มผู้มีส่วนได้ส่วนเสียที่สามารถนำไปใช้ในการทำงานได้

3. ด้านสถานที่และสภาพแวดล้อม เมื่อสิ้นภาคการศึกษา ควรมีการตรวจสอบเรื่องระบบเครื่องปรับอากาศ รวมทั้งที่เกี่ยวข้องอื่น ๆ เช่น ระบบไฟฟ้า ห้องน้ำ เพื่อให้พร้อมสำหรับการใช้งานอยู่เสมอ รวมทั้งการจัดให้บริการร้านค้าของโรงอาหารให้เพียงพอกับจำนวนนักศึกษาที่มีเรียนในวันเสาร์-อาทิตย์

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

ควรมีการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกเข้าศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรนานาชาติ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยีสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ว่าปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกศึกษาต่ออนั้น จะเหมือนหรือแตกต่างจากการเลือกเรียนหลักสูตรภาษาไทยอย่างไร

5. เอกสารอ้างอิง

- พรรณพัญ จันทา และ อัจฉริยา ปราบอริพ่าย. 2558. ปัจจัยที่มีผลต่อความต้องการศึกษาต่อระดับปริญญาโท ที่มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. วารสารวิชาการ Veridian E-Journal, Silpakorn University. ฉบับภาษาไทยมนุษยศาสตร์ สังคมศาสตร์ และศิลปะ 8(1) : 291-318.
- มัชฌิมา รัตนลัมภ์ และ วชิราภรณ์ ทองคุ้ม. 2564. ปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกศึกษาต่อระดับบัณฑิตศึกษา สาขาวิชาวิศวกรรมชีวการแพทย์ (หลักสูตรนานาชาติ) คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล. วารสาร Mahidol R2R e-Journal. 8(2) : 159-172.
- บุญชม ศรีสะอาด. 2553. การวิจัยเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- ภาวิตา กั้นเกษ. 2556. “ปัจจัยในการตัดสินใจศึกษาต่อระดับปริญญาโท ของนักศึกษาชั้นปีที่ 4 ปีการศึกษา 2554 มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร เขตบางเขน กรุงเทพมหานคร.” การค้นคว้าอิสระ ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร.
- ศศิธร บุญฉวีเจริญ. 2560. ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการตัดสินใจศึกษาต่อหลักสูตรระดับปริญญาโทของคณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล. วารสาร Mahidol R2R e-Journal. 4(2) : 136-159.
- สิพิมพ์วิดี สุททาทิน และคณะ. 2565. ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกเข้าศึกษาต่อหลักสูตรมหาบัณฑิตด้านการบิน. วารสารวิชาการศรีปทุม ชลบุรี. 19(1) : 117-134.
- สุขพัฒน์ อนนท์จารย์ และคณะ. 2563. ปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกเข้าศึกษาต่อระดับปริญญาโท ในมหาวิทยาลัยมหามกุฏราชวิทยาลัย วิทยาเขตศรีล้านช้าง. วารสารวิชาการวิทยาลัยบริหารศาสตร์ 3(1) : 47-60.
- สุมารินทร์ พงษ์สิทธิ์. 2566. ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจในการศึกษาต่อระดับบัณฑิตศึกษา คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก เขตพื้นที่อุเทนถวาย. วารสารวิชาการ ปชมท. 12(1) : 25-37.
- สุวิทย์ เฟ็งทิพย์นาง. 2562. ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจเข้าศึกษาต่อระดับบัณฑิตศึกษา สาขาบริหารธุรกิจของประชาชนในจังหวัดสงขลา. วิทยานิพนธ์ปริญญาบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการธุรกิจ มหาวิทยาลัยทักษิณ.
- เสรี สิงห์เงิน และ สาลีณี จันท์เจริญ. 2561. ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกเข้าศึกษาต่อหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาจิตวิทยาเด็ก วัยรุ่นและครอบครัว มหาวิทยาลัยมหิดล. วารสาร Mahidol R2R e-Journal. 5(2) : 95-108.
- สำนักทะเบียนและประมวลผล 2566. **หลักสูตรระดับบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.** สืบค้นวันที่ 1 สิงหาคม 2566 จาก <https://www.reg.kmitl.ac.th/curriculum>
- อุทุมพร ไฉนลาด และ จงดี โตอ้อม. 2559. ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจศึกษาต่อระดับบัณฑิตศึกษาของนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล. วารสารบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์. 10(2) : 165-177.
- อุษณีย์ แจ่มใส. 2551. “ปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจศึกษาต่อระดับอุดมศึกษา มหาวิทยาลัยรังสิต.” วิทยานิพนธ์บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต, กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร.
- Krejcie, R. V., & Morgan, D. W. 1970. Determining sample size for research activities. Educational and Psychological Measurement. 30(3) : 607-610.

การบริหารงานบุคคลของผู้บริหารสถานศึกษาที่ส่งผลต่อการดำเนินงานตามมาตรฐานการจัดการอาชีวศึกษาของสถานศึกษา สังกัดอาชีวศึกษาจังหวัดลพบุรี

The Personnel Management of College Administrators Affecting the Implementation of the Vocational Education Management Standards of College under the Lopburi Vocational Education

วรรณศิกายุจน์ ทองใส และ สมศักดิ์ สุภีรักษ์

Wansikan Tongesai and Somsak Supirak

สาขาวิชาการบริหารการศึกษา คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเจ้าพระยา จังหวัดนครสวรรค์ 60240

Educational Administration Program, Faculty of Humanities and Social Sciences, Chaophraya University, Nakhonsawan, 60240

e-mail: s638011408@cpu.ac.th, dr.somsak.su@gmail.com หมายเลขโทรศัพท์: 089-6249306, 086-9332553

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์และสร้างสมการพยากรณ์การบริหารงานบุคคลของผู้บริหารสถานศึกษาที่สามารถทำนายการดำเนินงานตามมาตรฐานการจัดการอาชีวศึกษาของสถานศึกษา สังกัดอาชีวศึกษาจังหวัดลพบุรี เป็นการวิจัยเชิงปริมาณ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ บุคลากรที่เป็นครูผู้สอน สังกัดอาชีวศึกษาจังหวัดลพบุรี ปีการศึกษา 2565 จำนวน 446 คน เครื่องมือการวิจัยอาศัยแบบสอบถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า จำนวน 80 ข้อ มีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.60 - 1.00 มีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับอยู่ที่ระดับ .995 สถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันและการวิเคราะห์สมการถดถอยพหุคูณแบบเป็นขั้นตอน ผลการวิจัย พบว่า 1) การบริหารงานบุคคลของผู้บริหารสถานศึกษาทุกด้านมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับการดำเนินงานตามมาตรฐานการจัดการอาชีวศึกษาของสถานศึกษา สังกัดอาชีวศึกษาจังหวัดลพบุรี (Y_{tot}) ในระดับสูง (.783) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เมื่อวิเคราะห์เป็นรายด้าน พบว่า ตัวแปรที่มีความสัมพันธ์สูงสุด คือ ด้านการฝึกอบรมและพัฒนา (X_4) และตัวแปรที่มีความสัมพันธ์ต่ำสุด คือ ด้านการวางแผนอัตรากำลัง (X_1) และ 2) การบริหารงานบุคคลของผู้บริหารสถานศึกษา จำนวน 6 ด้าน สามารถร่วมกันพยากรณ์การดำเนินงานตามมาตรฐานการจัดการอาชีวศึกษาของสถานศึกษา สังกัดอาชีวศึกษาจังหวัดลพบุรี (Y_{tot}) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ที่ร้อยละ 73.90 สามารถกำหนดสมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ คือ $\hat{Y} = .944 + .207(X_4) + .164(X_8) + .120(X_5) + .108(X_6) + .101(X_1) + .094(X_7)$ และสมการพยากรณ์ในรูปคะแนนมาตรฐาน คือ $\hat{Z} = .240(X_4) + .202(X_8) + .143(X_5) + .136(X_6) + .133(X_1) + .121(X_7)$

คำสำคัญ: การบริหารงานบุคคล อาชีวศึกษาจังหวัด มาตรฐานการจัดการอาชีวศึกษา

Abstract

The objectives of this research are to study the relationship and to formulate the forecasting equations for the personnel management of college administrators that can predict the implementation of the vocational education management standards of college under the Lopburi vocational education. The research is quantitative research. The sample group used in the research consisted of 446 teachers from the Lopburi vocational education in academic year 2022. The research tool was a rating scale questionnaire with 80 questions. The index of item objectives congruence was between 0.60 - 1.00 with the total reliability of .995. The statistics used in the research consisted of Pearson's product moment correlation coefficient and stepwise multiple regression equation analysis. The results were showed as follows: 1) The personnel management of college administrators in all aspects had a positive relationship with the implementation of the vocational education management standards of college under the Lopburi vocational education (Y_{tot}) at a high level (.783) with a statistical significance at .01, when analysis each aspect, it was found that the aspect with the highest relationship was training and development (X_4) and the lowest relationship was manpower (X_1). 2) The construction of the forecasting equation revealed that six factors of the personnel management of college administrators were able to predict together with the implementation of the vocational education management standards of college under the Lopburi vocational education (Y_{tot}) for 73.90% with a statistical

significance at .05. The forecasting equation can be formulated as the multiple regression equation in raw score was $\hat{Y} = .944 + .207(X_4) + .164(X_8) + .120(X_5) + .108(X_6) + .101(X_1) + .094(X_7)$ and the multiple regression equation in standard score was $Z = .240(X_4) + .202(X_8) + .143(X_5) + .136(X_6) + .133(X_1) + .121(X_7)$.

Keywords: Personnel Management, Vocational Education, Vocational Education Management Standards

1. บทนำ

พระราชบัญญัติการอาชีวศึกษา พ.ศ. 2551 โดยมาตรา 4 วรรคห้า ได้ระบุว่า “มาตรฐานการอาชีวศึกษา” เป็นข้อกำหนดเกี่ยวกับคุณลักษณะ คุณภาพและมาตรฐานในการจัดการอาชีวศึกษาที่พึงประสงค์ เพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการส่งเสริม การกำกับดูแล การตรวจสอบ การประเมิน และการประกันคุณภาพการจัดการอาชีวศึกษา (พระราชบัญญัติการอาชีวศึกษา,2551:2) โดยกระทรวงศึกษาธิการได้กำหนดมาตรฐานการอาชีวศึกษา พ.ศ. 2561 ในการจัดการศึกษาและการประกันคุณภาพการศึกษา ด้านอาชีวศึกษา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง และการฝึกอบรมวิชาชีพ ประกอบด้วย 3 มาตรฐาน ได้แก่ มาตรฐานที่ 1 คุณลักษณะของผู้สำเร็จการศึกษาอาชีวศึกษาที่พึงประสงค์ มาตรฐานที่ 2 การจัดการอาชีวศึกษา และมาตรฐานที่ 3 การสร้างสังคมแห่งการเรียนรู้ (ประกาศกระทรวงศึกษาธิการ, 2561:4-6)

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษามีภารกิจเกี่ยวกับการจัดและส่งเสริมการอาชีวศึกษา และการฝึกอบรมวิชาชีพ โดยคำนึงถึงคุณภาพและความเป็นเลิศทางวิชาชีพ (สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา,2566:16) ซึ่งสถานศึกษาในสังกัด อาชีวศึกษาจังหวัดลพบุรี ประกอบด้วยสถานศึกษา จำนวน 8 แห่ง ได้แก่ 1) วิทยาลัยเทคนิคลพบุรี 2) วิทยาลัยเทคนิคลพบุรี แห่งที่ 2 3) วิทยาลัยอาชีวศึกษาลพบุรี 4) วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีลพบุรี 5) วิทยาลัยสารพัดช่างลพบุรี 6) วิทยาลัยเทคนิคโคกสำโรง 7) วิทยาลัยการอาชีพชัยบาดาล และ 8) วิทยาลัยเทคโนโลยีและการบริหารจัดการอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลทราย ได้ดำเนินการภายใต้ ภารกิจหลักในการจัดการอาชีวศึกษาให้เป็นไปตามมาตรฐานการอาชีวศึกษา พ.ศ. 2561

จากผลการจัดการอาชีวศึกษาที่ผ่านมา สะท้อนให้เห็นภาพรวมจุดที่สถานศึกษาควรพัฒนาในด้านต่าง ๆ โดยมีข้อมูลจากรายงานผลการประเมินคุณภาพภายนอก ด้านการอาชีวศึกษา ของสถานศึกษาในสังกัดอาชีวศึกษาจังหวัดลพบุรี ปีการศึกษา 2564 พบว่า สถานศึกษาควรพัฒนาหลักสูตรฐานสมรรถนะ เพิ่มบทบาทของการจัดการเรียนการสอนรูปแบบการบูรณาการข้ามศาสตร์ ยกระดับสถานศึกษา สนับสนุนการทำความร่วมมือกับหน่วยงานภายนอกและสถานประกอบการ นำนโยบายของหน่วยงานต้นสังกัดมาปฏิบัติ ส่งเสริมการพัฒนาครูแต่ละสาขาวิชาในด้านการจัดทำผลงานสิ่งประดิษฐ์หรืองานวิจัย การบริหารจัดการอย่างเป็นระบบ และการพัฒนาระบบเทคโนโลยีสารสนเทศ และพัฒนาการประชาสัมพันธ์เผยแพร่ข้อมูลผลการดำเนินการ (สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา,องค์การมหาชน,2564) และงานวิจัยของกฤษฎิ์เนต จันดาอาจ (2564) ได้ศึกษาสภาพปัจจุบันของการบริหารสถานศึกษาตามมาตรฐานอาชีวศึกษา สังกัดอาชีวศึกษาจังหวัดขอนแก่น และพรรณสิริ ชูพันธ์ (2564) ได้ศึกษาประสิทธิภาพของสถานศึกษาตามมาตรฐานที่ 2 ด้านการจัดการอาชีวศึกษา ด้านที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด คือ ด้านการบริหารจัดการ จากผลสะท้อนข้อปัญหาดังกล่าวข้างต้น พบว่า สถานศึกษาในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาบางแห่งยังไม่สามารถดำเนินงานตามมาตรฐานการอาชีวศึกษาอย่างมีประสิทธิภาพเท่าที่ควร โดยเฉพาะมาตรฐานที่ 2 ด้านการจัดการอาชีวศึกษา ทั้ง 4 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านหลักสูตรอาชีวศึกษา 2) ด้านการจัดการเรียนการสอนอาชีวศึกษา 3) ด้านการบริหารจัดการ และ 4) ด้านการนำนโยบายสู่การปฏิบัติ และงานวิจัยของแทน โมรราย (2561) ได้ศึกษากลยุทธ์การขับเคลื่อนระบบประกันคุณภาพภายในเพื่อพัฒนาคุณภาพผู้เรียนตามมาตรฐานการอาชีวศึกษา ของวิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์ ได้สรุปเกี่ยวกับการพัฒนาคุณภาพการจัดการศึกษาว่า สถานศึกษาควรกำหนดกลยุทธ์ที่ทำให้เกิดความชัดเจนในภารกิจและบทบาทความเกี่ยวข้องของบุคคลฝ่ายต่าง ๆ ทำให้มีแนวทางที่ชัดเจนในการวัดและประเมินผลสำเร็จ รวมทั้งกล่าวถึงปัจจัยภายใน ด้านบุคลากร ที่เป็นปัจจัยการขับเคลื่อนระบบประกันคุณภาพภายในเพื่อพัฒนาคุณภาพผู้เรียนตามมาตรฐานการอาชีวศึกษา จากงานวิจัยเรื่องนี้แสดงให้เห็นว่าการบริหารงานบุคคลมีความสัมพันธ์กับประสิทธิภาพในการดำเนินงานตามมาตรฐานการอาชีวศึกษา

ปัจจัยที่ส่งผลให้การขับเคลื่อนการจัดการศึกษาของสถานศึกษาในสังกัดอาชีวศึกษาจังหวัดลพบุรี ดำเนินการเป็นไปตามมาตรฐานการอาชีวศึกษา พ.ศ. 2561 ด้านการจัดการอาชีวศึกษา คือ การบริหารงานบุคคล เป็นไปตามทฤษฎีของ Elton Mayo and Fritz Roethlisberger เป็นทฤษฎีการบริหารเชิงมนุษย์สัมพันธ์ ซึ่งมีความเชื่อว่า มนุษย์เป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดในการเสริมสร้างประสิทธิภาพในการทำงาน ความต้องการทางใจของคนงาน เช่นขวัญกำลังใจ ความพึงพอใจ และความสามัคคี เป็นต้น ได้กลายเป็นตัวแปรที่มีความสำคัญต่อประสิทธิภาพในการทำงานไม่น้อยกว่าตัวแปรอื่น ๆ (เฉลิมชัย หาญกล้า,2559:48) ในขณะที่ Hugo Munsterberg ได้สร้างทฤษฎีการจัดการเชิงมนุษย์สัมพันธ์ โดยเน้นการนำศาสตร์ทางด้านจิตวิทยา เพื่อทำความเข้าใจพฤติกรรมของคนงานมาเพื่อใช้เพิ่มประสิทธิภาพการผลิตในโรงงาน โดยพัฒนาวิธีการทดสอบทางจิตวิทยา เพื่อใช้ในการคัดเลือก

บุคคลที่มีความเหมาะสมกับงาน (เฉลิมชัย หาญกล้า, 2559:46) จากทฤษฎีดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่า การบริหารงานบุคคลของ ผู้บริหารสถานศึกษามีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการดำเนินงานตามมาตรฐานการจัดการอาชีวศึกษาของสถานศึกษา

จากความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาวิจัยเรื่องการบริหารงานบุคคลของ ผู้บริหารสถานศึกษาที่ส่งผลต่อการดำเนินงานตามมาตรฐานการจัดการอาชีวศึกษาของสถานศึกษา สังกัดอาชีวศึกษาจังหวัดลพบุรี ว่ามีความสัมพันธ์และสามารถร่วมกันพยากรณ์การดำเนินงานตามมาตรฐานการจัดการอาชีวศึกษาของสถานศึกษาหรือไม่ เพื่อใช้ เป็นแนวทางในการพัฒนาคุณภาพการดำเนินงานตามมาตรฐานการจัดการอาชีวศึกษาของสถานศึกษา สังกัดอาชีวศึกษาจังหวัดลพบุรี ต่อไป

1.1 วัตถุประสงค์

- 1) เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการบริหารงานบุคคลของผู้บริหารสถานศึกษากับการดำเนินงานตามมาตรฐาน การจัดการอาชีวศึกษาของสถานศึกษา สังกัดอาชีวศึกษาจังหวัดลพบุรี
- 2) เพื่อสร้างสมการพยากรณ์การบริหารงานบุคคลของผู้บริหารสถานศึกษาที่สามารถทำนายการดำเนินงานตาม มาตรฐานการจัดการอาชีวศึกษาของสถานศึกษา สังกัดอาชีวศึกษาจังหวัดลพบุรี

1.2 การสำรวจเอกสารที่เกี่ยวข้อง

มาตรฐานการอาชีวศึกษา พ.ศ. 2561

มาตรฐานการจัดการอาชีวศึกษาของสถานศึกษาเป็นข้อกำหนดในการจัดการศึกษาและการประกันคุณภาพ การศึกษาด้านอาชีวศึกษา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง และการฝึกอบรมวิชาชีพตามประกาศ กระทรวงศึกษาธิการ เรื่อง มาตรฐานการอาชีวศึกษา พ.ศ. 2561 มาตรฐานที่ 2 การจัดการอาชีวศึกษา สถานศึกษามีครูที่มีคุณวุฒิ การศึกษาและจำนวนตามเกณฑ์ที่กำหนด ใช้หลักสูตรฐานสมรรถนะในการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ และบริหารจัดการ ทรัพยากรของสถานศึกษาอย่างมีประสิทธิภาพ มีความสำเร็จในการดำเนินการตามนโยบายสำคัญของหน่วยงานต้นสังกัด หรือหน่วยงานที่กำกับดูแลสถานศึกษา (ประกาศกระทรวงศึกษาธิการ, 2561:4-5) สามารถสรุปเป็นองค์ประกอบของตัวแปรตาม ประกอบด้วย 4 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านหลักสูตรอาชีวศึกษา 2) ด้านการจัดการเรียนการสอนอาชีวศึกษา 3) ด้านการบริหารจัดการ และ 4) ด้านการนำนโยบายสู่การปฏิบัติ

การบริหารงานบุคคล

ผู้วิจัยสังเคราะห์ข้อบ่งชี้การบริหารงานบุคคลจากหลักการและแนวคิดของนักวิชาการ จำนวน 10 คน โดย คัดเลือกจากแนวคิดที่นักวิชาการมีความคิดเห็นตรงกันที่ ร้อยละ 30 ขึ้นไป สามารถสรุปเป็นองค์ประกอบของตัวแปรอิสระ ประกอบด้วย 8 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านการวางแผนอัตรากำลัง 2) ด้านการสรรหาและบรรจุแต่งตั้ง 3) ด้านการเสริมสร้างประสิทธิภาพ ในการปฏิบัติงาน 4) ด้านการฝึกอบรมและพัฒนา 5) ด้านการประเมินผลการปฏิบัติงาน 6) ด้านการให้ผลตอบแทน 7) ด้านวินัย และการรักษาวินัย และ 8) ด้านการออกจากราชการ

การบริหารงานบุคคลของผู้บริหารสถานศึกษา

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา (2552:2-6) ได้กำหนดหน้าที่และการบริหารงานของสถานศึกษา โดย ฝ่ายบริหารทรัพยากร แบ่งเป็น 8 งาน หนึ่งในนั้นคือ งานบุคลากร ซึ่งมีหน้าที่และความรับผิดชอบ ดังนี้ 1) แนะนำ เผยแพร่ และ ดำเนินการเกี่ยวกับการบริหารงานบุคลากรของสถานศึกษาให้เป็นไปตามระเบียบของทางราชการ 2) จัดทำแผนอัตรากำลัง บุคลากรในสถานศึกษา 3) จัดทำแผนและดำเนินการพัฒนาบุคลากรในสถานศึกษา 4) ควบคุม จัดทำสถิติ และรายงานเกี่ยวกับการ ลงเวลาปฏิบัติราชการ และการลาของบุคลากรในสถานศึกษา 5) ดำเนินการเกี่ยวกับการขอเครื่องราชอิสริยาภรณ์ การจัดทำ ทะเบียนประวัติของบุคลากรในสถานศึกษา 6) ให้คำแนะนำ อำนาจความสะดวกแก่บุคลากรในสถานศึกษาในด้านต่าง ๆ เช่น การ ขอมีบัตรประจำตัวเจ้าหน้าที่ของรัฐ การขอแก้ไขทะเบียนประวัติ การขอเปลี่ยนตำแหน่ง การขอมีและขอเลื่อนวิทยฐานะ การออก หนังสือรับรอง การขอรับเงินบำเหน็จบำนาญ เงินทดแทน และการจัดทำสมุดบันทึกผลงานและคุณงามความดีของบุคลากรใน สถานศึกษา 7) ดำเนินการทางวินัยบุคลากรในสถานศึกษา 8) การจัดสวัสดิการภายในให้แก่บุคลากรในสถานศึกษา 9) ประสานงานและให้ความร่วมมือกับหน่วยงานต่าง ๆ ทั้งภายในและภายนอกสถานศึกษา 10) จัดทำปฏิทินการปฏิบัติงาน เสนอ โครงการและรายงานการปฏิบัติงานตามลำดับขั้น 11) ดูแล บำรุงรักษา และรับผิดชอบทรัพย์สินของสถานศึกษาที่ได้รับมอบหมาย และ 12) ปฏิบัติงานอื่นตามที่ได้รับมอบหมาย

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ปทุมพร กาญจนอรรถ (2561) ได้วิจัยเรื่องแนวทางการบริหารงานบุคคลที่มีประสิทธิภาพในสถานศึกษาขั้น พื้นฐาน และได้สรุปว่า การบริหารงานบุคคลมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งและเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดในการดำเนินงานขององค์กรให้ บรรลุเป้าหมายที่กำหนดไว้ เพราะคนเป็นศูนย์กลางในการพัฒนา รวมถึงเป็นผู้ขับเคลื่อนการพัฒนางานไปสู่เป้าประสงค์ การ

บริหารงานบุคคลอย่างมีคุณภาพนั้นจะช่วยลดปัญหาความขัดแย้งในองค์กร เนื่องจากบุคลากรสามารถเข้าใจหน้าที่ตัวเองอย่างชัดเจน มีการให้เกียรติและให้ความช่วยเหลือซึ่งกันและกัน เพราะทุกคนเห็นความสำคัญของงานและประโยชน์ส่วนรวมมากกว่าประโยชน์ส่วนตน นอกจากนี้ สุทัศน์ พินิจสอน (2564) ได้วิจัยเรื่องการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการบริหารงานบุคคลกับแรงจูงใจในการปฏิบัติงานของครูในสถานศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาศรีสะเกษ เขต 4 พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างการบริหารงานบุคคลกับแรงจูงใจในการปฏิบัติงานของครู โดยภาพรวม มีความสัมพันธ์กันมากในทิศทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และธณยุทธ สังสุทธิ (2565) ได้วิจัยเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยการบริหารกับการดำเนินงานประกันคุณภาพการศึกษาของสถานศึกษาขนาดเล็ก สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา กรุงเทพมหานคร เขต 1 พบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยการบริหารกับการดำเนินงานประกันคุณภาพการศึกษาของสถานศึกษาขนาดเล็ก ในภาพรวม มีความสัมพันธ์ทางบวกและระดับความสัมพันธ์ปานกลาง ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ = .581 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และปัจจัยด้านคนก็มีอิทธิพลต่อการดำเนินงานประกันคุณภาพการศึกษาของสถานศึกษาเช่นกัน และพงษ์สนธิ แสงจินดา (2563) ได้วิจัยเรื่องการจัดการความเสี่ยงที่ส่งผลต่อการบรรลุมาตรฐานการจัดการอาชีวศึกษาของสถานศึกษาสังกัดสถาบันการอาชีวศึกษาภาคกลาง 4 พบว่า การจัดการความเสี่ยงด้านการดำเนินงาน ด้านกฎระเบียบ ด้านกลยุทธ์ และด้านการเงิน เป็นความเสี่ยงที่ส่งผลต่อการบรรลุมาตรฐานการจัดการอาชีวศึกษา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสามารถทำนายการบรรลุมาตรฐานการจัดการอาชีวศึกษา ได้ร้อยละ 68.60 และสรคุปต์ บุญเกษม (2560) ได้วิจัยเรื่องปัจจัยการบริหารจัดการที่ส่งผลต่อประสิทธิผลโรงเรียนขนาดเล็กในเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาจังหวัดนครสวรรค์ พบว่า ปัจจัยศักยภาพการบริหารจัดการที่ส่งผลต่อประสิทธิผลโรงเรียนขนาดเล็ก มีจำนวน 3 ปัจจัย คือ ปัจจัยการบริหารจัดการ ด้านงาน ด้านคน และด้านเทคโนโลยี ทั้ง 3 ปัจจัย สามารถร่วมกันอธิบายความผันแปรของประสิทธิผลโรงเรียน ได้ร้อยละ 69.0 ($R^2 = .690$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และพรรณสิริ ชุนพรัตน์ (2564) ได้วิจัยเรื่องหลักธรรมาภิบาลของผู้บริหารสถานศึกษาที่ส่งผลต่อประสิทธิผลของสถานศึกษาตามมาตรฐานที่ 2 ด้านการจัดการอาชีวศึกษาในสถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ 4 พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างหลักธรรมาภิบาลของผู้บริหารสถานศึกษา กับประสิทธิผลของสถานศึกษาตามมาตรฐานที่ 2 ด้านการจัดการอาชีวศึกษา ในภาพรวม อยู่ในช่วงระหว่าง .452 - .665 มีความสัมพันธ์กันทางบวก อยู่ในระดับปานกลาง - ค่อนข้างสูง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ หลักธรรมาภิบาลของผู้บริหารสถานศึกษา หลักความเสมอภาค หลักความรับผิดชอบ หลักประสิทธิภาพ หลักคุณธรรม และหลักความคุ้มค่า สามารถอธิบายความแปรปรวนหรือทำนายตัวแปรตาม คือ ประสิทธิผลของสถานศึกษาตามมาตรฐานที่ 2 ด้านการจัดการอาชีวศึกษา ได้ร้อยละ 50.20 ($R^2 = .502$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ Merve Uysal and Cagda Kivanc Caganaga (2018) ได้วิจัยเรื่องการสำรวจความคิดเห็นของครูที่มีต่อหน้าที่การจัดการทรัพยากรมนุษย์ในโรงเรียนเอกชน พบว่า แนวทางการปฏิบัติในการจัดการทรัพยากรมนุษย์ ประกอบด้วย การคัดเลือกบุคลากร การฝึกอบรมและการพัฒนา การวางแผน การประเมินผล และการให้รางวัล

2. วิธีการศึกษา

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาการบริหารงานบุคคลของผู้บริหารสถานศึกษาที่ส่งผลต่อการดำเนินงานตามมาตรฐานการจัดการอาชีวศึกษาของสถานศึกษา สังกัดอาชีวศึกษาจังหวัดลพบุรี เป็นการวิจัยเชิงปริมาณ ประชากร ได้แก่ บุคลากรที่เป็นครูผู้สอน สังกัดอาชีวศึกษาจังหวัดลพบุรี ปีการศึกษา 2565 จำนวน 450 คน กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ บุคลากรที่เป็นครูผู้สอน สังกัดอาชีวศึกษาจังหวัดลพบุรี ปีการศึกษา 2565 จำนวน 446 คน ได้มาจากการกำหนดกลุ่มตัวอย่าง ร้อยละ 99 ของประชากร จากนั้นทำการสุ่มตัวอย่าง แบบชั้นภูมิ โดยกำหนดสัดส่วนจากกลุ่มประชากรสถานศึกษา จำนวน 8 แห่ง จำนวน 450 คน และทำการสุ่มตัวอย่าง อย่างง่าย เพื่อให้ได้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 446 คน โดยใช้แบบสอบถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า จำนวน 80 ข้อ เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวม

2.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัย ผู้วิจัยจัดทำตามลำดับ ดังนี้

1. ประสานงานกับสำนักบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยเจ้าพระยา เพื่อจัดทำหนังสือถึงผู้อำนวยการสถานศึกษาในสังกัดอาชีวศึกษาจังหวัดลพบุรี เพื่อขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย
2. จัดส่งแบบสอบถามไปยังสถานศึกษาที่ได้กำหนดให้เป็นกลุ่มตัวอย่างในการศึกษาตามสัดส่วนที่กำหนด จำนวน 446 ฉบับ โดยผู้วิจัยลงพื้นที่ในการเก็บข้อมูลด้วยตนเอง และจัดส่งทางไปรษณีย์ในกรณีที่ผู้วิจัยไม่สามารถไปได้ ระหว่างวันที่ 10-24 เมษายน 2566 เพื่อให้กลุ่มตัวอย่างตอบแบบสอบถาม และจัดส่งคืนมาหรือผู้วิจัยไปรับด้วยตนเอง
3. ตรวจสอบจำนวนและความถูกต้องของแบบสอบถามที่ได้รับคืนมา และเลือกแบบสอบถามที่มีความสมบูรณ์ที่สุด เพื่อนำไปวิเคราะห์ข้อมูล

2. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำแบบสอบถามที่มีความสมบูรณ์แล้วมาวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) ดังนี้

1. วิเคราะห์ระดับการบริหารงานบุคคลของผู้บริหารสถานศึกษาและการดำเนินงานตามมาตรฐานการจัดการอาชีวศึกษาของสถานศึกษา สังกัดอาชีวศึกษาจังหวัดลพบุรี ด้วยการหาค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) โดยแปลความหมายตามเกณฑ์การแปลความหมายค่าเฉลี่ย (บุญชม ศรีสะอาด,2553:100)

2. วิเคราะห์เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างการบริหารงานบุคคลของผู้บริหารสถานศึกษากับการดำเนินงานตามมาตรฐานการจัดการอาชีวศึกษาของสถานศึกษา สังกัดอาชีวศึกษาจังหวัดลพบุรี โดยวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson’s Product Moment Correlation Coefficient) โดยพิจารณาความสัมพันธ์ที่คำนวณได้ แล้วเปรียบเทียบกับเกณฑ์ (ชูศรี วงศ์รัตน์,2544:316)

3. วิเคราะห์เพื่อหาการบริหารงานบุคคลของผู้บริหารสถานศึกษาที่ส่งผลต่อการดำเนินงานตามมาตรฐานการจัดการอาชีวศึกษาของสถานศึกษา สังกัดอาชีวศึกษาจังหวัดลพบุรี โดยใช้สถิติการวิเคราะห์สมการถดถอยพหุคูณแบบเป็นขั้นตอน (Stepwise Multiple Regression Equation Analysis) (วินัย รังสินันท์,ม.ป.ป.:176)

3. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลครั้งนี้ เพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ตรงกัน ผู้วิจัยกำหนดสัญลักษณ์ต่าง ๆ ซึ่งมีความหมาย ดังนี้

X_1 หมายถึง ด้านการวางแผนอัตรากำลัง

X_2 หมายถึง ด้านการสรรหาและบรรจุแต่งตั้ง

X_3 หมายถึง ด้านการเสริมสร้างประสิทธิภาพในการปฏิบัติงาน

X_4 หมายถึง ด้านการฝึกอบรมและพัฒนา

X_5 หมายถึง ด้านการประเมินผลการปฏิบัติงาน

X_6 หมายถึง ด้านการให้ผลตอบแทน

X_7 หมายถึง ด้านวินัยและการรักษาวินัย

X_8 หมายถึง ด้านการออกจากราชการ

Y_{tot} หมายถึง การดำเนินงานตามมาตรฐานการจัดการอาชีวศึกษาของสถานศึกษา

3.1 ผลการวิเคราะห์ระดับการบริหารงานบุคคลของผู้บริหารสถานศึกษา สังกัดอาชีวศึกษาจังหวัดลพบุรี

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ระดับการบริหารงานบุคคลของผู้บริหารสถานศึกษา สังกัดอาชีวศึกษาจังหวัดลพบุรี ในภาพรวมและรายด้าน

(n = 446)

การบริหารงานบุคคลของผู้บริหารสถานศึกษา	\bar{x}	SD	แปลผล
1. ด้านการวางแผนอัตรากำลัง	4.28	0.65	มาก
2. ด้านการสรรหาและบรรจุแต่งตั้ง	4.42	0.62	มาก
3. ด้านการเสริมสร้างประสิทธิภาพในการปฏิบัติงาน	4.32	0.61	มาก
4. ด้านการฝึกอบรมและพัฒนา	4.40	0.57	มาก
5. ด้านการประเมินผลการปฏิบัติงาน	4.41	0.59	มาก
6. ด้านการให้ผลตอบแทน	4.35	0.62	มาก
7. ด้านวินัยและการรักษาวินัย	4.37	0.64	มาก
8. ด้านการออกจากราชการ	4.43	0.61	มาก
รวม	4.37	0.53	มาก

จากตารางที่ 1 พบว่า การบริหารงานบุคคลของผู้บริหารสถานศึกษา สังกัดอาชีวศึกษาจังหวัดลพบุรี ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก

3.2 ผลการวิเคราะห์ระดับการดำเนินงานตามมาตรฐานการจัดการอาชีวศึกษาของสถานศึกษา สังกัดอาชีวศึกษาจังหวัดลพบุรี

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ระดับการดำเนินงานตามมาตรฐานการจัดการอาชีวศึกษาของสถานศึกษา สังกัดอาชีวศึกษาจังหวัดลพบุรี ในภาพรวมและรายด้าน

(n = 446)			
การดำเนินงานตามมาตรฐานการจัดการอาชีวศึกษาของสถานศึกษา	\bar{x}	SD	แปลผล
1. ด้านหลักสูตรอาชีวศึกษา	4.42	0.54	มาก
2. ด้านการจัดการเรียนการสอนอาชีวศึกษา	4.48	0.51	มาก
3. ด้านการบริหารจัดการ	4.34	0.60	มาก
4. ด้านการนำนโยบายสู่การปฏิบัติ	4.45	0.53	มาก
รวม	4.42	0.49	มาก

จากตารางที่ 2 พบว่า การดำเนินงานตามมาตรฐานการจัดการอาชีวศึกษาของสถานศึกษา สังกัดอาชีวศึกษาจังหวัดลพบุรี ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก

3.3 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการบริหารงานบุคคลของผู้บริหารสถานศึกษากับการดำเนินงานตามมาตรฐานการจัดการอาชีวศึกษาของสถานศึกษา สังกัดอาชีวศึกษาจังหวัดลพบุรี

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการบริหารงานบุคคลของผู้บริหารสถานศึกษากับการดำเนินงานตามมาตรฐานการจัดการอาชีวศึกษาของสถานศึกษา สังกัดอาชีวศึกษาจังหวัดลพบุรี

	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	Y _{tot}
X ₁	1								
X ₂	.714**	1							
X ₃	.636**	.730**	1						
X ₄	.675**	.743**	.781**	1					
X ₅	.697**	.760**	.745**	.800**	1				
X ₆	.692**	.710**	.729**	.788**	.784**	1			
X ₇	.643**	.687**	.734**	.758**	.778**	.782**	1		
X ₈	.615**	.684**	.708**	.696**	.701**	.726**	.807**	1	
Y _{tot}	.691**	.711**	.735**	.783**	.770**	.771**	.769**	.747**	1

**p < .01

จากตารางที่ 3 พบว่า การบริหารงานบุคคลของผู้บริหารสถานศึกษาทุกด้านมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับการดำเนินงานตามมาตรฐานการจัดการอาชีวศึกษาของสถานศึกษา สังกัดอาชีวศึกษาจังหวัดลพบุรี (Y_{tot}) ในระดับสูง (.783) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการบริหารงานบุคคลนั้นมีความสำคัญเป็นการช่วยป้องกันและแก้ปัญหาในการเสริมสร้างและพัฒนางาน โดยการวางแผนกำลังคน พัฒนาศักยภาพ และสร้างขวัญและกำลังใจในการปฏิบัติงาน เพื่อให้การดำเนินงานตามมาตรฐานการจัดการอาชีวศึกษาของสถานศึกษา สังกัดอาชีวศึกษาจังหวัดลพบุรี 4 ด้าน บรรลุผลสำเร็จตามวัตถุประสงค์ของสถานศึกษา สอดคล้องกับงานวิจัยของพรรณศิริ ชุนพรัตน์ (2564) ได้ศึกษาหลักธรรมาภิบาลของผู้บริหารสถานศึกษาที่ส่งผลต่อประสิทธิผลของสถานศึกษาตามมาตรฐานที่ 2 ด้านการจัดการอาชีวศึกษาในสถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ 4 เมื่อวิเคราะห์เป็นรายด้าน พบว่า ตัวแปรที่มีความสัมพันธ์สูงสุด คือ ด้านการฝึกอบรมและพัฒนา (X₄) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากวิชาชีพครูมีครูสภาเป็นสถาบันวิชาชีพที่เป็นแหล่งกลางในการควบคุมมาตรฐานและส่งเสริมความก้าวหน้าของวิชาชีพซึ่งมีความจำเป็นต้องมีการพัฒนาตนเอง เพื่อให้พร้อมรับการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาและขอมีวิทยฐานะและเลื่อนวิทยฐานะ โดยครูต้องมีการพัฒนาให้มีสมรรถนะในการปฏิบัติงานสูงขึ้น ตามระดับการปฏิบัติที่คาดหวังตามตำแหน่งและวิทยฐานะจึงทำให้ปรากฏผลเช่นนี้ และตัวแปรที่มีความสัมพันธ์ต่ำสุด คือ ด้านการวางแผนอัตรากำลัง (X₁) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากครูผู้สอนมีความคิดเห็นไม่สอดคล้องกันเกี่ยวกับการวางแผนอัตรากำลัง ซึ่งบางคนไม่มีความรู้ความเข้าใจในการวางแผนอัตรากำลังที่ชัดเจน โดยเห็นว่าการวางแผนอัตรากำลังเป็นหน้าที่รับผิดชอบของผู้บริหารสถานศึกษาและงานบุคลากรที่ต้องดำเนินการ ทำให้เป็นเรื่องไกล

ตัวสำหรับครูผู้สอน ประกอบกับการบริหารจัดการอัตราค่าจ้างบุคลากรเป็นสิ่งที่สถานศึกษาให้ความสำคัญ เพราะการกำหนดอัตราค่าจ้างคนจะมีความสัมพันธ์กับการกำหนดอัตราเงินเดือน ค่าจ้าง ค่าตอบแทน ประโยชน์ตอบแทน และสวัสดิการอื่น ๆ

3.4 ผลการสร้างสมการพยากรณ์การบริหารงานบุคคลของผู้บริหารสถานศึกษาที่สามารถทำนายการดำเนินงานตามมาตรฐานการจัดการอาชีวศึกษาของสถานศึกษา สังกัดอาชีวศึกษาจังหวัดลพบุรี

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์การบริหารงานบุคคลของผู้บริหารสถานศึกษาที่ส่งผลต่อการดำเนินงานตามมาตรฐานการจัดการอาชีวศึกษาของสถานศึกษา สังกัดอาชีวศึกษาจังหวัดลพบุรี

การบริหารงานบุคคลของผู้บริหารสถานศึกษา	B	Beta	t	p	Collinearity Statistics	
					Tolerance	VIF
Constant (β_0)	.944		9.351**	.000		
ด้านการฝึกอบรมและพัฒนา (X_4)	.207	.240	5.132**	.000	.273	3.663
ด้านการออกจากราชการ (X_8)	.164	.202	4.681**	.000	.318	3.140
ด้านการประเมินผลการปฏิบัติงาน (X_5)	.120	.143	2.970**	.003	.257	3.887
ด้านการให้ผลตอบแทน (X_6)	.108	.136	2.847**	.005	.260	3.847
ด้านการวางแผนอัตราค่าจ้าง (X_1)	.101	.133	3.622**	.000	.442	2.260
ด้านวินัยและการรักษาวินัย (X_7)	.094	.121	2.394*	.017	.235	4.258

Constant (β_0) = .944 R = .859 R Square = .739 Adjusted R Square = .735 Durbin-Watson = 1.853 Tolerance = .235 - .442 VIF = 2.260 - 4.258 F = 206.678**

**p < .01, * p < .05

จากตารางที่ 4 พบว่า การบริหารงานบุคคลของผู้บริหารสถานศึกษาที่สามารถทำนายการดำเนินงานตามมาตรฐานการจัดการอาชีวศึกษาของสถานศึกษา สังกัดอาชีวศึกษาจังหวัดลพบุรี (Y_{tot}) สามารถร่วมกันพยากรณ์ตัวแปรตามได้ จำนวน 6 ด้าน ประกอบด้วย ด้านการฝึกอบรมและพัฒนา (X_4) ด้านการออกจากราชการ (X_8) ด้านการประเมินผลการปฏิบัติงาน (X_5) ด้านการให้ผลตอบแทน (X_6) ด้านการวางแผนอัตราค่าจ้าง (X_1) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนด้านวินัยและการรักษาวินัย (X_7) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ตามลำดับ โดยมีประสิทธิภาพในการพยากรณ์ที่ ร้อยละ 73.90 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการบริหารงานบุคคลของผู้บริหารสถานศึกษา 6 ด้าน ล้วนเป็นปัจจัยสำคัญในการส่งเสริมให้การดำเนินงานตามมาตรฐานการจัดการอาชีวศึกษาของสถานศึกษา สังกัดอาชีวศึกษาจังหวัดลพบุรี เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ โดยผู้บริหารสถานศึกษาสามารถขับเคลื่อนให้การบริหารงานบุคคลเป็นไปตามภารกิจตามมาตรฐานการจัดการอาชีวศึกษาของสถานศึกษา สังกัดอาชีวศึกษาจังหวัดลพบุรี ไปพร้อมกับการขับเคลื่อนงานการบริหารงานบุคคลและวิทยฐานะตามนโยบายเร่งด่วน (Quick Win) ปีงบประมาณ พ.ศ. 2566 ประกอบกับด้านการฝึกอบรมและพัฒนาเป็นตัวแปรที่ส่งผลมากที่สุด ดังนั้นสถานศึกษาต้องเร่งแก้ไขปัญหาด้านการฝึกอบรมและพัฒนาเป็นอันดับแรก ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากครูอาชีวศึกษาต้องมีสมรรถนะทั้งวิชาชีพครูและสมรรถนะทางปฏิบัติ ซึ่งมีความจำเป็นต้องผ่านการฝึกประสบการณ์การปฏิบัติกับผู้ประกอบการจากผู้เชี่ยวชาญเฉพาะอาชีพ และวัสดุครุภัณฑ์ในการฝึกปฏิบัติ ราคาแพงและทันสมัย ส่งผลให้ครูผู้สอนไม่ได้รับโอกาสในการพัฒนาตนเองอย่างทั่วถึงและต่อเนื่อง สอดคล้องกับงานวิจัยของพรรณสิริ ชุนพรรัตน์ (2564) ได้ศึกษาหลักธรรมาภิบาลของผู้บริหารสถานศึกษาที่ส่งผลกระทบต่อประสิทธิผลของสถานศึกษาตามมาตรฐานที่ 2 ด้านการจัดการอาชีวศึกษาในสถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ 4 เมื่อวิเคราะห์ตัวแปรที่ไม่สามารถทำนายได้ คือ ด้านการสรรหาและบรรจุแต่งตั้ง (X_2) ด้านการเสริมสร้างประสิทธิภาพในการปฏิบัติงาน (X_3) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการสรรหาและบรรจุแต่งตั้งข้าราชการครูเป็นอำนาจหน้าที่ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ยกเว้นได้รับมอบหมายจากสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาในการบริหารงานบุคคล ตลอดจนการเสริมสร้างประสิทธิภาพในการปฏิบัติงานเป็นอำนาจหน้าที่ของผู้อำนวยการวิทยาลัย

4. สรุป

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาการบริหารงานบุคคลของผู้บริหารสถานศึกษาที่ส่งผลต่อการดำเนินงานตามมาตรฐานการจัดการอาชีวศึกษาของสถานศึกษา สังกัดอาชีวศึกษาจังหวัดลพบุรี โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์และสร้างสมการพยากรณ์การบริหารงานบุคคลของผู้บริหารสถานศึกษาที่สามารถทำนายการดำเนินงานตามมาตรฐานการจัดการอาชีวศึกษาของสถานศึกษา สังกัดอาชีวศึกษาจังหวัดลพบุรี กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ บุคลากรที่เป็นครูผู้สอน สังกัดอาชีวศึกษาจังหวัด

ลพบุรี ปีการศึกษา 2565 จำนวน 446 คน ตัวแปรอิสระที่ศึกษา ได้แก่ การบริหารงานบุคคลของผู้บริหารสถานศึกษา ตัวแปรตาม ได้แก่ การดำเนินงานตามมาตรฐานการจัดการอาชีวศึกษาของสถานศึกษา โดยใช้มาตรฐานการจัดการอาชีวศึกษาของสถานศึกษา สังกัดอาชีวศึกษาจังหวัดลพบุรี ตามประกาศกระทรวงศึกษาธิการ เรื่อง มาตรฐานการอาชีวศึกษา พ.ศ. 2561 มาตรฐานที่ 2 การจัดการอาชีวศึกษา จำนวน 4 ด้าน ส่วนตัวแปรอิสระ การบริหารงานบุคคลของผู้บริหารสถานศึกษา ได้มาโดยการส่งเคราะห์ ขอบข่ายการบริหารงานบุคคลจากหลักการและแนวคิดของนักวิชาการแหล่งต่าง ๆ โดยคัดเลือกจากแนวคิดที่นักวิชาการมีความคิดเห็นตรงกันที่ ร้อยละ 30 ขึ้นไป จำนวน 8 ด้าน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบสอบถามที่ผู้วิจัยศึกษาค้นคว้าปรับปรุงและดัดแปลงจากหนังสือ เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดและทฤษฎีของการบริหารงานบุคคลของผู้บริหารสถานศึกษาที่ส่งผลต่อการดำเนินงานตามมาตรฐานการจัดการอาชีวศึกษาของสถานศึกษา สังกัดอาชีวศึกษาจังหวัดลพบุรี สถิติที่ใช้ในการวิจัย ผู้วิจัยใช้สถิติเชิงอ้างอิงหรือสถิติเชิงอนุมาน ได้แก่ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันและการวิเคราะห์สมการถดถอยพหุคูณแบบเป็นขั้นตอน ผลการวิจัย พบว่า 1) การบริหารงานบุคคลของผู้บริหารสถานศึกษาทุกด้านมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับการดำเนินงานตามมาตรฐานการจัดการอาชีวศึกษาของสถานศึกษา สังกัดอาชีวศึกษาจังหวัดลพบุรี (Y_{tot}) ในระดับสูง (.783) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เมื่อวิเคราะห์เป็นรายด้าน พบว่า ตัวแปรที่มีความสัมพันธ์สูงสุด คือ ด้านการฝึกอบรมและพัฒนา (X_4) และตัวแปรที่มีความสัมพันธ์ต่ำสุด คือ ด้านการวางแผนอัตรากำลัง (X_1) และ 2) การบริหารงานบุคคลของผู้บริหารสถานศึกษา จำนวน 6 ด้าน สามารถร่วมกันพยากรณ์การดำเนินงานตามมาตรฐานการจัดการอาชีวศึกษาของสถานศึกษา สังกัดอาชีวศึกษาจังหวัดลพบุรี (Y_{tot}) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ที่ร้อยละ 73.90 สามารถกำหนดสมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ คือ $\hat{Y} = .944 + .207(X_4) + .164(X_8) + .120(X_5) + .108(X_6) + .101(X_1) + .094(X_7)$ และสมการพยากรณ์ในรูปคะแนนมาตรฐาน คือ $\hat{Z} = .240(X_4) + .202(X_8) + .143(X_5) + .136(X_6) + .133(X_1) + .121(X_7)$

4.1 ข้อเสนอแนะ

1) ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย

1.1 สำนักงานอาชีวศึกษาจังหวัดลพบุรีควรกำหนดนโยบายในการพัฒนาตนเองของบุคลากรให้มีการวางแผนพัฒนาตนเองรายบุคคล (ID Plan) และการพัฒนาสมรรถนะครูอาชีวศึกษาโดยการพัฒนาประสบการณ์วิชาชีพในสถานประกอบการ รวมทั้งจัดทำหลักสูตรฝึกอบรมให้สอดคล้องกับความต้องการของครู เนื่องจากผลการวิจัย พบว่า ตัวแปรที่ส่งผลมากที่สุด คือ ด้านการฝึกอบรมและพัฒนา

1.2 สำนักงานอาชีวศึกษาจังหวัดลพบุรีควรเปิดโอกาสให้บุคลากรมีส่วนร่วมในการกำหนดกฎระเบียบและข้อบังคับในการปฏิบัติงานของตนเอง ส่งผลให้พร้อมปฏิบัติหน้าที่ราชการให้เป็นไปตามระเบียบแบบแผนของทางราชการและสถานศึกษาด้วยความเต็มใจ แต่เนื่องจากผลการวิจัย พบว่า ตัวแปรที่ส่งผลน้อยที่สุด คือ ด้านวินัยและการรักษาวินัย

2) ข้อเสนอแนะการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการวิจัยในเชิงคุณภาพในลักษณะของการสัมภาษณ์เชิงลึก (In-depth Interview) เพื่อค้นหาตัวแปรอื่น ๆ ที่อาจส่งผลต่อความสำเร็จในการดำเนินงานตามมาตรฐานการจัดการอาชีวศึกษาของสถานศึกษา

2.2 ควรศึกษาตัวแปรอิสระที่มีความสัมพันธ์กับการดำเนินงานตามมาตรฐานการจัดการอาชีวศึกษาของสถานศึกษาต่ำสุด คือ ด้านการวางแผนอัตรากำลัง เพื่อหาคำตอบไปสู่การพัฒนาต่อไป

5. เอกสารอ้างอิง

- กฤษณะนศ จันดาอาจ. 2564. แนวทางการบริหารสถานศึกษาตามมาตรฐานอาชีวศึกษา สังกัดอาชีวศึกษาจังหวัดขอนแก่น. *Journal of Roi Kaensarn Academi*, 6(6), 233-246.
- เฉลิมชัย หาญกล้า. 2559. การบริหารการศึกษา หลักการ แนวคิด ทฤษฎีสู่การปฏิบัติ. กรุงเทพฯ : แดเน็กซ์ อินเทอร์เน็ตโปรดักชั่น.
- ชูศรี วงศ์รัตนะ. 2544. เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย. (พิมพ์ครั้งที่ 8). กรุงเทพฯ : เทพเนรมิตการพิมพ์.
- แทน โมราราย. 2561. กลยุทธ์การขับเคลื่อนระบบประกันคุณภาพภายในเพื่อพัฒนาคุณภาพผู้เรียนตามมาตรฐานการอาชีวศึกษา ของวิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์. นครสวรรค์ : วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา.
- บุญชม ศรีสะอาด. 2553. การวิจัยเบื้องต้น. (พิมพ์ครั้งที่ 8). กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์สุวีริยาสาส์น.
- ปทุมพร กาญจนอัถ์. 2561. แนวทางการบริหารงานบุคคลที่มีประสิทธิภาพในสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน. ปริญญาโท ศึกษาศาสตร์ สาขาวิชาการบริหารและการจัดการการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ประกาศกระทรวงศึกษาธิการ เรื่อง มาตรฐานการอาชีวศึกษา พ.ศ. 2561. (2561, 18 กันยายน). *ราชกิจจานุเบกษา*. เล่ม 135 ตอนพิเศษ 228 ง, หน้า 4-6.

- พงษ์สนธิ แสงจินดา. 2563. การจัดการความเสี่ยงที่ส่งผลกระทบต่อการบรรลุมาตรฐานการจัดการอาชีวศึกษาของสถานศึกษาสังกัดสถาบันการอาชีวศึกษาภาคกลาง 4. *วารสารศิลปการศึกษาศาสตร์วิจัย*, 12(2), 126-139.
- พรรณสิรี ชุนพรัตน์. 2564. หลักธรรมาภิบาลของผู้บริหารสถานศึกษาที่ส่งผลกระทบต่อประสิทธิผลของสถานศึกษาตามมาตรฐานที่ 2 ด้านการจัดการอาชีวศึกษาในสถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ 4. *วารสารสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม*, 8(1), 575-592.
- พระราชบัญญัติการอาชีวศึกษา พ.ศ. 2551. (2551, 5 มีนาคม). *ราชกิจจานุเบกษา*. เล่ม 125 ตอนที่ 43 ก, หน้า 1-24.
- รณยุทธ สังสุทธิ. 2565. ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยการบริหารกับการดำเนินงานประกันคุณภาพการศึกษาของสถานศึกษาขนาดเล็ก สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา กรุงเทพมหานคร เขต 1. *วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชพฤกษ์*, 8(2), 345-362.
- วินัย รังสินันท์. ม.ป.ป.. *สถิติและการวิจัยทางสังคมศาสตร์*. นครสวรรค์ : อ่างวน ศูนย์ถ่ายเอกสาร.
- สรคุปต์ บุญเกษม. 2560. ปัจจัยการบริหารจัดการที่ส่งผลกระทบต่อประสิทธิผลโรงเรียนขนาดเล็กในเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาจังหวัดนครสวรรค์. *วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม*, 11(1), 217-230.
- สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา. *ระเบียบสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ว่าด้วยการบริหารสถานศึกษา พ.ศ. 2552. ที่ ศธ 0601/1843 ลงวันที่ 23 เมษายน 2552*. [online]. เข้าถึงจาก <https://shorturl.asia/eGrNy> : 2565.
- _____. 2566. *แผนปฏิบัติการประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2566 ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา*. กรุงเทพฯ : สำนักนโยบายและแผนการอาชีวศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา.
- สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา,องค์การมหาชน. 2564. *รายงานการประกันคุณภาพภายนอก : ผลการประเมิน SAR ภายใต้สถานการณ์ COVID - 19 ด้านการอาชีวศึกษา*. กรุงเทพฯ : สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา,องค์การมหาชน.
- สุทัศน์ พินิจสอน. 2564. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการบริหารงานบุคคลกับแรงจูงใจในการปฏิบัติงานของครูในสถานศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาศรีสะเกษ เขต 4. *วิทยานิพนธ์ หลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารการศึกษา บัณฑิตศึกษา*. ศรีสะเกษ : มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ.
- Merve Uysal and Cagda Kivanc Caganaga. 2018. Teachers' opinions of human resources management functions in private schools. *Academic journals: Educational Research and Review*, 13(12), 487-494.

ปัญหาการปรับตัวของนักศึกษาชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

Adaptation among First Year Students at Rajamangala University of Technology Srivijaya

นนลสร ดำเป็นไฟ

Nonlasorn Dampenjai

คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

Faculty of Business Administration Rajamangala University of Technology Srivijaya

Nonlasorn.b@rmutsv.ac.th โทร 0832414875

บทคัดย่อ

การปรับตัวของนักศึกษาระดับปริญญาตรีปีที่ 1 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย มีวัตถุประสงค์สำคัญ 2 ประการ คือ 1) เพื่อศึกษาปัญหาการปรับตัวของ นักศึกษาชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย 2) เปรียบเทียบ ปัญหาการปรับตัวของนักศึกษาชั้น ปีที่ 1 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยคือ นักศึกษา ชั้นปีที่ 1 จำนวน 312 คน ผลการศึกษาพบว่า 1) วิเคราะห์ปัญหาการปรับตัวของนักศึกษาโดยใช้สถิติการแจกแจงความถี่และค่า ร้อยละ ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ เป็นเพศหญิง จำนวน 203 คน คิดเป็นร้อยละ 65.10 เพศชาย จำนวน 109 คน คิดเป็นร้อยละ 34.90 และมีนักศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตร์ จำนวน 84 คน คิดเป็นร้อยละ 26.90 คณะบริหารธุรกิจ จำนวน 79 คน คิดเป็น ร้อยละ 25.30 คณะศิลปศาสตร์ จำนวน 74 คน คิดเป็นร้อยละ 23.70 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี จำนวน 40 คน คิดเป็นร้อยละ 12.80 และคณะสถาปัตยกรรม จำนวน 11.20 2) วิเคราะห์เปรียบเทียบปัญหาการปรับตัวของนักศึกษาชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัยกับปัจจัยเรื่องเพศ พบว่า ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ระหว่างเพศชายและเพศหญิง พบว่า ปัญหาการปรับตัวของนักศึกษา ด้านการเงินและด้านสภาพแวดล้อม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วน ปัญหาด้านการเรียน กิจกรรมเสริมหลักสูตร และด้านความสัมพันธ์ทางสังคม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ.05 และผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนปัญหา 5 ด้าน และเฉลี่ยทุกด้าน ของนักศึกษาชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ระหว่าง คณะบริหารธุรกิจ คณะวิศวกรรมศาสตร์ คณะศิลปศาสตร์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี และ คณะสถาปัตยกรรม พบว่า ความแปรปรวนปัญหา 5 ด้าน ของนักศึกษาชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัยระหว่างการปรับตัวนักศึกษาชั้นปีที่ 1 พบว่า ปัญหาด้านการเรียน ด้านกิจกรรมเสริมหลักสูตร ด้านการเงิน ด้านสภาพแวดล้อม และด้าน ความสัมพันธ์ทางสังคม มีความแปรปรวนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

คำสำคัญ: การปรับตัว

Abstract

Adjustment of first year undergraduate students at Rajamangala University of Technology Srivijaya There are two important objectives: 1) to study the problem of adaptation of First year students, Rajamangala University of Technology Srivijaya 2) Comparison of adaptation problems of first year students, Rajamangala University of Technology Srivijaya. The sample group used in the research was students. The first-year students were 312 students. The study results were as follows: 1) Analyze student adaptation problems by using frequency distribution and percentage statistics. Most of the respondents were female, 203 people, representing 65.10 percent, 109 male, representing 34.90 percent. And there were 84 students from the Faculty of Engineering, representing 26.90%; the Faculty of Business Administration, 79 people, representing 25.30%; the Faculty of Liberal Arts, 74 people, representing 23.70%; the Faculty of Industrial Education and Technology, 40 people, representing 12.80%; and Faculty of Architecture, number 11.20 2) Comparative analysis of adaptation problems of first year students at Rajamangala University of Technology Srivijaya with gender factors. between male and female It was found that the problem of adaptation of students Finance and environment There was a statistically significant difference at the .05 level. Division of learning problems extra-curricular activities and social relations There was no statistically significant difference at the .05 level. and the analysis of variance for 5 problems and averaging all aspects of first-year students at Rajamangala

University of Technology Srivijaya between the Faculty of Business Administration Faculty of Engineering Faculty of Liberal Arts Faculty of Industrial Education and Technology and the Faculty of Architecture It was found that the variance in 5 problems of the first year students at Rajamangala University of Technology Srivijaya during the adjustment of the first year students found that the learning problems extra-curricular activities, finance, environment and social relations The variance was not significantly different at .05.

Keywords: Adaptation

1. บทนำ

ปัจจุบันสังคมไทยมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว สามารถเห็นได้จากความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี ระบบการติดต่อสื่อสาร ซึ่งจากเดิมสังคมไทยเป็นสังคมเกษตรกรรมก็ได้เปลี่ยนมาเป็นสังคมอุตสาหกรรมและเทคโนโลยีสารสนเทศ ความเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วนี้ได้ส่งผลกระทบต่อการดำรงชีวิตของคนในสังคมอย่างมากทั้งนี้รวมถึงสถาบันอุดมศึกษาเช่นกัน สอดคล้องกับสุริยัน อันทองทิม และคณะ (2558) กล่าวว่า มหาวิทยาลัยเป็นแหล่งวิทยาการความรู้เป็นองค์กรที่ได้รับการคาดหวังจากสังคมสูงในการผลิตและพัฒนาคน ซึ่งส่งผลโดยตรงต่อการพัฒนาประเทศ และการที่บุคคลจะอยู่ในสังคมได้นั้นต้องเรียนรู้ในการปรับสภาพทางจิตใจ ทางกาย และไม่ว่าจะมีบทบาทใด หน้าที่ใดก็ตามจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการปรับตัวเพื่อส่งผลต่อความสำเร็จ การดำรงชีวิตในสังคมปัจจุบัน เมื่อต้องการมุ่งสู่ความสำเร็จในชีวิตจะต้องมีส่วนประกอบที่สำคัญคือการมีความสุข จิตที่ดี จิตใจเข้มแข็ง กล้าตัดสินใจและแก้ไขปัญหาอุปสรรคที่เข้ามา ซึ่งบุคคลที่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้อย่างมีความสุขนั้นจะต้องมีความสามารถที่จะปรับตัวให้เข้ากับสังคมนั้นๆ ได้เป็นอย่างดี การปรับตัว จึงเป็นส่วนสำคัญที่เข้ามามีบทบาทในชีวิตของคนเรามากที่สุด

สำหรับการปรับตัวของนักศึกษาในระดับปริญญาตรีนั้นจะเกิดเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจากการศึกษาในระดับมัธยมศึกษาไปศึกษาต่อในระดับปริญญาตรีซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงสังคม สภาพแวดล้อม วิธีการเรียนการสอน การใช้ชีวิตด้านต่าง ๆ บุคคลมีสาเหตุของการปรับตัวที่แตกต่างกัน โดยส่วนใหญ่จะปรับตัวเพื่อแก้ปัญหาหรือข้อขัดข้องใจของตนเอง เช่นการปรับตัวเมื่อเกิดความไม่สบายใจ ความวิตกกังวล ความคับข้องใจ และความเครียด สอดคล้องกับสุทธิรักษ์ ไชยรักษ์ (2556) กล่าวว่า คนที่ปรับตัวได้ดีคือคนที่สามารถให้และรับความรักได้ มีความสัมพันธ์อันดีกับคนอื่นไวต่อความรู้สึกนึกคิด ความต้องการของคนอื่น มีชีวิตเพื่อทำให้ชีวิตของคนอื่นได้รับความสุขสบายด้วย ไม่เรียกร้องต้องการหรือมุ่งหวังให้คนอื่นทำในสิ่งที่เป็นไปไม่ได้ เพื่อตอบสนองความต้องการแห่งตน ทำให้นักศึกษาต้องมีการปรับตัว การจัดการเรียนการสอนที่เปลี่ยนแปลงจากระดับมัธยมศึกษา ที่เป็นปัญหาการเรียนโดยเฉพาะ นักศึกษาชั้นปีที่ 1 ซึ่งส่วนมากจะไม่คุ้นเคยกับลักษณะวิธีการเรียนในระดับอุดมศึกษา จึงอาจเกิดความสับสน ท้อแท้ต่อการเรียน ดังนั้น การปรับตัวให้เข้ากับลักษณะการเรียนการสอนระดับ นักศึกษาจำเป็นจะต้องศึกษาและเข้าใจสภาพของนักศึกษาเพื่อช่วยลดความกังวลและความเครียดลงโดยเฉพาะนักศึกษา ชั้น ปริญญาตรีชั้นปีที่ 1 ซึ่งใหม่ต่อสถาบันและสิ่งแวดล้อม วิธีการศึกษา เพื่อน และอาจารย์ นักศึกษาจะประสบความสำเร็จว่าเหตุสับสน และความเครียดมากเนื่องจากจดจำบรรยายไม่เป็น ไม่รู้จักวิธีการค้นคว้าหาความรู้ในสถานการณ์การศึกษาใหม่ที่แตกต่างจากสภาพมัศึกษานั้นมีผลทำให้นักศึกษาเกิดความคับข้องใจ ประจวบกับความไม่คุ้นเคยกับระบบอาจารย์ที่ปรึกษาที่พอ ไม่สามารถจะยึดใครเป็นที่พึ่งเมื่อประสบปัญหาด้านการเรียนหรือการปรับตัว

จากสภาพปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการปรับตัวของนักศึกษาดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาการปรับตัวของนักศึกษาระดับปริญญาตรีปีที่ 1 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย พื้นที่ สงขลา 5 ด้าน ได้แก่ ด้านการเรียน ด้านกิจกรรมเสริมหลักสูตร ด้านการเงิน ด้านสภาพแวดล้อม และด้านความสัมพันธ์ทางสังคม ซึ่งผลการศึกษาจะเป็นแนวทางในการวางแผน ป้องกัน แก้ไขปัญหาและการให้ความช่วยเหลือให้นักศึกษาให้มีการปรับตัวที่ดี มีสุขภาพ จิตที่ดี ตลอดจนเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอน และสภาพแวดล้อมของมหาวิทยาลัยเป็นข้อพิจารณาในการปรับปรุงด้านการจัดการศึกษาให้มีคุณภาพและส่งเสริมสนับสนุนให้นักศึกษาประสบความสำเร็จในการศึกษาอันจะส่งผลให้นักศึกษาสำเร็จเป็นบัณฑิตที่มีคุณภาพในอนาคตต่อไป

1.1 วัตถุประสงค์

1.1.1 เพื่อศึกษาปัญหาการปรับตัวของนักศึกษาชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

1.1.2 เพื่อเปรียบเทียบปัญหาการปรับตัวของนักศึกษาชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

จำแนกตามปัจจัยส่วนบุคคล

1.2 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.2.1 ทราบปัญหาการปรับตัวของนักศึกษาชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

1.2.2 ทราบปัจจัยที่มีผลต่อปัญหาการปรับตัวของนักศึกษาชั้นปีที่ 1

2. วิธีการทดลองหรือวิธีการศึกษา

2.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย พื้นที่สงขลา ปีการศึกษา 2565 หลักสูตร 4 ปี ซึ่งมีจำนวนทั้งสิ้น 1,434 คน ได้แก่ 5 คณะ ดังนี้ คณะบริหารธุรกิจ คณะวิศวกรรมศาสตร์ คณะศิลปศาสตร์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี และคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

กลุ่มตัวอย่าง คือนักศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ได้แก่ 5 คณะ ดังนี้ คณะบริหารธุรกิจ คณะวิศวกรรมศาสตร์ คณะศิลปศาสตร์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ ปีการศึกษา 2565 หลักสูตร 4 ปี ซึ่งมีจำนวนทั้งสิ้น 1,434 คน ซึ่งกำหนดให้เกิดความคลาดเคลื่อนของการสุ่มตัวอย่าง 0.05 โดยใช้สูตรของยามาเน่ (Yamane 1967 ชนกพรพรณ ดิลกโกมล. 2546 : 142-144 ; อ้างอิงจาก สุชาติ ประสิทธิ์รัฐสินธุ์. 2544 : 127)

โดยที่ n คือ ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง
 e คือ ความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้กำหนดให้มีค่าเท่ากับ 0.05
 N คือ ขนาดของประชากรแทนค่าประชากรในสูตร

$$n = \frac{1,434}{1 + 1,434 (0.05)^2}$$

ดังนั้น จะได้ขนาดของกลุ่มตัวอย่างในครั้งนี้อยู่ที่ จำนวน 312 ตัวอย่าง

2.2 เครื่องมือในการวิจัย

ปัญหาการปรับตัวของนักศึกษาชั้นปีที่ 1 มีวิธีดำเนินการวิจัย ดังนี้

1. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยใช้แบบสอบถาม โดยแบ่งออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 แบบสอบถามเกี่ยวกับข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ได้แก่ เพศ คณะ สาขา ระดับผลการเรียน ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ระดับผลการเรียนเฉลี่ยสะสมระดับปริญญาตรี และระบบที่เข้าศึกษาในมหาวิทยาลัย

ตอนที่ 2 แบบสอบถามเกี่ยวกับปัญหาการปรับตัวของนักศึกษา

2. การสร้างแบบสอบถาม มีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

1) ศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการปรับตัว เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดโครงสร้างของแบบสอบถาม

2) จัดทำแบบสอบถามโดยผู้วิจัยได้ปรับปรุงเครื่องมือในการวิจัยมาจากแบบสำรวจปัญหาของสุทธิรักษ์ ไชยรักษ์ (2556) ซึ่งพัฒนามาจากแบบสำรวจปัญหาของมูนนี่ (Mooney Prolem Check List : College Form) สร้างขึ้นเมื่อปี ค.ศ.1941 โดย รอส แอล มูนนี่ (Ross L.Mooney) และผู้ร่วมงานคือ ลีโอนาร์ด วี กอร์ดอน (Leonard V. Gordon) และปรับปรุงครั้งสุดท้ายเมื่อปี ค.ศ.1950 แบบสำรวจปัญหาของมูนนี่ไม่ใช่แบบทดสอบแต่เป็นรายการปัญหาที่ช่วยให้บุคคลสำรวจปัญหาส่วนตัวของตน เป็นปัญหาที่บุคคลรับรู้ตัวอย่างรู้ตัวและเต็มใจที่จะบอกให้ผู้อื่นทราบ แบบสำรวจนี้จึงเป็นแบบรายงานพฤติกรรมของตนเอง (Self-Report Technique)

2.3 การทดสอบเครื่องมือ

1) นำแบบสอบถามที่ปรับปรุงขึ้นนำเสนอให้ผู้เชี่ยวชาญ เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงของแบบสอบถาม ทั้งในแง่ของวัตถุประสงค์ ภาษาที่ใช้ และความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) อันประกอบไปด้วยเนื้อหาเกี่ยวกับปัญหาการปรับตัวของนักศึกษา จำนวน 3 ท่าน

2) นำแบบสอบถามไปใช้ทดลองกับนักศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย จำนวน 10 คน ก่อนที่จะดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อนำมาหาความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบสอบถาม โดยใช้สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach, 1960) ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามทั้งฉบับ 0.97

3.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1. ผู้วิจัยแบ่งจำนวนแบบสอบถามตามจำนวนนักศึกษาในแต่ละคณะ เพื่อให้ผู้วิจัยได้รับความสะดวกในการแจกแบบสอบถามและเก็บข้อมูล

2. เมื่อรวบรวมข้อมูลได้ครบตามจำนวนนักศึกษา ผู้วิจัยจึงนำข้อมูลที่นำมาประมวลผลวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป โดยใช้สถิติ ค่าความถี่ (Frequency) ร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย (Mean) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

3. ให้ผู้ใช้งานประเมินความพึงพอใจ ในแบบประเมินความพึงพอใจ
4. เก็บรวบรวมข้อมูล และทำการประเมินผล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล

2.4 การวิเคราะห์เครื่องมือ

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ความถี่และค่าร้อยละโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป ดังนี้

1. สถานภาพทั่วไป ได้แก่ เพศ คณะ ระดับผลการเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ระดับผลการเรียนเฉลี่ยสะสม และระบบเข้าศึกษาในมหาวิทยาลัย โดยใช้สถิติแจกแจงความถี่ และร้อยละ

2. ปัญหาการปรับตัวของนักศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย พื้นที่ สงขลา โดยใช้สถิติการแจกแจงความถี่

3. เปรียบเทียบปัญหาการปรับตัวของนักศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี กับปัจจัยส่วนบุคคล คือ เพศ คณะ ระดับผลการเรียนเฉลี่ยสะสม และระบบเข้าศึกษาในมหาวิทยาลัย โดยใช้สถิติทดสอบ t-test ทดสอบความแปรปรวนทางเดียว (One-Way ANOVA) และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยรายคู่โดยวิธีการของ LSD ขอบเขตการวิจัย

การเขียนวิธีการทดลองหรือวิธีการศึกษาหรือวิธีการดำเนินการวิจัยในวารสารนั้น เทียบกับรายงานฉบับสมบูรณ์ คือ บทที่ 3 เป็นการนำบทที่ 3 มาสรุปให้ได้ใจความ เพราะเป็นการอธิบายวิธีการดำเนินการวิจัยซึ่งขึ้นอยู่กับกรวิจัยแต่ละประเภท

3. ผลการทดลองและวิจารณ์ผล หรือผลการศึกษาและอภิปรายผล

การวิเคราะห์ข้อมูล คณะผู้วิจัยขอเสนอการวิเคราะห์ข้อมูล ด้านต่าง ๆ จากการศึกษาปัญหาการปรับตัวของนักศึกษาชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย โดยแบ่งผลการศึกษาดังนี้

4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลความคิดเห็นที่มีต่อปัจจัยปัญหาการปรับตัวของนักศึกษาชั้นปีที่ 1 ด้านเพศ

ตารางที่ 1 สถานภาพของผู้ตอบแบบสอบถาม : เพศ

เพศ	จำนวน	ร้อยละ
1. ชาย	109	34.90
2. หญิง	203	65.10
รวม	312	100

จากตารางที่ 1 พบว่าอาจารย์ผู้ตอบแบบสอบถามเป็นเพศชาย จำนวน 109 ราย คิดเป็นร้อยละ 34.90 และเป็นเพศหญิง จำนวน 203 ราย คิดเป็นร้อยละ 65.10

ตารางที่ 2 ข้อมูลของผู้ตอบแบบสอบถาม : คณะ

อายุ	จำนวน	ร้อยละ
1. คณะวิศวกรรมศาสตร์	84	26.90
2. คณะบริหารธุรกิจ	79	25.30
3. คณะศิลปศาสตร์	74	23.70
4. คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี	40	12.80
5. คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์	35	11.20
รวม	312	100

จากตารางที่ 2 พบว่านักศึกษาผู้ตอบแบบสอบถาม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จำนวน 84 ราย คิดเป็นร้อยละ 26.90 รองลงมาคณะบริหารธุรกิจ จำนวน 79 ราย คิดเป็นร้อยละ 25.30 และคณะศิลปศาสตร์ จำนวน 74 ราย คิดเป็นร้อยละ 23.70 ตามลำดับ

ตารางที่ 3 ข้อมูลของผู้ตอบแบบสอบถาม : ระดับผลการเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย/ประกาศนียบัตรวิชาชีพ

วุฒิการศึกษา	จำนวน	ร้อยละ
1. ระดับ 0.00-1.00	0	0
2. ระดับ 1.01-2.00	2	0.63
3. ระดับ 2.01-3.00	62	19.94
4. ระดับ 3.01 ขึ้นไป	248	79.43
รวม	312	100

จากตารางที่ 3 พบว่านักศึกษาผู้ตอบแบบสอบถามมีระดับผลการเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย/ประกาศนียบัตรวิชาชีพ ระดับ 3.01 ขึ้นไป จำนวน 248 ราย คิดเป็นร้อยละ 79.43 รองลงมา ระดับ 2.01-3.00 จำนวน 62 ราย คิดเป็นร้อยละ 19.94 และระดับ 1.01-2.00 จำนวน 2 ราย คิดเป็นร้อยละ 0.63 ตามลำดับ

ตารางที่ 4 ข้อมูลของผู้ตอบแบบสอบถาม : ระดับผลการเรียนเฉลี่ยสะสมระดับปริญญาตรี ภาคการศึกษาที่ 1/2565

ตำแหน่ง	จำนวน	ร้อยละ
1. ระดับ 0.00-1.00	2	0.63
2. ระดับ 1.01-2.00	9	2.85
3. ระดับ 2.01-3.00	90	28.80
4. ระดับ 3.01 ขึ้นไป	211	67.72
รวม	312	100

จากตารางที่ 4 พบว่านักศึกษาผู้ตอบแบบสอบถามมีระดับผลการเรียนเฉลี่ยสะสมระดับปริญญาตรี ภาคการศึกษาที่ 1/2565 ระดับ 3.01 ขึ้นไป จำนวน 211 ราย คิดเป็นร้อยละ 67.72 รองลงมา ระดับ 2.01-3.00 จำนวน 90 ราย คิดเป็นร้อยละ 28.80 รองลงมา ระดับ 1.01-2.00 จำนวน 9 ราย คิดเป็นร้อยละ 2.85 และระดับ 0.00-1.00 จำนวน 2 ราย คิดเป็นร้อยละ 0.63 ตามลำดับ

ตาราง 5 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และผลการเปรียบเทียบค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ย (t-test) รายด้านและโดยรวม ของปัญหาการปรับตัวของนักศึกษาชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย กับปัจจัยส่วนบุคคล ระหว่างเพศชายและเพศหญิง Independent- T-test

ปัญหาการปรับตัว	เพศ				t	Sig.
	ชาย		หญิง			
	M	S.D.	M	S.D.		
1. ด้านการเรียน	2.84	1.05	2.69	0.84	1.333	.041
2. ด้านกิจกรรมเสริมหลักสูตร	2.46	1.16	2.18	0.98	2.141	.040
3. ด้านการเงิน	2.60	1.06	2.42	0.96	1.500*	.365
4. ด้านสภาพแวดล้อม	2.01	1.11	1.89	0.95	1.197*	.309
5. ด้านความสัมพันธ์ทางสังคม	2.38	1.11	2.15	0.94	1.725	.039

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 5 เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ระหว่างเพศชายและเพศหญิง พบว่าปัญหาการปรับตัวของนักศึกษา ด้านการเงินและด้านสภาพแวดล้อม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนปัญหาด้านการเรียน กิจกรรมเสริมหลักสูตร และด้านความสัมพันธ์ทางสังคม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนปัญหา 5 ด้าน และเฉลี่ยทุกด้าน ของนักศึกษาชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ระหว่าง คณะบริหารธุรกิจ คณะวิศวกรรมศาสตร์ คณะศิลปศาสตร์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี และคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ One Way Anova

ปัญหาการปรับตัว	แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F	Sig.
1. ด้านการเรียน	ระหว่างกลุ่ม	4	5.851	1.463	1.720	.145
	ภายในกลุ่ม	307	261.024	.805		
	รวมทั้งหมด	311	266.875			
2. ด้านกิจกรรมเสริมหลักสูตร	ระหว่างกลุ่ม	4	1.804	.451	.397	.811
	ภายในกลุ่ม	307	349.088	1.137		
	รวมทั้งหมด	311	350.892			
3. ด้านการเงิน	ระหว่างกลุ่ม	4	1.129	.282	.278	.892
	ภายในกลุ่ม	307	312.033	1.016		
	รวมทั้งหมด	311	313.161			
4. ด้านสภาพแวดล้อม	ระหว่างกลุ่ม	4	2.557	.639	.617	.651
	ภายในกลุ่ม	307	318.116	1.036		
	รวมทั้งหมด	311	320.673			
5. ด้านความสัมพันธ์ทางสังคม	ระหว่างกลุ่ม	4	2.408	.602	.587	.672
	ภายในกลุ่ม	307	314.770	1.025		
	รวมทั้งหมด	311	317.178			

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนปัญหา 5 ด้าน ของนักศึกษาชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัยระหว่างการปรับตัวนักศึกษาใหม่ พบว่า ปัญหาด้านการเรียน ด้านกิจกรรมเสริมหลักสูตร ด้านการเงิน ด้านสภาพแวดล้อม และด้านความสัมพันธ์ทางสังคม มีความแปรปรวนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

4. สรุป

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลปัญหาการปรับตัวของนักศึกษาชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย สรุปผลการวิจัยดังนี้

4.1 ปัญหาการปรับตัวของนักศึกษาชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย พบว่า นักศึกษามีปัญหามากที่สุดคือ ด้านการเรียน มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 2.75 รองลงมา ด้านกิจกรรมเสริมหลักสูตร มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 2.38

4.2 เปรียบเทียบปัญหาการปรับตัวของนักศึกษาชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย กับ ปัจจัยส่วนบุคคล คณะ พบว่า 1) นักศึกษาชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย มีคณะต่างกันมีปัญหาการปรับตัวไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ปัญหาด้านการเรียน ด้านกิจกรรมเสริมหลักสูตร ด้านการเงิน ด้านสภาพแวดล้อม และด้านความสัมพันธ์ทางสังคม มีความแปรปรวนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

5. เอกสารอ้างอิง

ชวิตา แก้วอนันต์ 2557. ปัญหาการปรับตัวของนักศึกษาชั้นปีที่ 1 คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย. บทความทางวิชาการ การประชุมวิชาการเพื่อนำเสนอผลงานวิจัยระดับนานาชาติและระดับชาติ ประจำปีการศึกษา 2557 มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย.

ณัฐญา มีชัย และคณะ 2554. การศึกษาสภาพปัญหาการปรับตัวของนักศึกษา ชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์. มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.

สุทธิรักษ์ ไชยรักษ์ 2556. ปัญหาการปรับตัวของนักศึกษาชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี . รายงานวิจัยสถาบัน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

สุริยัน อันทองทิม และคณะ 2560. การปรับตัวของนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 สถาบันอุดมศึกษาภายในเขตอำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย. บทความวิจัย

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการสื่อสารภาษาอังกฤษของนักศึกษา

คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยในกลุ่มรัตนโกสินทร์

Student Learning Achievement and English Communication Skills in Faculty of Business Administration of Universities in Rattanakosin

ขวัญฤทัย บุญยะเสนา¹ ธนภณ รัชตกุลพัฒน์^{2*} อนงค์ ไต้วัลย์² สุรชาติ บัวชุม³ สุวีณา รุ่งโรจน์รัตนการ⁴
ดวงพร วารินรักษ์⁵ และ โทโมโกะ คันดะ⁶

Kwanruetai Boonyasana¹, Thanaphon Ratchatakulpat^{2*} Anong Taiwan² Surachart
Buachum³, Suveena Rungrodruttanagorn⁴, Duangporn Warinruk⁵ and Tomoko Kunda⁶

¹สาขาวิชาการเงิน คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย

²สาขาวิชาการจัดการ คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย

³สาขาวิชาระบบสารสนเทศทางธุรกิจ คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย

⁴สาขาวิชาภาษาอังกฤษธุรกิจ คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย

⁵สำนักงานคณบดี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร จ.นครปฐม ประเทศไทย

⁶ภาควิชาภาษาอังกฤษและวรรณคดี คณะมนุษยศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนิฮอน ประเทศญี่ปุ่น

¹Department of Finance, Faculty of Business Administration, Rajamangala University of Technology Phra Nakhon, Bangkok, THAILAND

²Department of Management, Faculty of Business Administration, Rajamangala University of Technology Phra Nakhon, Bangkok, THAILAND

³Department of Business Information System, Faculty of Management Sciences, Chandrakasem Rajabhat University, Bangkok, THAILAND

⁴Department of Business English, Faculty of Business Administration, Rajamangala University of Technology Phra Nakhon, Bangkok, THAILAND

⁵Dean Office, Faculty of Science, Silpakorn University, Nakhon Pathum, THAILAND

⁶The Department of English Language and Literature, Faculty of Humanities and Sciences, Nihon University, JAPAN

*Corresponding Author Phone number: 0851780376 E-mail: thanaphon.r@rmutp.ac.th

บทคัดย่อ

สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติรายงานว่าทักษะการสื่อสารภาษาอังกฤษเป็นปัญหาสำคัญของนักเรียนและนักศึกษาไทยส่วนใหญ่ จากข้อมูลพบว่าภาษาอังกฤษเป็นวิชาที่นักศึกษามีคะแนนเฉลี่ยต่ำที่สุด งานวิจัยฉบับนี้จึงมีเป้าหมายที่จะศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการสื่อสารภาษาอังกฤษของนักศึกษาคณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยในกลุ่มรัตนโกสินทร์ (กรุงเทพมหานคร) เพื่อหาแนวทางในการเพิ่มทักษะการสื่อสารภาษาอังกฤษของนักศึกษากลุ่มนี้ โดยใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการเก็บข้อมูลสำหรับการวิจัยในเชิงปริมาณจากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 403 คน ผลการทดสอบด้วยค่าสถิติ F-test โดยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (ANOVA) และวัดขนาดความสัมพันธ์ด้วยค่าสถิติ Eta พบว่าปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนใน 5 ด้าน (การวางแผนและการเตรียมการสอน การทำความเข้าใจตัวบ่อนหรือข้อความรู้ใหม่ กิจกรรมเพื่อความเข้าใจและการฝึกปฏิบัติ ผลการเรียนรู้ และการประเมินผลการเรียนรู้) ไม่มีความสัมพันธ์กับทักษะในการสื่อสารภาษาอังกฤษของนักศึกษา (การฟัง การพูด การอ่าน และการเขียน) เป็นส่วนใหญ่ ผลการวิจัยจากการศึกษาในครั้งนี้ชี้ให้เห็นว่า สำหรับการพัฒนาความสามารถในการสื่อสารภาษาอังกฤษของนักศึกษาไทย อาจารย์ผู้สอนต้องเพิ่มความรับผิดชอบในด้านทักษะความรู้ในระดับมืออาชีพและทักษะในการจัดการเรียนการสอน และเพื่อเป็นการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์อย่างยั่งยืน มหาวิทยาลัยและภาครัฐต้องให้ความสำคัญกับนโยบายในการเพิ่มโอกาสและส่งเสริมให้เยาวชนไทยใช้ภาษาอังกฤษในชีวิตประจำวัน

คำสำคัญ: ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะการสื่อสาร ภาษาอังกฤษ นักศึกษา คณะบริหารธุรกิจ

Abstract

The National Institute of Educational Testing Service reported that English communication skills are an important problem for most Thai students, and they received the lowest average score for this subject. The aim of this paper is to investigate the relationship between student learning achievement and communication skills in English in the Faculty of Business Administration of universities in Rattanakosin (Bangkok), Thailand, with the intention of determining ways to increase their English communication skills. The research tool employed in this quantitative study is a questionnaire to enable statistical analysis from the desired sample

of 403 subjects. The F-test and Eta correlation findings show mostly no relationships between five factors of learning achievement (planning and preparation, comprehensible input, intake activity, output and evaluation) and student communication skills (listening, speaking, reading and writing). The results indicate that English teachers, by having the professional knowledge and teaching skills, are more responsible for improvement in Thai students' English communication. For sustainable human resource development, more pressure needs to be placed on universities and the government policies to increase opportunities and to encourage Thai students to use English in their daily lives.

Keyword: learning achievement, communication skills, English, students, Faculty of Business Administration

1. บทนำ

ศักยภาพในการแข่งขันโดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านความสามารถของทรัพยากรมนุษย์ยังคงเป็นปัจจัยหลักที่จะขับเคลื่อนเศรษฐกิจชาติ เพราะเป็นปัจจัยบ่งชี้เรื่องผลิตภาพ (productivity) ของประเทศได้ดีที่สุด (Zidan, 2001; Kanolkar, 2020) ดังนั้นการที่เยาวชนของไทยขาดทักษะในการสื่อสารภาษาอังกฤษซึ่งเป็นภาษาสากลและเป็นองค์ความรู้พื้นฐานที่บ่งบอกถึงความสามารถในการแข่งขันของประเทศ จึงนับได้ว่าเป็นวิกฤตสำคัญของวงการการศึกษาไทย เป็นที่ทราบกันดีว่าศักยภาพของแรงงานโดยเฉพาะเรื่องทักษะความสามารถในการสื่อสารภาษาต่างประเทศนั้น เป็นปัจจัยที่ผู้ประกอบการชาวต่างชาติเลือกที่จะเข้ามาลงทุนในประเทศ (Muslimin, 2561) รวมถึงเป็นปัจจัยที่กำหนดศักยภาพในการส่งออกสินค้าและบริการของผู้ประกอบการชาวไทย ความสามารถในการสื่อสารภาษาอังกฤษจึงถือได้ว่าเป็นสิ่งสำคัญในการขับเคลื่อนและพัฒนาเศรษฐกิจเพื่อให้ประเทศไทยพร้อมที่จะแข่งขันในระดับสากล (English Proficiency Index, 2017)¹

แต่จากการประเมินโดยสถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (สทศ.) พบว่า เด็กไทยยังคงมีปัญหาสำคัญในการสื่อสารภาษาอังกฤษ ซึ่งเป็นกลุ่มวิชาที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดอยู่ที่ 23.98 คะแนน (บุญเลิศ วงศ์พรหม, 2559) นี่จึงนับได้ว่าเป็นประเด็นที่ท้าทายต่อการพัฒนากำลังคนตามนโยบายไทยแลนด์ 4.0 ให้สอดรับกับโลกในศตวรรษที่ 21 ที่มุ่งเน้นให้เยาวชนมีทักษะในด้านคอมพิวเตอร์ เทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสารเป็นสำคัญ และเพื่อตอบสนองแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560-2564) ตาม “ยุทธศาสตร์การวิจัยที่ 1 : การเสริมสร้างและพัฒนาศักยภาพทุนมนุษย์” และยุทธศาสตร์ชาติที่ว่า “การพัฒนาและเสริมสร้างศักยภาพคน” กระทรวงศึกษาธิการจึงมีนโยบายเพิ่มจำนวนชั่วโมงในการเรียนการสอนภาษาอังกฤษในระดับประถมศึกษาจาก 40 ชั่วโมง เป็น 200 ชั่วโมงต่อปีการศึกษา โดยกำหนดให้มีการเรียนการสอนวิชาภาษาอังกฤษทุกวันเพื่อความต่อเนื่องในการเรียนรู้ โดยใช้ระยะเวลาผนวกกับความถี่ในการฝึกฝนเพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการจดจำได้ดี อย่างไรก็ตาม “ปริมาณไม่ใช่คุณภาพ” การเพิ่มปริมาณจำนวนชั่วโมงให้เด็กไทยได้มีโอกาสเรียนภาษาอังกฤษเพิ่มขึ้นถึง 5 เท่าตัว อาจส่งผลเสียให้เกิดความเบื่อหน่าย โดยเฉพาะกับเด็กที่ไม่ชอบวิชาภาษาอังกฤษเป็นทุนเดิม กระบวนการในการจัดการเรียนการสอนทั้งในระดับโรงเรียนและมหาวิทยาลัยในเชิงคุณภาพจึงมีความสำคัญมากกว่าจำนวนชั่วโมงเรียนภาษาอังกฤษในเชิงปริมาณ

บุญเลิศ วงศ์พรหม (2559) ได้สรุปสาเหตุสำคัญที่ทำให้เด็กไทยไม่เก่งภาษาอังกฤษไว้ 3 ประการ คือ ครูไม่เก่ง ตัวเด็กเองไม่ใส่ใจ และหลักสูตรไม่เอื้ออำนวย เมื่อพิจารณาถึงมหาวิทยาลัยน้องใหม่ในกลุ่มมหาวิทยาลัยราชภัฏ 9 แห่ง และ มหาวิทยาลัยราชภัฏ 38 แห่งทั่วประเทศ พบว่ามหาวิทยาลัยในกลุ่มนี้ประสบปัญหาจากสาเหตุทั้ง 3 ประการข้างต้น ทำให้บัณฑิตของมหาวิทยาลัยเหล่านี้มีจุดอ่อนในด้านความสามารถในการสื่อสารภาษาอังกฤษ ซึ่งส่งผลต่อโอกาสการสมัครงานในบริษัทชั้นนำหรือบริษัทข้ามชาติ ที่ต้องการบุคลากรที่มีความเชี่ยวชาญในการสื่อสารภาษาอังกฤษ โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับคณะบริหารธุรกิจที่ความสามารถทางด้านภาษาเป็นทักษะที่สำคัญที่ผู้ประกอบการใช้ในการพิจารณาเป็นพิเศษ สถานการณ์ดังกล่าวทำให้บัณฑิตเหล่านี้เสียโอกาสในการร่วมงานกับบริษัทชั้นนำ รวมถึงขาดทักษะสำคัญในการเป็นผู้ประกอบการในระดับนานาชาติ ทำให้มีความเสี่ยงที่จะตกงานในสถานการณ์ปัจจุบันที่มีการแข่งขันด้านแรงงานสูงขึ้นจากการเปิดเสรีอาเซียนและสถานการณ์โควิด-19 ศูนย์วิจัยเศรษฐกิจและธุรกิจเพื่อการปฏิรูป มหาวิทยาลัยรังสิต ประเมินว่านักศึกษาที่จบการศึกษาในปี 2563 นี้ จำนวนประมาณ 280,000-300,000 คน หรือมากกว่าร้อยละ 60 จะไม่สามารถหางานทำได้ในระยะเวลา 6-18 เดือนข้างหน้า (ประชาไท, 2563)

¹ EF English Proficiency Index (2017) ระบุว่า ทักษะภาษาอังกฤษส่งผลต่อความสามารถในการแข่งขันทางเศรษฐกิจของประเทศ (economic competitiveness) โดยเฉพาะในด้านเศรษฐกิจและการค้า การพัฒนาทางด้านสังคม (social development) รวมถึงเทคโนโลยีและนวัตกรรม (technology and innovation) นอกจากนี้ประเทศที่มีศักยภาพด้านภาษาอังกฤษจะมีแนวโน้มที่ดีกว่าประเทศอื่น ๆ ในด้าน รายได้ คุณภาพชีวิต รวมถึงการลงทุนด้านการวิจัยและพัฒนาอีกด้วย

จากการสอบถามผู้ประกอบการที่รับนักศึกษาเข้าไปฝึกงานและปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ผู้ประกอบการส่วนใหญ่คิดว่าระดับความสามารถในการสื่อสารภาษาอังกฤษของนักศึกษาคณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยกลุ่มมหาวิทยาลัยราชภัฏและมหาวิทยาลัยราชภัฏยังคงอยู่ในระดับที่ควรปรับปรุง เนื่องจากนักศึกษาส่วนใหญ่ยังไม่สามารถสื่อสารกับชาวต่างชาติหรือปฏิบัติงานในโลกธุรกิจด้วยภาษาอังกฤษได้ จากการสอบถามเพิ่มเติมถึงทักษะที่ผู้ประกอบการต้องการจากบัณฑิตจบใหม่ พบว่าอันดับ 1 คือ ทักษะด้านการสื่อสารและทักษะด้านภาษา คิดเป็นร้อยละ 62 เท่ากัน ส่วนอันดับ 3 คือ ทักษะเฉพาะตามสายอาชีพ คิดเป็นร้อยละ 54 ดังนั้นจึงเห็นได้ว่าทักษะด้านการสื่อสารภาษาอังกฤษเป็นสิ่งสำคัญสำหรับแรงงานไทยในยุค 4.0 (Jobs DB, 2560)

เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าวและมุ่งสู่ความเป็นเลิศทางวิชาการ คณะผู้วิจัยจึงได้จัดทำโครงการวิจัย เรื่อง “ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการสื่อสารภาษาอังกฤษของนักศึกษา คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยในกลุ่มรัตนโกสินทร์”² ซึ่งประกอบด้วยมหาวิทยาลัยราชภัฏในเขตกรุงเทพมหานครจำนวน 3 แห่ง³ และเครือข่ายมหาวิทยาลัยราชภัฏกลุ่มรัตนโกสินทร์จำนวน 6 แห่ง⁴ เพื่อหาแนวทางในการเพิ่มทักษะการสื่อสารภาษาอังกฤษของนักศึกษาและใช้ในการประกอบการวิเคราะห์ศักยภาพของอาจารย์ผู้สอน เพื่อถ่ายทอดวิธีการจัดการเรียนการสอนที่ค้นพบไปสู่การปฏิบัติจริงอันจะนำมาสู่การเพิ่มสมรรถนะการเรียนการสอนภาษาอังกฤษเพื่อการสื่อสารสำหรับนักศึกษาในกลุ่มมหาวิทยาลัยดังกล่าว และสามารถเป็นต้นแบบในการพัฒนาศักยภาพการเรียนการสอนภาษาอังกฤษเพื่อการสื่อสารแบบบูรณาการให้กับมหาวิทยาลัยราชภัฏและมหาวิทยาลัยราชภัฏทั่วประเทศที่กำลังเผชิญปัญหาวิกฤตเดียวกัน

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการสื่อสารภาษาอังกฤษของนักศึกษาคณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยในกลุ่มรัตนโกสินทร์

นิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถของนักศึกษาในการสื่อสารภาษาอังกฤษ ซึ่งเกิดจากการที่นักศึกษาได้รับประสบการณ์จากกระบวนการเรียนการสอนของอาจารย์ในการจัดการเรียนการสอน
2. ทักษะการสื่อสาร หมายถึง ทักษะการพูด การฟัง การอ่าน และการเขียน
3. นักศึกษา หมายถึง นักศึกษาคณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยในกลุ่มรัตนโกสินทร์
4. ตัวป้อน หมายถึง ครู หรือ ผู้สอน ผู้เรียน หลักสูตร สิ่งอำนวยความสะดวก และสื่อวัสดุอุปกรณ์

2. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

คณะผู้วิจัยได้ค้นคว้าแนวความคิด ทฤษฎี เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาประกอบการสร้างเครื่องมือวิจัยประกอบการสนับสนุนผลการวิจัย และการนำเสนอผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์ เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของการวิจัยที่ได้กำหนดไว้ดังต่อไปนี้

2.1 แนวคิดเกี่ยวกับการสอนภาษาอังกฤษเพื่อการสื่อสาร (Communicative Language Teaching)

การสอนภาษาอังกฤษเพื่อการสื่อสาร คือ วิธีการในการจัดการเรียนการสอนภาษาจากการโต้ตอบที่เน้นทั้งความหมายและเป้าหมายในการเรียนรู้ (Nunan, 1991; Brandl, 2007) โดยผู้เรียนสามารถพูดคุยเกี่ยวกับประสบการณ์ส่วนตัวกับคู่สนทนาและผู้สอนในหัวข้อต่าง ๆ ที่อยู่นอกบทเรียนและนอกไวยากรณ์ เพื่อส่งเสริมทักษะด้านภาษาจากสถานการณ์ต่าง ๆ และจากประสบการณ์ส่วนตัวของผู้เรียนเข้าไปในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ สุมิตรา อังวิวัฒน์กุล (2540) อธิบายว่า การสอนภาษาเพื่อการสื่อสารเป็นแนวคิดที่เกิดจากความตระหนักถึงความจริงที่ว่า ความรู้ความสามารถทางด้านศัพท์ ไวยากรณ์และโครงสร้างทางภาษาเพียงอย่างเดียวไม่สามารถช่วยให้ผู้เรียนใช้ภาษาที่เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพและสามารถสื่อสารกับผู้อื่นได้ และในปัจจุบันเป็นที่

² โครงการวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของแผนงานวิจัย “การพัฒนาสมรรถนะการเรียนการสอนภาษาอังกฤษเพื่อการสื่อสารแบบบูรณาการผ่านการฝึกปฏิบัติจริง : กรณีศึกษาคณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยในกลุ่มรัตนโกสินทร์” และยังได้รับความร่วมมือจาก Prof. Dr. Tomoko Kanda จากภาควิชาภาษาอังกฤษและวรรณคดี Nihon University ประเทศญี่ปุ่น Prof. Dr. Milla Kinnunen จากคณะศึกษาศาสตร์และวัฒนธรรม The University of Tampere ประเทศฟินแลนด์ Ms. Katie Wood อาจารย์และ teacher trainer จาก American University Alumni (AUA) และ รศ.สุภัทรา โกไศยกานนท์ อธิการบดี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร เป็นที่ปรึกษาให้คำแนะนำในการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้

³ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์

⁴ มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี มหาวิทยาลัยสวนดุสิต มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา และมหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม

ยอมรับว่าวิธีสอนที่ทำให้ผู้เรียนสามารถนำภาษาไปใช้ในการสื่อสารได้จริง (actual communication) ได้แก่ วิธีการสอนตามแนวการสอนภาษาเพื่อการสื่อสาร (communicative approach) เนื่องจากจุดมุ่งหมายหลักของวิธีการสอนดังกล่าวเน้นไปที่ความสามารถในการสื่อสาร (communicative competence) ของผู้เรียนเป็นสำคัญ

รูปทอ กว่างสวสตี (2544) ได้สรุปไว้ว่ากิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวภาษาเพื่อการสื่อสารมีกิจกรรมที่หลากหลาย แต่กิจกรรมหนึ่งที่น่าสนใจคือการสอนภาษาที่สองของบิลาช (Bilash's Second Language Instructional Model) หรือ B-SLIM Model (Bilash, 2002; Bilash, 2011) ซึ่งถือได้ว่าเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในการศึกษาในครั้งนี้ และประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

1) ขั้นวางแผนและการเตรียม (planning and preparation) ในขั้นนี้อาจารย์จะเลือกกิจกรรมและเนื้อหาให้สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของหลักสูตรและความสนใจของนักศึกษา นอกจากนั้นอาจารย์ต้องจัดเตรียมสื่อและอุปกรณ์ที่จำเป็นเพื่อช่วยให้นักศึกษาเกิดการเรียนรู้ โดยที่สื่อต้องน่าสนใจ สอดคล้องกับเนื้อหา และควรเป็นสื่อที่เป็นของจริง

2) ขั้นทำความเข้าใจตัวป้อนหรือข้อความรู้ใหม่ (comprehensible input) ในขั้นนี้อาจารย์ต้องอธิบายความรู้ใหม่ ข้อมูล หรือ ตัวป้อนใหม่ โดยตั้งอยู่บนฐานความรู้เดิมของนักศึกษา โดยอาจารย์สามารถใช้ตัวป้อนเหล่านี้ทำให้นักศึกษาเข้าใจหรือเกิดการเรียนรู้จากการขยายความและอธิบายเพิ่มเติม

3) ขั้นกิจกรรมเพื่อความเข้าใจและฝึกทักษะ (intake activity) ขั้นนี้หมายถึงช่วงเวลาที่นักศึกษารู้เนื้อหาหรือตัวป้อน (input) อาจารย์จึงควรระลึกเสมอว่า นักศึกษาไม่สามารถเข้าใจข้อมูล ข่าวสาร หรือตัวป้อนทั้งหมดที่อาจารย์ป้อนในขั้นแรก จึงจำเป็นต้องจัดกิจกรรมในขั้นนี้เพื่อให้นักศึกษาได้มีโอกาสลงมือปฏิบัติจริง

4) ขั้นผล (output) กิจกรรมในขั้นนี้ส่งเสริมให้นักศึกษาใช้ภาษานอกห้องเรียนทั้งทักษะ ฟัง พูด อ่าน และเขียน ลักษณะกิจกรรมขั้นนี้เป็นกิจกรรมสร้างสรรค์ เช่น โครงงาน การเขียนไดอารี่ เรียงความ เรื่องสั้น เป็นต้น

5) ขั้นประเมินผล (evaluation) ในขั้นการสอนนี้ อาจารย์จะรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ จากการสังเกต หรือซักถาม นักศึกษาในชั้นต่าง ๆ เพื่อต้องการทราบปัญหาต่าง ๆ เพื่อแก้ไขปัญหาในการสอนครั้งต่อไป ในขั้นการประเมินผลการเรียนของนักศึกษานี้ อาจารย์อาจใช้การประเมินทักษะตามสภาพจริง (authentic assessment) และการสอบเก็บคะแนนปลายภาคเรียน

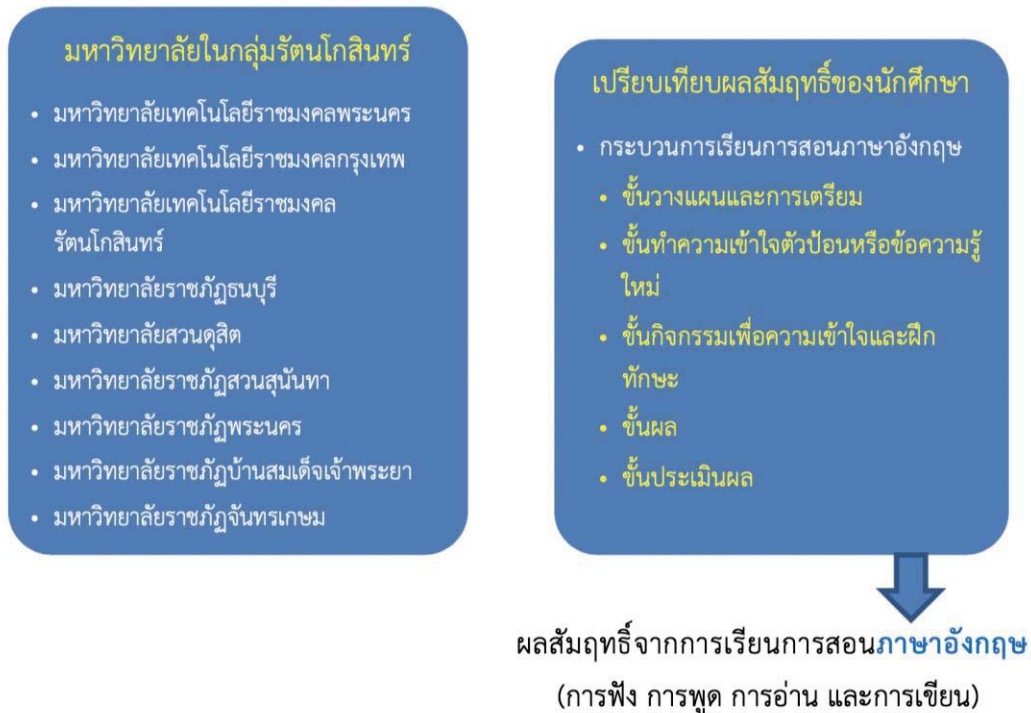
2.2 บทความและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ยุพาภรณ์ พิริยศิลป์ (2559) ได้ศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความสำเร็จหรือล้มเหลวในการเรียนภาษาอังกฤษของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี พบว่า นักศึกษายังคิดว่าผู้สอนและการจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียนเป็นปัจจัยหลักที่มีอิทธิพลต่อความสำเร็จหรือล้มเหลวในการเรียนภาษาอังกฤษ และจากการศึกษารูปแบบการเรียนภาษาอังกฤษของนักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ของ อรุณี อรุณเรือง และคณะ (2556) พบว่า รูปแบบการเรียนภาษาอังกฤษที่นักศึกษา คณะศิลปศาสตร์ชอบใช้มากที่สุด 3 อันดับแรก คือ รูปแบบการเรียนแบบกลุ่ม มีค่าระดับความคิดเห็นมากที่สุด รองลงมาเป็นรูปแบบการเรียนด้วยคลิป และรูปแบบการเรียนด้วยการปฏิบัติตนในสถานการณ์ต่าง ๆ ตามลำดับ จากการจัดการเรียนการสอนผ่านทั้ง 3 กิจกรรมดังกล่าว ดังนั้นจึงอนุมานได้ว่านักศึกษาชอบการเรียนการสอนภาษาอังกฤษผ่านการปฏิบัติจริง

สำหรับมหาวิทยาลัยในกลุ่มราชภัฏ ธีราภรณ์ พลายนเล็ก (2554) ได้ทำการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการพูดภาษาอังกฤษของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏในเขตกรุงเทพมหานคร พบว่า นักศึกษาส่วนใหญ่มีความสามารถในการพูดภาษาอังกฤษอยู่ในระดับปานกลาง และปัจจัยที่มีผลต่อความสามารถในการพูดภาษาอังกฤษ ได้แก่ ปัจจัยด้านผู้เรียนคือกลวิธีการเรียนและลักษณะนิสัยในเรื่องการใช้ภาษา และปัจจัยด้านข้อมูลพื้นฐานคือระดับผลการเรียนที่มีผลต่อการพูดภาษาอังกฤษ นอกจากนี้ พิกุล สายดวง (2561) ได้ทำการศึกษาการพัฒนานักศึกษาจากการใช้ภาษาอังกฤษเพื่อการสื่อสารทางวัฒนธรรมของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี ผลการวิจัยพบว่า การจัดกิจกรรมพื้นฐานเพื่อเพิ่มองค์ความรู้ให้ตระหนักถึงความสำคัญของศิลปะในท้องถิ่นให้นักศึกษา โดยการจัดกิจกรรมกลุ่มการเรียนรู้ร่วมกันระหว่างปราชญ์ชาวบ้านและนักศึกษา ส่งผลให้นักศึกษามีความสนใจใฝ่รู้ กระตือรือร้นเป็นอย่างมากจากการเรียนรู้ร่วมกัน

จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่า มีการศึกษาเกี่ยวกับ B-SLIM Model ที่นำมาใช้จัดการเรียนการสอนภาษาอังกฤษในระดับนานาชาติเป็นจำนวนมาก สำหรับประเทศไทยมีงานวิจัยที่ศึกษาถึง B-SLIM Model ในการจัดการเรียนการสอนวิชาภาษาอังกฤษด้วยเช่นกัน อาทิ Ngowananchai (2014), Rochanasak (2017) และ (อัญรัตน์ นุ่นจีน, 2019) ซึ่งผลจากการศึกษาพบว่า ผู้เรียนที่ได้รับการสอนด้วยรูปแบบ B-SLIM Model มีผลการเรียนรู้ด้านการใช้ภาษาอังกฤษเพื่อการสื่อสารสูงกว่าผู้เรียนที่ได้รับการสอนด้วยวิธีปกติ และเมื่อทำการเปรียบเทียบผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนทั้งสองกลุ่ม พบว่า ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนกลุ่มที่ใช้รูปแบบ B-SLIM Model อยู่ในระดับสูงกว่า ทางคณะผู้วิจัยจึงได้เลือกขั้นตอนกิจกรรมตาม B-SLIM Model ทั้ง 5 ขั้น เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสำหรับการศึกษาในครั้งนี้

กรอบแนวความคิดในการวิจัย



ภาพที่ 1: กรอบแนวคิดของการวิจัย

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ คณะผู้วิจัยได้กำหนดแนวทางระเบียบวิธีวิจัยดังนี้

3.1 รูปแบบการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ใช้รูปแบบวิธีการวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative method research) โดยใช้แบบสอบถาม (questionnaire) เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล ทางคณะผู้วิจัยได้ทำการกำหนด ลักษณะประชากรและกลุ่มตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง การเก็บรวบรวมข้อมูล รวมถึงการวิเคราะห์และประมวลผลข้อมูล โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1) ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้คือ นักศึกษาคณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยในกลุ่มรัตนโกสินทร์

2) กลุ่มตัวอย่าง

เนื่องจากไม่สามารถทราบจำนวนที่แท้จริงของ นักศึกษาคณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยในกลุ่มรัตนโกสินทร์ (เนื่องจาก นักศึกษามีการย้ายคณะ โอนย้ายระหว่างมหาวิทยาลัย ลาออก และพ้นสภาพการเป็นนักศึกษา) จึงได้ใช้สูตรการกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างที่ไม่ทราบขนาดของประชากร โดยแบ่งกำหนดช่วงความเชื่อมั่น 95% หมายความว่า จะมีค่าที่ผิดพลาดจากการคำนวณ 5% (กัลยา วานิชย์บัญชา, 2545)

3) วิธีการคัดเลือกตัวอย่าง

การเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (purposive sampling) โดยเลือกประชากร ได้แก่ นักศึกษาคณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยราชมงคลในเขตกรุงเทพมหานคร จำนวน 3 แห่ง ประกอบด้วย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ และมหาวิทยาลัยราชภัฏกลุ่มรัตนโกสินทร์จำนวน 6 แห่ง ประกอบด้วย มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี มหาวิทยาลัยสวนดุสิต มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา และมหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม รวม 9 มหาวิทยาลัย และกำหนดจำนวนตัวอย่างไว้มากกว่าจำนวนขั้นต่ำคือ 385 คน

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงปริมาณ โดยคณะผู้วิจัยใช้แบบสอบถาม ซึ่งเป็นทั้งคำถามปลายปิดและปลายเปิด เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล แล้วนำมาวิเคราะห์โดยใช้สถิติเชิงพรรณนาและสถิติอ้างอิง

3.4 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยมีวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) การเก็บรวบรวมข้อมูลปฐมภูมิ (primary data)

เพื่อทำการศึกษาลึกลับ เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการสื่อสารภาษาอังกฤษของนักศึกษาคณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยในกลุ่มรัตนโกสินทร์ โดยใช้แบบสอบถาม (Questionnaire) ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2) การเก็บรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิ (secondary data)

จากรายงานผลการวิจัย บทความและเอกสารต่าง ๆ ทั้งในประเทศและต่างประเทศ ที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับการเรียนและทักษะการสื่อสารภาษาอังกฤษของนักเรียนและนักศึกษา เพื่อวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างปัญหาการวิจัย แนวคิด ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

3.5 เครื่องมือทางสถิติที่นำมาวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ คณะผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา (descriptive statistic) ได้แก่ ค่าร้อยละ (percentage) ค่าความถี่ (frequency) ค่าเฉลี่ย (average) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) รวมถึงสถิติอ้างอิง (inferential statistics) ดังต่อไปนี้

1) ค่า F-test ใช้ในการทดสอบความแตกต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างมากกว่า 2 กลุ่ม โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (one-way analysis of variance) (ศักดิ์สิทธิ์ วัชรรัตน์, 2552)

2) การทดสอบค่า Eta (สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อันดับ) เพื่อหาระดับความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปร 2 ตัวเป็นรายคู่ ในกรณีที่ตัวแปรต้นเป็นตัวแปรเชิงกลุ่มและตัวแปรตามเป็นเชิงปริมาณ (Pallant, J., 2005)

4. ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ สามารถสรุปและอภิปรายผล ได้ดังนี้

4.1 ลักษณะทางประชากรของกลุ่มตัวอย่าง

1) กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีอายุ 19 ปี และ อายุ 20 ปี คิดเป็นร้อยละ 30.8 และ 25.1 ตามลำดับ ส่วนใหญ่มีสถานะภาพ โสด คิดเป็นร้อยละ 99.0 และส่วนใหญ่กำลังศึกษาชั้นปีที่ 2 คิดเป็นร้อยละ 54.8 รองลงมาคือ ชั้นปีที่ 4 คิดเป็นร้อยละ 25.1 และส่วนใหญ่ศึกษาโปรแกรมภาษาไทย คิดเป็นร้อยละ 90.8 ที่เหลือศึกษาโปรแกรมภาษาอังกฤษ นักศึกษาส่วนใหญ่ศึกษาภาคปกติ คิดเป็นร้อยละ 99.3 ที่เหลือเป็นนักศึกษาภาคสมทบ กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ไม่ได้ทำงานขณะศึกษา คิดเป็นร้อยละ 72.2 และส่วนใหญ่มีรายได้ครอบครัวต่อเดือนอยู่ที่ 25,001 - 50,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 51.7 รองลงมา คือ รายได้ครอบครัวต่อเดือน 0-25,000 บาท และ 50,001 - 75,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 35.9 และ 5.5 ตามลำดับ

2) ผลการวิเคราะห์ทักษะการสื่อสารภาษาอังกฤษของนักศึกษาคณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยในกลุ่มรัตนโกสินทร์ ของกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ จำนวน 403 คน สามารถจำแนกตามระดับผลการเรียนรู้ได้ดังนี้ กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ คิดว่าตนเองสามารถฟังภาษาอังกฤษเข้าใจ ในระดับปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 48.6 คิดว่าตนเองสามารถพูดภาษาอังกฤษในชีวิตประจำวันได้ ในระดับปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 48.6 คิดว่าตนเองสามารถอ่านภาษาอังกฤษเข้าใจในชีวิตประจำวัน ในระดับมาก คิดเป็นร้อยละ 41.2 คิดว่าตนเองสามารถเขียนภาษาอังกฤษได้ในชีวิตประจำวัน ในระดับปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 46.7 และในภาพรวมผู้เรียนสามารถสื่อสาร (พูด ฟัง อ่าน และ เขียน) ภาษาอังกฤษได้ในชีวิตประจำวัน ในระดับปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 46.7

4.2 ปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการสื่อสารภาษาอังกฤษ

1) ผลการวิเคราะห์ระดับการวางแผนและการเตรียมการสอนที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการสื่อสารภาษาอังกฤษของนักศึกษาคณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยในกลุ่มรัตนโกสินทร์ พบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ให้ความสำคัญต่อผู้สอนในการแจ้ง/แจกประมวลการสอนที่มีวัตถุประสงค์การสอน เนื้อหา กิจกรรมการเรียน การวัดผลและประเมินผล ในระดับมาก คิดเป็นร้อยละ 53.8 ให้ความสำคัญต่ออาจารย์ผู้สอนในการเตรียมนวัตกรรมการสอน สื่อการสอน และกิจกรรมในการเรียนการสอน ในระดับมาก คิดเป็นร้อยละ 47.6 ให้ความสำคัญต่อการให้ข้อมูลและแนะนำแหล่งค้นคว้าหาความรู้ เพื่อให้ผู้เรียนศึกษาความรู้เพิ่มเติม ในระดับมาก คิดเป็นร้อยละ 46.4 ให้ความสำคัญต่อการเข้าสอนและเลิกสอนตรงตามเวลาที่กำหนด ในระดับมาก คิดเป็นร้อยละ 44.7 และในภาพรวมกลุ่มตัวอย่างให้ความสำคัญกับการวางแผนและการเตรียมการสอนของอาจารย์ผู้สอน ในระดับมาก คิดเป็นร้อยละ 46.9

2) ผลการวิเคราะห์ระดับการทำความเข้าใจตัวป้อนหรือข้อความรู้ใหม่ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการสื่อสารภาษาอังกฤษของนักศึกษาคณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยในกลุ่มรัตนโกสินทร์ พบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ให้ความสำคัญต่อผู้สอนอธิบายความสำคัญและขั้นตอนการเรียนรู้ได้อย่างชัดเจน ในระดับมาก คิดเป็นร้อยละ 53.1 ให้ความสำคัญต่อ

ผู้สอนในชั้นนวัตกรรม สื่อการสอนอย่างเหมาะสม และ สอดคล้องกับเนื้อหาวิชา ในระดับมาก คิดเป็นร้อยละ 53.8 ให้ความสำคัญต่อความตั้งใจ กระตือรือร้นในการสอน และ เต็มใจตอบคำถามของอาจารย์ผู้สอน ในระดับมาก คิดเป็นร้อยละ 50.9 ให้ความสำคัญต่อการสร้างบรรยากาศในชั้นเรียนที่มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น เปิดโอกาสให้ซักถาม ในระดับมาก คิดเป็นร้อยละ 43.9 และในภาพรวมกลุ่มตัวอย่างให้ความสำคัญกับการทำความเข้าใจและถ่ายทอดองค์ความรู้ใหม่ได้เป็นอย่างดี ในระดับมาก คิดเป็นร้อยละ 43.2

3) ผลการวิเคราะห์ระดับขั้นกิจกรรมเพื่อความเข้าใจและการฝึกปฏิบัติที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการสื่อสารภาษาอังกฤษของนักศึกษาคณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยในกลุ่มรัตนโกสินทร์ พบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ให้ความสำคัญต่อการอธิบายงานหรือกิจกรรมที่มอบหมายอย่างชัดเจน ในระดับมาก คิดเป็นร้อยละ 49.4 ให้ความสำคัญต่องานหรือกิจกรรมที่ได้รับมอบหมายน่าสนใจและหลากหลาย ในระดับมาก คิดเป็นร้อยละ 43.9 ให้ความสำคัญต่องานหรือกิจกรรมที่ได้รับมอบหมายสามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนคิด ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ และประยุกต์มาใช้ในชีวิตจริงได้ ในระดับมาก คิดเป็นร้อยละ 46.7 ให้ความสำคัญต่อผู้สอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนเข้าพบและขอคำปรึกษาออกชั้นเรียนจากอาจารย์ผู้สอนใน ระดับมาก คิดเป็นร้อยละ 42.7 และในภาพรวมกลุ่มตัวอย่างให้ความสำคัญต่องานหรือกิจกรรมสามารถสร้างความเข้าใจในการเรียนการสอนและช่วยผู้เรียนในการฝึกปฏิบัติ ในระดับมาก คิดเป็นร้อยละ 44.2

4) ผลการวิเคราะห์ระดับผลการเรียนรู้ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการสื่อสารภาษาอังกฤษของนักศึกษาคณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยในกลุ่มรัตนโกสินทร์ พบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่คิดว่าผลจากการเรียนรู้ทำให้ตนเองสามารถฟังภาษาอังกฤษเข้าใจ ในระดับปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 48.6 คิดว่าตนเองสามารถพูดภาษาอังกฤษได้ในชีวิตประจำวัน ในระดับปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 48.6 คิดว่าตนเองสามารถอ่านภาษาอังกฤษเข้าใจในชีวิตประจำวัน ในระดับมาก คิดเป็นร้อยละ 41.2 คิดว่าตนเองสามารถเขียนภาษาอังกฤษได้ในชีวิตประจำวัน ในระดับปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 46.7 และในภาพรวมกลุ่มตัวอย่างคิดว่าผลจากการเรียนรู้ทำให้ตนเองสามารถสื่อสาร (พูด ฟัง อ่าน และ เขียน) ภาษาอังกฤษได้ในชีวิตประจำวัน ในระดับปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 46.7

5) ผลการวิเคราะห์ระดับการประเมินผลการเรียนรู้ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการสื่อสารภาษาอังกฤษของนักศึกษาคณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยในกลุ่มรัตนโกสินทร์ พบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ให้ความสำคัญต่อการวัดและประเมินผลการเรียนภาคทฤษฎีมีความเหมาะสม ในระดับปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 41.7 ให้ความสำคัญต่อการวัดและประเมินผลการเรียนภาคปฏิบัติมีความเหมาะสม ในระดับมาก คิดเป็นร้อยละ 43.4 ให้ความสำคัญต่อการประเมินผลที่มีความยุติธรรม ในระดับมาก คิดเป็นร้อยละ 43.9 ให้ความสำคัญต่อระบบการแจ้งผลการเรียนให้ผู้เรียนได้ทราบอย่างรวดเร็ว ในระดับมาก คิดเป็นร้อยละ 40 และในภาพรวมกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ให้ความสำคัญต่อการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ในระดับมาก คิดเป็นร้อยละ 43.9

6) การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการสื่อสารภาษาอังกฤษของนักศึกษาคณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยในกลุ่มรัตนโกสินทร์ พบว่า นักศึกษาส่วนใหญ่มีศักยภาพในการสื่อสารทั้ง 4 ด้าน คือ การฟัง การพูด การอ่าน และการเขียน ในระดับไม่เปลี่ยนแปลงหลังจากการเรียนการสอนกว่าร้อยละ 50 ยิ่งไปกว่านั้นกลับพบว่ามึนักศึกษาบางส่วนที่มีระดับทักษะการสื่อสารที่ลดลง⁵

4.3 ผลการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ในการสื่อสารภาษาอังกฤษทั้ง 4 ทักษะ (ฟัง พูด อ่าน และเขียน) มีดังนี้

สมมติฐานข้อที่ 1.1 การทดสอบความสัมพันธ์ระดับการวางแผนและการเตรียมการสอนกับผลสัมฤทธิ์ทางการฟังภาษาอังกฤษ ผลการทดสอบด้วยค่าสถิติ F-test พบว่า ระดับการวางแผนและการเตรียมการสอนกับผลสัมฤทธิ์ทางการฟังภาษาอังกฤษไม่มีความสัมพันธ์กัน ($F_{1, 402} = 0.47, p > 0.05$)

⁵ จากคำถามปลายเปิด เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ กลุ่มตัวอย่างได้เสนอแนะให้อาจารย์ผู้สอนวิชาภาษาอังกฤษควรเพิ่มการอธิบายให้ละเอียดและยกตัวอย่างให้ชัดเจน ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้สอบถามเพื่อให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจมากยิ่งขึ้น ควรทำกิจกรรมและเน้นการสอนเป็นภาษาอังกฤษมากกว่าเป็นภาษาไทย นำภาษาอังกฤษเข้ามาสอนและแทรกคำศัพท์ในรายวิชาชีพ ลดการบ้านให้น้อยลง และเพิ่มเนื้อหาที่สามารถนำไปใช้ได้จริงในชีวิตประจำวัน สำหรับผู้บริหารควรเพิ่มปริมาณของผู้สอนให้เพียงพอต่อผู้เรียน ควรมีการจัดการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

สมมติฐานข้อที่ 4.2 ผลการทดสอบความสัมพันธ์ระดับผลการเรียนรู้กับผลสัมฤทธิ์ทางการพูดภาษาอังกฤษ ผลการทดสอบด้วยค่าสถิติ F-test และวัดขนาดความสัมพันธ์ด้วยค่าสถิติ Eta พบว่า ระดับผลการเรียนรู้กับผลสัมฤทธิ์ทางการพูดภาษาอังกฤษมีความสัมพันธ์กันในระดับต่ำ ($F(1, 402) = 5.54, p < 0.01, \text{Eta} = 0.230$)

สมมติฐานข้อที่ 4.3 ผลการทดสอบความสัมพันธ์ระดับผลการเรียนรู้กับผลสัมฤทธิ์ทางการอ่านภาษาอังกฤษ ผลการทดสอบด้วยค่าสถิติ F-test พบว่า ระดับผลการเรียนรู้กับผลสัมฤทธิ์ทางการอ่านภาษาอังกฤษไม่มีความสัมพันธ์กัน ($F(1, 402) = 2.03, p > 0.05$)

สมมติฐานข้อที่ 4.4 ผลการทดสอบความสัมพันธ์ระดับผลการเรียนรู้กับผลสัมฤทธิ์ทางการเขียนภาษาอังกฤษ ผลการทดสอบด้วยค่าสถิติ F-test พบว่า ระดับผลการเรียนรู้กับผลสัมฤทธิ์ทางการเขียนภาษาอังกฤษไม่มีความสัมพันธ์กัน ($F(1, 402) = 2.59, p > 0.05$)

สมมติฐานข้อที่ 5.1 ผลการทดสอบความสัมพันธ์ระดับการประเมินผลการเรียนรู้กับผลสัมฤทธิ์ทางการฟังภาษาอังกฤษ ผลการทดสอบด้วยค่าสถิติ F-test พบว่า ระดับการประเมินผลการเรียนรู้กับผลสัมฤทธิ์ทางการฟังภาษาอังกฤษไม่มีความสัมพันธ์กัน ($F(1, 402) = 1.58, p > 0.05$)

สมมติฐานข้อที่ 5.2 ผลการทดสอบความสัมพันธ์ระดับการประเมินผลการเรียนรู้กับผลสัมฤทธิ์ทางการพูดภาษาอังกฤษ ผลการทดสอบด้วยค่าสถิติ F-test และวัดขนาดความสัมพันธ์ด้วยค่าสถิติ Eta พบว่า ระดับการประเมินผลการเรียนรู้กับผลสัมฤทธิ์ทางการพูดภาษาอังกฤษมีความสัมพันธ์กันในระดับต่ำ ($F(1, 402) = 5.08, p < 0.01, \text{Eta} = 0.220$)

สมมติฐานข้อที่ 5.3 ผลการทดสอบความสัมพันธ์ระดับการประเมินผลการเรียนรู้กับผลสัมฤทธิ์ทางการอ่านภาษาอังกฤษ ผลการทดสอบด้วยค่าสถิติ F-test และวัดขนาดความสัมพันธ์ด้วยค่าสถิติ Eta พบว่า ระดับการประเมินผลการเรียนรู้กับผลสัมฤทธิ์ทางการอ่านภาษาอังกฤษมีความสัมพันธ์กันในระดับต่ำ ($F(1, 402) = 6.44, p < 0.01, \text{Eta} = 0.246$)

สมมติฐานข้อที่ 5.4 ผลการทดสอบความสัมพันธ์ระดับการประเมินผลการเรียนรู้กับผลสัมฤทธิ์ทางการเขียนภาษาอังกฤษด้วย ผลการทดสอบด้วยค่าสถิติ F-test พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเขียนภาษาอังกฤษและระดับการประเมินผลการเรียนรู้ไม่มีความสัมพันธ์กัน ($F(1, 402) = 0.94, p > 0.05$)

4.4 การอภิปรายผล

1) จากลักษณะทางประชากรของกลุ่มตัวอย่าง พบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีอายุ 19 - 20 ปี มีสถานะภาพโสด และมีรายได้ครอบครัวต่อเดือนอยู่ที่ 25,001 - 50,000 บาท จึงเห็นได้ว่าครอบครัวของนักศึกษามีฐานะใกล้เคียงกับรายได้เฉลี่ยของครัวเรือนไทย ซึ่งสำนักงานสถิติแห่งชาติ (สสช.) (2561) รายงานว่า ครัวเรือนไทยมีรายได้เฉลี่ยอยู่ที่ 26,946 บาท/เดือน ในขณะที่มีค่าใช้จ่ายเฉลี่ยถึง 21,437 บาท/เดือน จากตัวเลขดังกล่าวจึงเป็นไปได้ที่นักศึกษาของมหาวิทยาลัยในกลุ่มรัตนโกสินทร์เหล่านี้จะสามารถเรียนพิเศษในวิชาภาษาอังกฤษเหมือนนักศึกษาที่มีฐานะดีได้ ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนในมหาวิทยาลัยให้มีประสิทธิภาพสูงสุด จึงเป็นปัจจัยสำคัญที่สุดที่จะสามารถพัฒนาศักยภาพด้านทักษะในการสื่อสารภาษาอังกฤษให้กับนักศึกษาคณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยในกลุ่มรัตนโกสินทร์ได้

2) ผลการวิเคราะห์ทักษะการสื่อสารภาษาอังกฤษของนักศึกษาคณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยในกลุ่มรัตนโกสินทร์ในภาพรวม พบว่า กลุ่มตัวอย่างคิดว่าตนเองสามารถสื่อสาร (พูด ฟัง อ่าน และ เขียน) ภาษาอังกฤษได้ในชีวิตประจำวันในระดับปานกลาง เพราะสามารถสอบผ่านวิชาภาษาอังกฤษในมหาวิทยาลัยที่ตนเองกำลังศึกษาอยู่ได้ อย่างไรก็ตามความคิดเห็นดังกล่าวแตกต่างจากความคิดเห็นของผู้ประกอบการที่ส่วนใหญ่คิดว่า ระดับความสามารถในการสื่อสารภาษาอังกฤษของนักศึกษาคณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยกลุ่มรัตนโกสินทร์ยังอยู่ในระดับที่ควรปรับปรุง ซึ่งความเข้าใจผิดของนักศึกษานั้นนับได้ว่าเป็นอัตราอย่างย่ำแย่ต่อนักศึกษาเอง เพราะเมื่อสำเร็จการศึกษาไป บัณฑิตเหล่านี้อาจสูญเสียโอกาสในการร่วมงานกับบริษัทชั้นนำหรือเป็นผู้ประกอบการที่มีศักยภาพในการสื่อสารในระดับนานาชาติ

3) เมื่อพิจารณาถึงปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาษาอังกฤษตาม B-SLIM Model (Bilash, 2002; Bilash, 2011) ในภาพรวมกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ให้ความสำคัญกับ ‘การวางแผนและการเตรียมการสอนของอาจารย์ผู้สอน’ ‘การทำความเข้าใจก่อนหรือขอความรู้ใหม่’ ‘กิจกรรมเพื่อความเข้าใจและการฝึกปฏิบัติ’ และ ‘การประเมินผลการเรียนรู้ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน’ ในระดับมาก มีเพียง ‘ผลการเรียนรู้’ ของตนเองเพียงปัจจัยเดียวที่กลุ่มตัวอย่างให้ความสำคัญในระดับปานกลาง เป็นไปได้ว่านักศึกษาในกลุ่มนี้ให้ความสำคัญกับกิจกรรมที่เป็นบทบาทและหน้าที่ของอาจารย์มากกว่าผลการเรียนรู้ของตนเอง สอดคล้องกับการศึกษาของ ยูพากรณ์ พิริยศิลป์ (2559) ที่พบว่า นักศึกษายังคิดว่าผู้สอนและการจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียนเป็นปัจจัยหลักที่มีอิทธิพลต่อความสำเร็จหรือล้มเหลวในการเรียนภาษาอังกฤษเป็นสำคัญ

5. สรุป

5.1 สรุปผลการวิจัย

ผลการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการสื่อสารภาษาอังกฤษของนักศึกษาคณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยในกลุ่มรัตนโกสินทร์ ด้วยค่าสถิติ F-test และวัดขนาดความสัมพันธ์ด้วยค่าสถิติ Eta พบว่า ส่วนใหญ่ไม่มีความสัมพันธ์กันและมีความสัมพันธ์ในระดับต่ำ ได้แก่

สมมติฐานข้อที่ 1.2 ระดับการวางแผนและการเตรียมการสอนกับผลสัมฤทธิ์ทางการพูดภาษาอังกฤษ

สมมติฐานข้อที่ 2.3 ระดับการทำความเข้าใจตัวป้อนหรือข้อความรู้ใหม่กับผลสัมฤทธิ์ทางการอ่านภาษาอังกฤษ

สมมติฐานข้อที่ 2.4 ระดับการทำความเข้าใจตัวป้อนหรือข้อความรู้ใหม่กับผลสัมฤทธิ์ทางการเขียนภาษาอังกฤษ

สมมติฐานข้อที่ 3.2 ระดับขั้นกิจกรรมเพื่อความเข้าใจและการฝึกปฏิบัติกับผลสัมฤทธิ์ทางการพูดภาษาอังกฤษ

สมมติฐานข้อที่ 3.3 ระดับขั้นกิจกรรมเพื่อความเข้าใจและการฝึกปฏิบัติกับผลสัมฤทธิ์ทางการอ่านภาษาอังกฤษ

สมมติฐานข้อที่ 4.2 ระดับผลการเรียนรู้กับผลสัมฤทธิ์ทางการพูดภาษาอังกฤษ

สมมติฐานข้อที่ 5.3 ระดับการประเมินผลการเรียนรู้กับผลสัมฤทธิ์ทางการอ่านภาษาอังกฤษ

นอกจากนี้ยังพบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในทักษะการสื่อสารภาษาอังกฤษ ทั้ง 4 ด้าน คือ ฟัง พูด อ่าน และเขียน ที่ระดับไม่เปลี่ยนแปลงหลังจากการเรียนการสอนถึงเกินกว่าร้อยละ 50 และมีกลุ่มตัวอย่างบางส่วนที่มีระดับทักษะดังกล่าวลดลงหลังจากการเรียนการสอน นี่จึงนับได้ว่าเป็นวิกฤตสำคัญของการศึกษาชาติ ที่ทั้งอาจารย์ผู้บริหาร สถาบัน ภาครัฐ และผู้วางแผนเชิงนโยบาย ต้องหาทางแก้ไขในภาพรวมให้เห็นเป็นรูปธรรมอย่างเร่งด่วน

5.2 ข้อเสนอแนะ

1) อาจารย์ผู้สอนวิชาภาษาอังกฤษควรเข้าใจและตระหนักว่า ‘Teaching is Learning’ การสอนคือการเรียนรู้ (ที่ไม่มีวันสิ้นสุด) อาจารย์ต้องรู้จักและเข้าใจลูกศิษย์ซึ่งเปลี่ยนแปลงไปในแต่ละรุ่น (Generations) เรียนรู้ทฤษฎีและเทคนิควิธีการสอนใหม่ๆ ของต่างประเทศและนำมาประยุกต์ใช้ให้ได้ผลกับเด็กไทย เรียนรู้เทคโนโลยีสำหรับการเรียนการสอนที่ก้าวเข้าสู่ยุคดิจิทัล รวมถึงติดตามข่าวสารให้ทันต่อบริบทของสังคมไทยและสถานการณ์โลก เพื่อให้ นักศึกษาสามารถนำความรู้จากห้องเรียนไปใช้ได้ในชีวิตจริง

2) นักศึกษาควรเปิดใจ (Open Mind) และตระหนักถึงประโยชน์ของภาษาอังกฤษ เพื่อก่อให้เกิดความกล้าที่จะเรียนรู้ และใช้ภาษาอังกฤษในชีวิตประจำวัน ตั้งใจเรียนในเวลาเรียน และไม่ควรพูดคุยแทรกขณะที่อาจารย์กำลังสอน ควรยกมือสอบถามเมื่อมีข้อสงสัย ซึ่งจะช่วยให้บรรยากาศในห้องเรียนเป็นบรรยากาศแห่งการเรียนรู้อันจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และนอกจากนี้ยังต้องตระหนักว่าผลสัมฤทธิ์จากการเรียนการสอนนั้นเกิดจากการทำหน้าที่ร่วมกันระหว่างอาจารย์และนักศึกษาเป็นสำคัญ

3) ผู้บริหารมหาวิทยาลัยหรือกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม ควรให้โอกาสในการจัดการเรียนการสอนแบบ ‘Less is More’ ทำน้อยแต่ได้มาก นักศึกษาใช้เวลาในการเรียนแบบบรรยาย (Lecture) น้อยลง ทำการบ้านน้อยลง อาจารย์ผู้สอนถูกควบคุมโดยกฎระเบียบลดลง โดยมอบ ‘Trust’ ความไว้วางใจให้กับอาจารย์ผู้สอนในการออกแบบการเรียนการสอน ให้คำปรึกษา รับฟังความคิดเห็น และที่สำคัญให้งบประมาณ ทำให้ได้ผลลัพธ์ในการจัดการเรียนการสอนที่มีคุณภาพสูงขึ้น

6. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณที่ปรึกษางานวิจัย Prof. Dr.Milla Kinnunen จาก The University of Tampere ประเทศฟินแลนด์ Ms.Katie Wood จาก โรงเรียนสถานสอนภาษาเอยูเอ ประเทศไทย และ รศ.สุภัทรา โกไศยกานนท์ อธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร รวมถึง Mr. Robin Neill ผู้เชี่ยวชาญด้านภาษาอังกฤษจากประเทศออสเตรเลีย ที่มอบคำแนะนำที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งตลอดการวิจัยในครั้งนี้ และขอขอบคุณ นางสาวภัทราวดี วุฒิมารพงษ์ และ นายสิริวิชัย พันธุ์ศักดิ์ ผู้ช่วยนักวิจัยในแผนงานวิจัยนี้ รวมถึงมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนครที่สนับสนุนทุนวิจัยงบประมาณแผ่นดิน พ.ศ. 2562 จนทำให้การดำเนินการวิจัยในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

7. เอกสารอ้างอิง

กัลยา วาณิชย์บัญชา. (2545). การวิเคราะห์สถิติ:สถิติสำหรับการบริหารและวิจัย. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2546.

ธีราภรณ์ พลายเล็ก. (2554). ปัจจัยที่มีผลต่อการพูดภาษาอังกฤษของนักศึกษาชั้นปีที่2 สาขาวิชาภาษาอังกฤษ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏในเขตกรุงเทพมหานคร. สืบค้นเมื่อ 14 มิถุนายน 2562, จาก <http://ssruir.ssru.ac.th/handle/ssruir/329>

- ชูทอง กว่างสวาสดี. (2549). เอกสารประกอบการสอนวิชา 0506714 การสอนภาษาอังกฤษ. ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- บุญเลิศ วงศ์พรหม. (2559). ภาษาอังกฤษเด็กไทยไม่ก้าวหน้าปัญหาอยู่ที่ใคร?. สืบค้นเมื่อ 14 มิถุนายน 2562, จาก <https://www.bangkokbiznews.com/blog/detail/637424>
- ประชาชาติธุรกิจ ออนไลน์. (2561). คริวเรือนไทยปี60หนี้เฉลี่ย 178,994บาท/ครัวเรือน รายได้26,946บาท/เดือน. สืบค้นเมื่อ 20 มกราคม 2562, จาก <https://www.prachachat.net/ict/news-155874>
- ผู้จัดการสุดสัปดาห์. (2562). ทบสถิติตักงานในรอบ 10 ปี เด็กจบใหม่ 5 แสนคน จ่อเตะฝุ่น. สืบค้นเมื่อ 16 พฤษภาคม 2562, จาก <https://mgronline.com/daily/detail/9620000109685>
- พิกุล สายดวง. (2561). การพัฒนานักศึกษาในการใช้ภาษาอังกฤษเพื่อการสื่อสารทางวัฒนธรรม กรณีศึกษา นักศึกษาศาขาวิชา ภาษาอังกฤษ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี. ศึกษาศาสตร์ มมร. 6(2).
- ยุพาภรณ์ พิริยศิลป์. (2559). ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความสำเร็จหรือล้มเหลวในการเรียน ภาษาอังกฤษ : กรณีศึกษา รายวิชา ภาษาอังกฤษพื้นฐาน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น. วารสารศึกษาศาสตร์. 7(1).
- ศักดิ์สิทธิ์ วัชรรัตน์. 2552. เอกสารประกอบการค้นคว้าวิชาสถิติเพื่อการวิจัย Statistics for Research. วิทยาลัยสารพัดช่าง พิษณุโลก สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ กรุงเทพฯ.
- ศิริชัย พงศ์วิชัย. 2552. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- สุมิตรา อังวัฒนกุล. (2540). วิธีสอนภาษาอังกฤษ. สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ.
- อัญรัตน์ นุ่นจิ้น. (2560). การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ด้านการใช้ภาษาอังกฤษเพื่อการสื่อสารและความพึงพอใจของนักเรียน ชั้น ประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้วิธีการสอนแบบ B-SLIM Model และการสอนปกติ. สืบค้นเมื่อ 20 ตุลาคม 2562, จาก http://www.edu-journal.ru.ac.th/AbstractPdf/2560-5-1_1510834448_is-eng55-0004.pdf
- อรุณี อนุธเนียง, วินา สงวนพงษ์ และ ทรงสิริ วิจิรานนท์. (2556). รูปแบบการเรียนภาษาอังกฤษของนักศึกษา คณะศิลปศาสตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร. สืบค้นเมื่อ 20 สิงหาคม 2562, จาก https://repository.rmutp.ac.th/bitstream/handle/123456789/1916/LARTS_58_05.pdf?sequence=1
- Jobs DB. (2560). ผู้ประกอบการ (HR) มองหาอะไรจากเด็กจบใหม่, สืบค้นเมื่อ 20 เมษายน 2562, จาก shorturl.at/ipuQS
- Bilash, O. (2002). The Challenges and successes of Developing a Literacy Community in a Minority Language in Western Canada : An Action Research Study. *Foreign Language Annuals*. 35(3): 307–319.
- Bilash, O. (2011). Proving It: What Has Been Learned. Retrieve January 5, 2019, from <https://sites.educ.ualberta.ca/staff/olenka.bilash/Best%20of%20Bilash/provingit.html>
- Brandl, K. (2007). *Communicative Language Teaching in Action: Putting Principles to Work*. Upper Saddle River, NJ: Phil Miller. pp. 284–297.
- EF English Proficiency Index. (2017). EP EPI English Proficiency Index. Retrieve October 25, 2019, from <file:///Users/mikko/Documents/ASK2564/Book/ef-epi-2017-english.pdf>
- Kanolkar, R. (2020). Essay on Human Resources. Retrieve January 13, 2020, from <https://www.economicdiscussion.net/essays/human-resources/essay-on-human-resources/17535>
- Muslimin, A. S. M. (2561). Why Asian Countries Are Investing So Heavily in The English Language. Retrieve January 20, 2020, from <https://www.forbes.com/sites/anismuslimin/2017/11/30/why-asian-countries-are-investing-so-heavily-in-the-english-language/#422664b85e85>
- Ngowananchai, J. (2014). B-SLIM Model as an English Teaching Model in Thailand. *European Journal of Educational Sciences*. 1(2), 76–80.
- Nunan, D. (1991). Communicative Tasks and the Language Curriculum. *TESOL Quarterly*. 25(2): 279–295.
- Pallant, J. (2005). *SPSS Survival Manual: A Step-by-Step Guide to Using SPSS*, Maidenhead: Open University Press.
- Rochanasak. S. (2017). The Listening and Speaking Abilities of First Year Students Enrolled in the English for Communications Class Using the B-SLIM Model. *AJE*. 2(2), 75–85.
- Zidan, S. S. (2001). The Role of HRD in Economic Development. *Human Resource Development Quarterly*, 12(4): 437–443.

การเรียนรู้ออนไลน์ในยุคโควิด: หลักสูตรการตลาดท่องเที่ยวอย่างรับผิดชอบ

Online Learning in the Covid Times: Responsible Tourism Marketing Course

กัลยา สว่างคง¹ และ กุญชร เจือตี²
Kanlaya Swangkong¹ and Kunchon Jeotee²

¹มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต

²มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช

¹Dhurakij Pundit University

²Sukhothai Thammathirat Open University

kanlaya.swa@dpu.ac.th, kunchon.jeo@stou.ac.th โทรศัพท์ 0818199518, 0889689562

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงประเมินโดยมีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อทราบความต้องการเรียนหลักสูตรอื่น ๆ ที่เป็นประโยชน์กับผู้เรียนในอนาคต และ 2) เพื่อหาแนวทางปรับปรุงหลักสูตรการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น นักวิจัยเก็บข้อมูลจากผู้เข้ารับการศึกษาหลังสำเร็จการศึกษาหลักสูตรการตลาดท่องเที่ยวอย่างรับผิดชอบเป็นเวลาหกเดือนจำนวน 111 คน คิดเป็นร้อยละ 49.55 โดย 1) ส่งลิงก์แบบสำรวจทางอีเมลเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้หรือการทำงานอันเนื่องมาจากการเรียนในหลักสูตรการตลาดท่องเที่ยวอย่างรับผิดชอบที่ได้เรียนไป 2) เชิญตัวแทนจากแต่ละกลุ่มอาชีพ จำนวน 20 คน เข้าร่วมการสนทนากลุ่มที่โรงแรมเป็นเวลาหนึ่งวัน นักวิจัยพบว่า 1) หลักสูตรอื่น ๆ ที่เป็นประโยชน์กับผู้เรียนในอนาคต เช่น หลักสูตรการตลาดออนไลน์ หลักสูตรที่เน้นด้านความสัมพันธ์และการสร้างเครือข่ายระหว่างผู้เรียน เน้นเนื้อหากลุ่มตลาดในปัจจุบันที่ทันสมัย และควรเพิ่มหลักสูตรจริยธรรมและคุณธรรม หลักสูตรมัคคุเทศก์น้อย หลักสูตรการประกอบการธุรกิจโรงแรมอย่างรับผิดชอบ โครงสร้างของการทำธุรกิจที่พัก กฎหมายและการบริการ เทคโนโลยี ภาษาและการสื่อสาร 2) ปัญหาและอุปสรรคที่พบระหว่างการเรียนในหลักสูตรฯ ด้านเนื้อหาการเรียน ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน ด้านระบบที่นำมาใช้ในการเรียนการสอน และด้านช่วงเวลาและระยะเวลาที่เรียน ผู้เข้าร่วมส่วนใหญ่ไม่พบปัญหาในด้านนี้ แต่ด้านวิธีการเรียนการสอน ผู้เข้าร่วมส่วนใหญ่มีความเห็นตรงกันว่า การเรียนออนไลน์ทำให้ไม่สามารถถามข้อสงสัยได้โดยตรงกับผู้สอน จึงเป็นอุปสรรคในการทำความเข้าใจกับเนื้อหาที่เรียน รวมถึงผู้สอนไม่มีความสามารถในการดึงดูดให้ผู้เรียนสนใจเรียนได้

คำสำคัญ: การตลาดท่องเที่ยวอย่างรับผิดชอบ การเรียนออนไลน์ โควิด-19

Abstract

This research is evaluative research with the objectives 1) to find out the need for other courses that will benefit future learners and 2) to find ways to improve the teaching and learning curriculum to be more efficient. Researchers collected data from 111 learners (49.55%) after six months of completing a Responsible Tourism Marketing course by 1) sending out emailed survey links about their preference for other courses that would benefit future learners, and 2) Invite 20 representatives from all occupational groups to join a group discussion at the hotel for 1 day. The researchers found that 1) other courses that are useful to future learners, such as online marketing courses, a course that focuses on relationships and networking between learners, or the course that emphasis on the content of today's modern market segments, and should increase the course of ethics and morality, little guide course, responsible hotel business operations course, the structure of the accommodation business, law and service, technology, language and communication. 2) Problems and obstacles encountered during the study in the program learning content, teaching activities, the system used in teaching and learning and the time and duration of study, most of the participants did not find any problems in this area. Nonetheless in terms of teaching methods, most of the participants agreed that online learning makes it impossible to ask questions directly to teachers. Therefore, it is an obstacle to understanding the content studied. Including the teacher does not have the ability to attract students to study.

Keywords: Responsible Tourism Marketing, Online Learning, Covid-19

1. บทนำ

ในปีงบประมาณ 2563 ศูนย์พัฒนาวิชาการด้านการตลาดท่องเที่ยว (TAT Academy) กองการเรียนรู้ด้านการตลาดท่องเที่ยว การท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย (ททท.) ซึ่งเป็นรัฐวิสาหกิจภายใต้กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา ได้เริ่มจัดทำหลักสูตรด้านการตลาดท่องเที่ยวอย่างรับผิดชอบแบบผสมผสาน (Blended Learning Program) สำหรับ 7 กลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ บริษัทนำเที่ยว ชุมชนท่องเที่ยว ธุรกิจที่พัก มัคคุเทศก์ สถาบันการศึกษา หน่วยงานภาครัฐและภาคเอกชนที่เกี่ยวข้องกับแหล่งท่องเที่ยว และผู้เข้าประกวดรางวัลอุตสาหกรรมท่องเที่ยวไทย เพื่อตอบสนองนโยบายและความต้องการของผู้ที่เกี่ยวข้องในอุตสาหกรรมท่องเที่ยวที่ต้องกักตัวในช่วงการแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา (โควิด 19) โดยได้มีการทดสอบหลักสูตรดังกล่าวด้วยการเรียนผ่านระบบออนไลน์ และกิจกรรมบุทแคมป์สำหรับบริษัทนำเที่ยวเป็นกลุ่มเป้าหมายแรก และประเมินผลเพื่อนำข้อเสนอแนะไปใช้ในการพัฒนาหลักสูตรให้สามารถนำไปใช้ได้ทันกับสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลงไป และเพื่อเป็นการพัฒนาหลักสูตรให้ตรงกับความต้องการของกลุ่มเป้าหมายในห่วงโซ่อุปทาน (Supply Chain) และขยายกลุ่มเป้าหมายให้ครอบคลุมภายในปี 2564 ดังนั้น TAT Academy จึงกำหนดจัดทำโครงการพัฒนาหลักสูตร และดำเนินการเปิดเรียนออนไลน์ในหลักสูตรการตลาดท่องเที่ยวอย่างรับผิดชอบ เพิ่มอีก 5 กลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ ชุมชนท่องเที่ยว ธุรกิจที่พัก มัคคุเทศก์ สถาบันการศึกษา และหน่วยงานภาครัฐและภาคเอกชนที่เกี่ยวข้องกับแหล่งท่องเที่ยว และรวมทั้งบริษัทนำเที่ยวที่เปิดเป็นรุ่นที่ 2 ด้วย โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาหลักสูตรการตลาดท่องเที่ยวอย่างรับผิดชอบให้ครอบคลุมกลุ่มเป้าหมายในอุตสาหกรรมท่องเที่ยวมากขึ้น และเพื่อเผยแพร่ความรู้เรื่องการท่องเที่ยวอย่างรับผิดชอบต่ออย่างทั่วถึงและเท่าเทียมได้ทุกที่ ทุกเวลา และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้จริง ดังนั้น กลุ่มเป้าหมายในการเปิดเรียนออนไลน์ในปี 2564 จึงแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ 1) กลุ่มเป้าหมายในการเรียนหลักสูตรการตลาดท่องเที่ยวอย่างรับผิดชอบ แบบผสมผสาน (Blended Learning Program) สำหรับบริษัทนำเที่ยว จำนวนอย่างน้อย 3 รุ่น ๆ ละ 30 คน และ 2) กลุ่มเป้าหมายของการพัฒนาหลักสูตรการตลาดท่องเที่ยวอย่างรับผิดชอบ แบบผสมผสาน (Blended Learning Program) สำหรับปี 2564 มี 5 กลุ่ม คือ 1) ชุมชนท่องเที่ยว 2) ธุรกิจที่พัก 3) มัคคุเทศก์ 4) สถาบันการศึกษา และ 5) หน่วยงานภาครัฐและภาคเอกชนที่เกี่ยวข้องกับแหล่งท่องเที่ยว จำนวนอย่างน้อยกลุ่มละ 15 คน รวมเป็นอย่างน้อย 75 คน

เนื่องจากการแพร่ระบาดของโควิด 19 ทำให้การจัดการเรียนรู้ในทุกระดับต้องเปลี่ยนแปลงจากออฟไลน์เป็นออนไลน์ การปรับเปลี่ยนดังกล่าวไม่เพียงส่งผลต่อผู้สอนเท่านั้น แต่ยังส่งผลต่อทัศนคติและการเตรียมตัวของผู้สอนเป็นอย่างมาก (Mardiana, 2020) หลังจากศูนย์พัฒนาวิชาการด้านการตลาดท่องเที่ยว (TAT Academy) งานพัฒนาการเรียนรู้ กองการเรียนรู้ด้านการตลาดท่องเที่ยว ได้จัดทำ “หลักสูตรการตลาดท่องเที่ยวอย่างรับผิดชอบ” สำหรับ 6 กลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ บริษัทนำเที่ยว ชุมชนท่องเที่ยว ธุรกิจที่พัก มัคคุเทศก์ สถาบันการศึกษา และหน่วยงานภาครัฐและภาคเอกชนที่เกี่ยวข้องกับแหล่งท่องเที่ยว ในระหว่างปี พ.ศ. 2563 และ 2564 ไปแล้วนั้น โครงการดังกล่าวมีผู้เข้าร่วมเรียนรู้และฝึกอบรมทั้งหมด จำนวน 224 คน จากการเรียนหลักสูตรดังกล่าว TAT Academy จึงได้กำหนดให้มีการติดตามและประเมินผลการเรียน เพื่อจะได้ทราบว่า ผลที่ได้รับจากการฝึกอบรมหลักสูตรที่จัดขึ้นนั้นบรรลุตามวัตถุประสงค์ของหลักสูตรหรือไม่ มีประสิทธิภาพมากน้อยเพียงใด โดยหวังว่าผลจากการติดตามและประเมินผลจะแสดงให้เห็นถึงความสำเร็จ จุดแข็ง จุดอ่อน และแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขการดำเนินโครงการที่ผ่านมา และในเวลาเดียวกันผลการประเมินจะเป็นประโยชน์ต่อทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้องในการปรับหรือกำหนดทิศทางการธุรกิจของตนเอง โดยเฉพาะจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาศักยภาพให้กับผู้ประกอบการธุรกิจท่องเที่ยว และการประเมินยังทำให้ได้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาและการจัดการหลักสูตรการตลาดท่องเที่ยวอย่างรับผิดชอบอีกด้วย (Faizah, Ambarwati, and Rahayu, 2021)

ดังนั้น คณะผู้วิจัยจึงต้องการสำรวจหาแนวทางการปรับปรุงหลักสูตรการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น และในเวลาเดียวกัน จะทำการสำรวจทิศทางความสนใจของผู้เรียนในหลักสูตรอื่น ๆ ที่อาจเป็นประโยชน์ในอนาคต เพื่อส่งเสริมให้เกิดการพัฒนาแบบธุรกิจท่องเที่ยวอย่างรับผิดชอบในมุมมองใหม่ และกลยุทธ์การตลาดใหม่ในการส่งเสริมให้เกิดการท่องเที่ยวอย่างรับผิดชอบ อีกทั้งผลของการวิจัยยังเป็นแนวในการพัฒนาหลักสูตรอื่น ๆ และปรับปรุงหลักสูตรที่มีอยู่แล้ว ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

วัตถุประสงค์

1. เพื่อทราบความต้องการเรียนหลักสูตรอื่น ๆ ที่เป็นประโยชน์กับผู้เรียนในอนาคต
2. เพื่อหาแนวทางปรับปรุงหลักสูตรการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

2. วิธีการศึกษา

การวิจัยเรื่องนี้เก็บรวบรวมข้อมูลจากผู้ร่วมโครงการวิจัยทุกคน ซึ่งทุกคนผ่านการอบรมหลักสูตรการตลาดท่องเที่ยวอย่างรับผิดชอบแล้ว โดยแบ่งออกตามกลุ่มอาชีพของผู้ร่วมทั้งผู้ที่สอบผ่านและสอบไม่ผ่านการเรียนหลักสูตรการตลาดท่องเที่ยวอย่างรับผิดชอบในปี 2563-2564 ทั้ง 6 กลุ่มเป้าหมาย รวมทั้งสิ้น 224 คน ดังนี้

ปี 2563	บริษัทนำเที่ยว	จำนวน 28 คน
ปี 2564	บริษัทนำเที่ยว	จำนวน 121 คน
	ชุมชนท่องเที่ยว	จำนวน 15 คน
	มัคคุเทศก์	จำนวน 15 คน
	ธุรกิจที่พัก	จำนวน 15 คน
	สถาบันการศึกษา	จำนวน 15 คน
	หน่วยงานภาครัฐและภาคเอกชนที่เกี่ยวข้องกับแหล่งท่องเที่ยว	จำนวน 15 คน

วิธีดำเนินการวิจัย แบ่งเป็น 2 ส่วนหลักดังนี้

1. การจัดทำแบบสอบถาม โดยจัดทำเป็นแบบสอบถามออนไลน์ และดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลจากผู้เคยผ่านการเรียนทุกคนด้วยการส่งลิงก์แบบสำรวจทางอีเมลเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้ นำความรู้ไปใช้หรือการทำงานอันเนื่องมาจากการเรียนในหลักสูตรการตลาดท่องเที่ยวอย่างรับผิดชอบที่ได้เรียนรู้ไปใช้ประโยชน์ ผลการสำรวจได้รับแบบสอบถามคืนทั้งหมด 111 ฉบับ แล้วผู้วิจัยจัดทำรายงานสรุปผลจากแบบสอบถามสำหรับ 6 กลุ่มเป้าหมาย เพื่อนำประเด็นสำคัญไปเป็นหัวข้อในการประชุมระดมสมอง
2. การจัดกิจกรรมประชุมระดมความคิดเห็นสำหรับ 6 กลุ่มเป้าหมาย จัดกิจกรรมประชุมระดมความคิดเห็น (Focus Group) เพื่อแลกเปลี่ยนประสบการณ์ จำนวน 1 ครั้ง โดยมีผู้เข้าร่วมกิจกรรมจำนวน 20 คน ที่โรงแรมเอเชีย กรุงเทพฯ

3. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบสอบถามสำหรับติดตามและประเมินผลผู้เรียนในหลักสูตรการตลาดท่องเที่ยวอย่างรับผิดชอบทั้ง 6 กลุ่มเป้าหมาย และการประชุมระดมสมอง พบผลการศึกษาดังต่อไปนี้

1. ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ผู้ตอบแบบสอบถามแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ กลุ่มผู้ผ่านการเรียน และกลุ่มผู้ไม่ผ่านการเรียน มีจำนวนทั้งสิ้น 224 คน โดยจำนวนผู้ตอบแบบสอบถามรวมของทั้ง 2 กลุ่ม คือ 111 คน คิดเป็นร้อยละ 49.55 ทั้งนี้แต่ละกลุ่มใหญ่แยกออกเป็น 6 กลุ่มเป้าหมาย คือ บริษัทนำเที่ยว ปี พ.ศ. 2563-2564 มัคคุเทศก์ ชุมชนท่องเที่ยว ธุรกิจที่พัก สถาบันการศึกษา และหน่วยงานภาครัฐและเอกชนที่เกี่ยวข้องกับแหล่งท่องเที่ยว โดยผู้ผ่านการเรียนมีจำนวนทั้งสิ้น 156 คน ตอบแบบสอบถามเป็นจำนวน 80 คน คิดเป็นร้อยละ 51.28 และผู้ไม่ผ่านการเรียนมีจำนวนทั้งสิ้น 68 คน ตอบแบบสอบถามเป็นจำนวน 31 คน คิดเป็นร้อยละ 45.59 โดยมีรายละเอียดดังแสดงตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงจำนวนผู้ประกอบการธุรกิจท่องเที่ยวและจำนวนผู้ตอบแบบสอบถาม

ผู้ประกอบการธุรกิจท่องเที่ยว	ผู้ผ่านการเรียน			ผู้ไม่ผ่านการเรียน			รวมผู้ตอบแบบสอบถาม	
	จำนวน	ผู้ตอบแบบสอบถาม	ร้อยละ	จำนวน	ผู้ตอบแบบสอบถาม	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
บริษัทนำเที่ยว ปี พ.ศ. 2563-2564	95	38	40.00	54	21	38.89	59	39.60
มัคคุเทศก์	14	11	78.57	1	1	100.00	12	80.00
ชุมชนท่องเที่ยว	11	8	72.73	4	3	75.00	11	73.33
ธุรกิจที่พัก	11	5	45.45	4	3	75.00	8	53.33
สถาบันการศึกษา	14	7	50.00	1	1	100.00	8	53.33
หน่วยงานภาครัฐและเอกชนฯ	11	11	100.00	4	2	50.00	13	86.67
รวม	156	80	51.28	68	31	45.59	111	49.55

2. วัตถุประสงค์ข้อที่ 1 เพื่อทราบความต้องการเรียนหลักสูตรอื่น ๆ ที่เป็นประโยชน์กับผู้เรียนในอนาคต

วัตถุประสงค์ข้อนี้ มีเป้าหมายเพื่อรับฟังข้อเสนอแนะในการพัฒนาหลักสูตร ความต้องการและความคาดหวังในการพัฒนาศักยภาพให้กับผู้ประกอบการธุรกิจท่องเที่ยวในอนาคต ซึ่งผลการวิจัยสามารถสรุปได้ ดังนี้

จากข้อมูลพบว่าผู้ตอบแบบสอบถามในกลุ่มผู้ผ่านการเรียนจำนวน 80 คน แสดงความประสงค์จะเข้าเรียนหลักสูตร ททท. จะดำเนินการจัดทำหลักสูตรอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการท่องเที่ยวอีกเป็นจำนวน 79 คน โดยมี 1 คนที่ไม่ประสงค์เข้าเรียนเนื่องจากไม่ได้ทำงานในอุตสาหกรรมท่องเที่ยวแล้ว ทั้งนี้สามารถจำแนกเหตุผลของผู้ที่ประสงค์เข้าเรียนโดยแยกตามกลุ่มเป้าหมายได้ดังนี้

- บริษัทนำเที่ยว ให้เหตุผลหลักว่าต้องการเรียนเนื่องจากต้องการความรู้ใหม่ๆ ที่ทันสมัย ตอบโจทย์การทำงานในอนาคต สามารถนำมาพัฒนาตัวเอง พัฒนางองค์กร ปรับปรุงการทำงานและต่อยอดธุรกิจได้ และต้องการรักษาและสร้างการท่องเที่ยวที่ยั่งยืน
- มัคคุเทศก์ ให้เหตุผลหลักว่าเพราะการจัดอบรมของ ททท. นั้นมีเนื้อหาที่น่าสนใจและสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการทำงานจริงได้
- ชุมชนท่องเที่ยว ให้เหตุผลหลักว่าเชื่อมั่นในการจัดหลักสูตรของ ททท. ว่าเนื้อหาที่มีประโยชน์ ได้ความรู้ที่ทันสมัยนำมาใช้ในชุมชนได้จริง และยังได้เครือข่ายด้านการท่องเที่ยวที่เป็นประโยชน์ต่อการทำงาน
- ธุรกิจที่พัก ให้เหตุผลหลักว่าสามารถนำความรู้มาพัฒนาต่อยอดในการดำเนินธุรกิจที่พัก และสร้างเครือข่ายในการทำงานได้
- สถาบันการศึกษา ให้เหตุผลหลักว่าเพราะต้องการความรู้ที่เป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอน และยังได้เครือข่ายกับหน่วยงานต่างๆ เพิ่มขึ้น
- หน่วยงานภาครัฐและเอกชน ให้เหตุผลหลักว่าเชื่อมั่นในเนื้อหาที่เป็นประโยชน์ ทันสมัยและสอดคล้องกับรูปแบบการท่องเที่ยวในปัจจุบันและในอนาคต สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับงานที่รับผิดชอบได้ และยังได้พัฒนาศักยภาพของตัวเอง รวมทั้งยังได้เครือข่ายที่หลากหลายไปต่อยอดการทำงานได้

ในขณะที่ผู้ตอบแบบสอบถามในกลุ่มผู้ไม่ผ่านการเรียนจำนวน 31 คน ทุกคนแสดงความประสงค์จะเข้าเรียนหลักสูตร ททท. จะดำเนินการจัดทำหลักสูตรอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการท่องเที่ยวอีก โดยสามารถจำแนกเหตุผลของผู้ที่ประสงค์เข้าเรียนโดยแยกตามกลุ่มเป้าหมายได้ดังนี้

- บริษัทนำเที่ยว ให้เหตุผลหลักว่าต้องการเรียนเนื่องจากต้องการความรู้ใหม่ๆ เพื่อพัฒนาตัวเองและการทำงานในองค์กร และต้องการให้เน้นความรู้ที่บริษัทนำเที่ยวสามารถนำไปใช้ได้
- มัคคุเทศก์ ให้เหตุผลหลักว่าต้องการความรู้ใหม่ๆ
- ชุมชนท่องเที่ยว ให้เหตุผลหลักว่าต้องการความรู้มาพัฒนาการท่องเที่ยวชุมชน
- ธุรกิจที่พัก ให้เหตุผลหลักว่ามั่นใจว่าเนื้อหาในการเรียนจะดี และมีประโยชน์
- หน่วยงานภาครัฐและเอกชน ให้เหตุผลหลักว่าต้องการเพิ่มความรู้ให้ตัวเอง พัฒนางองค์กร และยกระดับศักยภาพการท่องเที่ยวในชุมชน

โดยสรุปแล้วหาก ททท. จะดำเนินการจัดทำหลักสูตรอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการท่องเที่ยวอีก กลุ่มเป้าหมายทั้ง 6 กลุ่มทั้งผู้ผ่านการเรียนและไม่ผ่านการเรียนประสงค์จะเข้าเรียนอีก เพราะมั่นใจในหลักสูตรของ ททท. ต้องการความรู้ใหม่ ๆ ที่จะนำไปใช้พัฒนาตนเองและองค์กร และได้สร้างเครือข่ายในการทำงาน

สำหรับหลักสูตรอื่นนอกเหนือจากหลักสูตรด้านการตลาดท่องเที่ยวอย่างรับผิดชอบที่กลุ่มผู้ผ่านการเรียนต้องการให้ ททท. เปิดสอน สามารถจำแนกคำตอบโดยแยกตามกลุ่มเป้าหมายได้ ดังนี้

- บริษัทนำเที่ยว ระบุหลักสูตรที่ต้องการให้ ททท. เปิดสอน ดังนี้ การตลาดออนไลน์ การท่องเที่ยวรูปแบบต่าง ๆ เพื่อรองรับนักท่องเที่ยวในอนาคต การพัฒนาทักษะการทำงานของบุคลากรในองค์กร การต้อนรับนักท่องเที่ยว และ BCG
- มัคคุเทศก์ ระบุหลักสูตรที่ต้องการให้ ททท. เปิดสอน ดังนี้ การท่องเที่ยวรูปแบบต่าง ๆ เพื่อรองรับนักท่องเที่ยวกลุ่มใหม่ๆ การบริหารจัดการที่เกี่ยวข้องกับงานมัคคุเทศก์ การทำการตลาดอย่างมีประสิทธิภาพ กิจกรรมการท่องเที่ยวในชุมชน
- ชุมชนท่องเที่ยว ระบุหลักสูตรที่ต้องการให้ ททท. เปิดสอน ดังนี้ การใช้สื่อออนไลน์เพื่อการตลาดและการประชาสัมพันธ์ การบัญชีและการคิดราคาขายสินค้าและบริการทางการท่องเที่ยว การบริหารจัดการการ

ท่องเที่ยวในชุมชน มัคคุเทศก์ท้องถิ่น การสร้างนักร้องเรื่อง การออกแบบผลิตภัณฑ์ การท่องเที่ยวรูปแบบต่างๆ ที่เน้นการมีส่วนร่วมของชุมชน

- ธุรกิจที่พัก ระบุหลักสูตรที่ต้องการให้ ททท. เปิดสอน ดังนี้ การบริหารจัดการองค์กร การพัฒนาบุคลากร การตลาดการท่องเที่ยวชุมชน การตลาดออนไลน์ การสร้างธุรกิจเครือข่ายเพื่อการท่องเที่ยวชุมชนอย่างยั่งยืน แนวทางการปรับตัวของธุรกิจ สถานการณ์โควิด-19 การพัฒนาชุมชนให้เป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงวิถีชีวิต
- สถาบันการศึกษา ระบุหลักสูตรที่ต้องการให้ ททท. เปิดสอน ดังนี้ การท่องเที่ยวรูปแบบต่างๆ การตลาดการท่องเที่ยวสมัยใหม่ การท่องเที่ยวชุมชนในเขตพื้นที่พิเศษ นักเล่านักท่องเที่ยวชุมชนท่องเที่ยว นวัตกรรมทางการท่องเที่ยว และ BCG
- หน่วยงานภาครัฐและเอกชนฯ ระบุหลักสูตรที่ต้องการให้ ททท. เปิดสอน ดังนี้ เครื่องมือสำหรับการสื่อสาร และการประชาสัมพันธ์ที่เหมาะสมกับแต่ละกลุ่มเป้าหมาย การท่องเที่ยวรูปแบบใหม่ การตลาดการท่องเที่ยว ในยุคดิจิทัล

ในขณะที่กลุ่มผู้ไม่ผ่านการเรียนต้องการให้ ททท. เปิดสอนหลักสูตรอื่นที่นอกเหนือจากหลักสูตรการตลาดท่องเที่ยวอย่างรับผิดชอบ โดยสามารถจำแนกคำตอบตามกลุ่มเป้าหมายได้ ดังนี้

- บริษัทนำเที่ยว ระบุหลักสูตรที่ต้องการให้ ททท. เปิดสอน ดังนี้ การท่องเที่ยวรูปแบบต่าง ๆ การบริหารจัดการธุรกิจนำเที่ยวในด้านต่างๆ การขาย และการตลาดแนวใหม่
- มัคคุเทศก์ ระบุหลักสูตรที่ต้องการให้ ททท. เปิดสอน ดังนี้ การให้บริการนักท่องเที่ยวกลุ่มใหม่ ๆ และการทำตลาดท่องเที่ยวแนวใหม่
- ชุมชนท่องเที่ยว ระบุหลักสูตรที่ต้องการให้ ททท. เปิดสอน ดังนี้ การตลาด การท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ และการท่องเที่ยวแนวใหม่
- ธุรกิจที่พัก ระบุหลักสูตรที่ต้องการให้ ททท. เปิดสอน ดังนี้ การบริหารจัดการธุรกิจที่พัก และการตลาดออนไลน์
- สถาบันการศึกษา ระบุหลักสูตรที่ต้องการให้ ททท. เปิดสอน ดังนี้ BCG และ SDGs
- หน่วยงานภาครัฐและเอกชนฯ ระบุหลักสูตรที่ต้องการให้ ททท. เปิดสอน ดังนี้ การยกระดับการท่องเที่ยวชุมชน นวัตกรรมทางการท่องเที่ยว การตลาดออนไลน์ และ BCG

โดยสรุปแล้วนอกเหนือจากหลักสูตรด้านการตลาดท่องเที่ยวอย่างรับผิดชอบ กลุ่มเป้าหมายทั้ง 6 กลุ่ม ต้องการให้ ททท. เปิดหลักสูตรเกี่ยวกับด้านการท่องเที่ยวรูปแบบใหม่ๆ เพื่อรองรับการเติบโตของนักท่องเที่ยวกลุ่มต่างๆ การบริหารจัดการองค์กร เพื่อเพิ่มศักยภาพของบุคลากร การตลาดออนไลน์ BCG และ SDGs

จากข้อมูลพบว่าผู้ตอบแบบสอบถามจำนวน 31 คนของกลุ่มผู้ไม่ผ่านการเรียนได้ระบุสาเหตุที่ทำให้เรียนไม่สำเร็จโดยแยกตามกลุ่มเป้าหมายได้ดังนี้

- บริษัทนำเที่ยว ระบุสาเหตุหลักว่า ช่วงเวลาเรียนไม่เหมาะสม ไม่มีเวลาเข้าเรียน และเนื้อหาการเรียนไม่ตรงกับความต้องการ
- มัคคุเทศก์ ระบุสาเหตุหลักว่า ช่วงเวลาเรียนยาวเกินไป และขาดการฝึกปฏิบัติทำให้ขาดความเข้าใจเนื้อหาการเรียน
- ชุมชนท่องเที่ยว ระบุสาเหตุหลักว่า ไม่สามารถจัดสรรเวลาเพื่อเข้าเรียนได้ และขาดความรู้ความเข้าใจในระบบการเรียนออนไลน์
- ธุรกิจที่พัก ระบุสาเหตุหลักว่า ไม่มีเวลาเข้าเรียน และไม่มีที่ปรึกษาในการเรียนออนไลน์
- สถาบันการศึกษา ระบุสาเหตุหลักว่า ไม่มีเวลาในการทำงานส่งตามเวลาที่กำหนด
- หน่วยงานภาครัฐและเอกชนฯ ระบุสาเหตุหลักว่า ไม่มีเวลาเข้าเรียน และไม่ได้รับแจ้งกิจกรรมจนครบทุกกิจกรรม

โดยสรุปแล้วสาเหตุที่ทำให้กลุ่มเป้าหมายทั้ง 6 กลุ่มเรียนไม่สำเร็จ คือ ไม่มีเวลาในการเรียน ช่วงเวลาเรียนยาวเกินไป เนื้อหาการเรียนไม่ตรงกับที่ต้องการเรียน และการขาดความรู้ในระบบการเรียนแบบออนไลน์

3. วัตถุประสงค์ข้อที่ 2 เพื่อหาแนวทางปรับปรุงหลักสูตรการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

วัตถุประสงค์ข้อนี้ มีเป้าหมายเพื่อให้ผู้ผ่านการเรียนและไม่ผ่านการเรียนหลักสูตรการตลาดท่องเที่ยวอย่างรับผิดชอบ แบ่งปันประสบการณ์ร่วมกัน และรวบรวมข้อมูลไว้เป็นกรณีศึกษาที่เกิดจากการเรียนรู้ในเรื่องการตลาดท่องเที่ยวอย่างรับผิดชอบ

เพื่อเป็นแบบอย่างต่อไป และเพื่อบูรณาการการทำงานร่วมกันของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทั้งหน่วยงานภายในและภายนอก ททท. เพื่อจัดทำข้อเสนอแนะในการพัฒนาศักยภาพของผู้ประกอบการธุรกิจท่องเที่ยว ซึ่งผลการวิจัยสามารถสรุปได้ ดังนี้

- ผู้เข้าร่วมส่วนใหญ่มีความเห็นตรงกันว่า การเรียนออนไลน์ทำให้ไม่สามารถถามข้อสงสัยได้โดยตรงกับผู้สอน จึงเป็นอุปสรรคในการทำความเข้าใจกับเนื้อหาที่เรียน
- ผู้ดูแล/ความช่วยเหลือ ให้ความช่วยเหลือดีมาก
- ช่วงเดือนของปีที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการเรียนออนไลน์ ผู้เข้าร่วมมีความเห็นที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับภาระงานในแต่ละเดือนซึ่งไม่ตรงกัน
- ช่วงวันของสัปดาห์ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการเรียนออนไลน์มีความแตกต่างกัน ดังนี้ กลุ่มบริษัทนำเที่ยวสะดวกเป็นวันธรรมดา ส่วนกลุ่มชุมชนท่องเที่ยว สถาบันการศึกษา และหน่วยงานภาครัฐและเอกชนฯ สะดวกเป็นวันเสาร์
- ระยะเวลาของการเรียนหลักสูตรออนไลน์ที่เหมาะสม ควรใช้เวลานาน 2-3 เดือน
- รูปแบบของการเรียนที่เหมาะสมเป็นไปได้ทั้งรูปแบบของการเรียนแบบในสถานที่ และ ออนไลน์ แต่ลักรูปแบบควรมีการปรับที่เหมาะสมกับผู้เรียน

4. สรุป

การวิจัยการประยุกต์ใช้การเรียนออนไลน์ในยุคโควิด: หลักสูตรการตลาดท่องเที่ยวอย่างรับผิดชอบ พบว่าผู้ตอบแบบสอบถามมีจำนวน 111 คน แบ่งเป็นกลุ่มผู้ผ่านการเรียนจำนวน 80 คน และกลุ่มผู้ไม่ผ่านการเรียนจำนวน 31 คน โดยภาพรวมกลุ่มผู้ผ่านการเรียนส่วนใหญ่ได้นำความรู้จากการเรียนไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาสินค้าและบริการ และประสบความสำเร็จตามเป้าหมายที่คิดไว้ และยังได้นำความรู้จากการเรียนไปใช้ส่งเสริมกิจกรรมการท่องเที่ยวอีกด้วย ในขณะที่ครึ่งหนึ่งของกลุ่มผู้ไม่ผ่านการเรียนไม่สามารถนำความรู้ไปใช้ได้

กลุ่มผู้ผ่านการเรียนให้ข้อเสนอแนะว่า หลักสูตรนี้เป็นหลักสูตรที่ดี แต่ควรเพิ่มเติมตัวอย่างการนำแนวคิดไปใช้ในการปฏิบัติจริงเพื่อเพิ่มความเข้าใจ และอาจปรับรูปแบบการทำกิจกรรมกลุ่มให้เป็นการรวมกลุ่มจากหลากหลายสาขาอาชีพ รวมทั้งควรมีการจัดกิจกรรมอย่างต่อเนื่องภายหลังสิ้นสุดการอบรม ในขณะที่กลุ่มไม่ผ่านการเรียนให้ข้อเสนอแนะว่า หลักสูตรควรเพิ่มการอบรมเชิงปฏิบัติการ และนำตัวอย่างต้นแบบที่ประสบความสำเร็จมาประกอบการเรียนรู้ รวมทั้งยังต้องการให้มีการจัดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมการตลาดในเรื่องการตลาดท่องเที่ยวอย่างรับผิดชอบอย่างต่อเนื่อง ข้อมูลจากทั้งสองกลุ่มนี้สอดคล้องกับที่ ชโรชินี ไซมินทร์ (2562) ได้อธิบายว่า การสอนออนไลน์นั้นจำเป็นต้องมีรูปแบบการสอนที่หลากหลายโดยต้องพิจารณาบริบทของผู้เรียนด้วย เพื่อจัดกระบวนการเรียนรู้ให้เหมาะสมและเกิดการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง

โดยสรุป นอกจากหลักสูตรการตลาดท่องเที่ยวอย่างรับผิดชอบแล้ว หลักสูตรอื่นๆ ที่เป็นประโยชน์กับผู้เรียนในอนาคต เช่น หลักสูตรการตลาดออนไลน์ หลักสูตรที่เน้นด้านความสัมพันธ์และการสร้างเครือข่ายระหว่างผู้เรียน เน้นเนื้อหากลุ่มตลาดในปัจจุบันที่ทันสมัย และควรเพิ่มหลักสูตรจริยธรรมและคุณธรรม หลักสูตรมีคฤศเทศก้น้อย หลักสูตรการประกอบการธุรกิจโรงแรมอย่างรับผิดชอบ โครงสร้างของการทำธุรกิจที่พัก กฎหมายและการบริการ เทคโนโลยี ภาษาและการสื่อสาร เป็นต้น

ในขณะเดียวกัน การจัดกิจกรรมประชุมระดมความคิดเห็น (Focus group) เพื่อหาแนวทางปรับปรุงหลักสูตรการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น พบว่า ปัญหาและอุปสรรคที่พบระหว่างการเรียนในหลักสูตรฯ ด้านเนื้อหาการเรียน ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน ด้านระบบที่นำมาใช้ในการเรียนการสอน และด้านช่วงเวลาและระยะเวลาที่เรียน ผู้เข้าร่วมส่วนใหญ่ไม่พบปัญหาในด้านนี้ แต่ด้านวิธีการเรียนการสอน ผู้เข้าร่วมส่วนใหญ่มีความเห็นตรงกันว่า การเรียนออนไลน์ทำให้ไม่สามารถถามข้อสงสัยได้โดยตรงกับผู้สอน จึงเป็นอุปสรรคในการทำความเข้าใจกับเนื้อหาที่เรียน รวมถึงผู้สอนไม่มีความสามารถในการดึงดูดให้ผู้เรียนสนใจเรียน ซึ่งแนวคิดนี้ตรงกับที่ Peimani and Kamalipour (2021) และ วณิช พึ่งชมภู ญัฐธยาน์ สุวรรณคุณหาสน์ และ บำเหน็จ แสงรัตน์ (2560) ได้อธิบายว่าปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนและผู้เรียนเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้การเรียนการสอนออนไลน์ประสบความสำเร็จ ในทางตรงกันข้ามผู้ดูแล/ความช่วยเหลือ ให้ความช่วยเหลือดีมาก โดยช่วงเดือนของปีที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการเรียนออนไลน์ ผู้เข้าร่วมมีความเห็นที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับภาระงานในแต่ละเดือนซึ่งไม่ตรงกัน แต่ช่วงวันใดของสัปดาห์ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการเรียนออนไลน์ กลุ่มบริษัทนำเที่ยวสะดวกเป็นวันธรรมดา ส่วนกลุ่มชุมชนท่องเที่ยว สถาบันการศึกษา และหน่วยงานภาครัฐและเอกชนฯ สะดวกเป็นวันเสาร์ โดยระยะเวลาของการเรียนหลักสูตรออนไลน์ที่เหมาะสม ควรใช้เวลานาน 2-3 เดือน และรูปแบบของการเรียนที่เหมาะสมเป็นไปได้ทั้งรูปแบบของการเรียนแบบในสถานที่ และ ออนไลน์ แต่ลักรูปแบบควรมีการปรับที่เหมาะสมกับผู้เรียน นอกจากนี้ ตัวแทนบริษัทนำเที่ยว แนะนำให้มีการต่อยอดจากเนื้อหาที่เรียน ต่อยอดแบบเจาะลึก

เนื้อหาประเด็นที่สำคัญ ให้ผู้เรียนเลือกได้ว่า อยากจะเรียนต่อยอดเนื้อหาด้านไหน ทางหลักสูตรควรมีเวลาให้ผู้เรียนแต่ละคน ได้สรุปสิ่งที่เรียนมาตั้งแต่บทแรกไปจนถึงบทสุดท้าย ควรมีการสร้างเครือข่ายให้เกิดขึ้นจริงๆ ในธุรกิจ ควรมีการให้ผู้เข้าร่วมได้ลงมือปฏิบัติ และควรเพิ่มเติมเนื้อหาด้านการตลาดมากกว่านี้ ประเด็นทั้งหมดนี้ตรงกับผลการศึกษาของ Almaiah, Al-Khasawneh and Althunibat (2020) และ วริศา วรวงศ์, พูลทรัพย์ ลาภเจียม และวารภรณ์ บุญยงค์ (2562) ที่พบว่าการจัดการเรียนการสอนออนไลน์สำหรับสาขาวิชาชีพนั้นจำเป็นต้องมีการฝึกทักษะในขณะเรียนร่วมด้วย เพื่อให้การเรียนบรรลุวัตถุประสงค์อย่างแท้จริง

ข้อเสนอแนะ

จากการติดตามและประเมินผลผู้เรียนหลักสูตรการตลาดท่องเที่ยวอย่างรับผิดชอบในครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะเพื่อให้การท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย (ททท.) ได้นำไปพิจารณา ดังต่อไปนี้

1. ททท. ควรศึกษาความต้องการของกลุ่มเป้าหมายและออกแบบหลักสูตรให้เฉพาะเจาะจงตามกลุ่มเป้าหมาย เพราะในความเป็นจริงแล้วกลุ่มเป้าหมายแต่ละกลุ่มมีลักษณะและความต้องการเฉพาะของตนซึ่งอาจแตกต่างกัน เช่น กลุ่มเป้าหมายคือบริษัทนำเที่ยว และอีกกลุ่มคือมัคคุเทศก์ ลักษณะของบริษัทนำเที่ยวและมัคคุเทศก์นั้นมีธรรมชาติที่แตกต่างกัน และความต้องการของแต่ละกลุ่มก็มีความแตกต่างกัน ดังนั้น ททท. จึงควรศึกษาลักษณะและความต้องการของกลุ่มเป้าหมาย เพื่อให้สามารถออกแบบหลักสูตรได้ตรงกับความต้องการ ลักษณะอาชีพของแต่ละกลุ่มเป้าหมาย

2. ททท. ควรออกแบบการเรียนรู้ให้ผู้เรียนสามารถเรียนได้ตามความพร้อมของผู้เรียนให้มากขึ้น เช่น การกำหนดให้ผู้เรียนต้องเรียนวิชาที่ 1 จบก่อนแล้วจึงเปิดให้เรียนวิชาที่ 2 หรือวิชาต่อ ๆ ไปได้นั้น ผู้เรียนบางคนมีความพร้อมที่จะเรียนได้เร็วและต่อเนื่อง แต่ด้วยลักษณะการจัดการเรียนที่ผ่านมา ผู้เรียนคนนั้นจำเป็นต้องรอให้ถึงเวลาเปิดให้เรียนในวิชาต่อไปก่อนจึงจะสามารถเรียนต่อไปได้ ซึ่งในความเป็นจริงนั้น คนแต่ละคนมีเวลามากน้อยในแต่ละวัน แต่ละสัปดาห์ไม่เท่ากัน และความสามารถในการเรียนรู้ได้ช้าเร็วไม่เท่ากันด้วย

3. ททท. อาจพิจารณาวัตถุประสงค์ของหลักสูตรในแง่ที่ต้องการจะเพิ่มจำนวนผู้เรียนรู้ให้มากที่สุดหรือไม่ หากมีวัตถุประสงค์ลักษณะนี้ควรออกแบบหลักสูตรให้เป็นหลักสูตรที่เปิดมากที่สุด เปิดทั้งในแง่ของจำนวนผู้เรียน เวลาที่สามารถเข้าถึงบทเรียนได้ (เรียนที่ไหน เวลาใดก็ได้) ตัวอย่างเช่น การเปิดหลักสูตรในระบบ MOOC คือ Massive Open Online Courses หมายถึง การจัดการเรียนการสอนในรูปแบบออนไลน์ ที่รองรับผู้เรียนจำนวนมาก ไม่จำกัดเพศ วัย การศึกษา โดยให้บริการฟรีและเป็นการเรียนรู้แบบเรียนได้ทุกที่ ทุกเวลา ผ่านสมาร์ตโฟน คอมพิวเตอร์ แท็บเล็ต โดยเรียนผ่านวิดีโอ บรรยายโดยอาจารย์เจ้าของวิชา มีแบบฝึกหัดหลังบทเรียน

4. ระบบ LMS (Learning Management System) หรือ ระบบจัดการการเรียนการสอนออนไลน์ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต หรือ Platform ที่ใช้จัดการเรียนการสอนต้องเข้าถึงได้ง่าย ไม่ควรมีขั้นตอนในการเข้าใช้งานมากนัก

5. หลักสูตรควรมีประโยชน์และเน้นในแง่ของการนำความรู้ไปใช้ แต่ไม่ควรเน้นประโยชน์ในแง่การนำไปรับรอง (certificate) ไปใช้อวดอ้างหรือหาประโยชน์เพียงผิวเผิน โดยไม่ได้นำความรู้หรือหลักการที่เรียนรู้จากหลักสูตรไปใช้จริง

6. ในกรณีที่ ททท. ต้องการพัฒนาให้หลักสูตรที่ทำการสอนสามารถเทียบค่าได้หรือเทียบโอนได้กับหลักสูตรในสถาบันการศึกษาอื่น ๆ (ซึ่งสามารถทำได้) ททท. อาจจัดการเรียนการสอนให้มีระบบการประเมินผลการศึกษาที่มีความเป็นมาตรฐานทำนองเดียวกับสถาบันการศึกษาอื่นๆ หรือกำหนดให้ผู้เรียนของ ททท. เมื่อเรียนสำเร็จแล้วให้เข้าสอบเทียบความรู้จากสถาบันที่มีการรับรองคุณวุฒิอื่นๆ ได้

7. หนังสือรับรอง (certificate) ควรมีรหัสเป็นตัวอักษรผสมตัวเลข เช่น RT-000001 เรียงตามลำดับที่การจบโดยไม่มีซ้ำกัน เพื่อให้เกิดความรู้สึกเฉพาะ เป็นพิเศษ ภูมิใจ ในมุมหนึ่ง ททท. สามารถนับจำนวนผู้ที่จบจากหลักสูตรนั้นๆ ได้ง่าย และในอีกมุมหนึ่ง ยังสามารถตรวจสอบหนังสือรับรองปลอมได้ดีและรวดเร็วอีกด้วย เพราะชื่อผู้รับหนังสือรับรองกับรหัสต้องตรงกันกับฐานข้อมูลผู้จบการศึกษาที่ ททท. มีบันทึกอยู่ในระบบการเรียน

8. ควรจัดให้มีการประกวดผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการเรียน เช่น การออกแบบเส้นทางท่องเที่ยว หรือผลงานอื่นๆ ที่ได้นำความรู้จากการเรียนไปต่อยอดหรือประยุกต์ แต่ผู้ส่งผลงานเข้าประกวดต้องมีหนังสือรับรอง (certificate) ด้วย เพื่อส่งเสริมผู้ที่ยื่นสำเร็จจาก ททท. เท่านั้น ผู้ไม่ผ่านการเรียนจะไม่มีสิทธิส่งผลงานเข้าร่วมกิจกรรมนี้ และกิจกรรมนี้ควรมีการประกาศล่วงหน้าในระยะเวลาสั้น (ไม่น้อยกว่า 6 เดือน) เพื่อให้ผู้สนใจมีเวลาเตรียมการหรือดำเนินการ หรืออาจมีแผนให้จัดเป็นประจำทุกปีหรือทุกสองปี เป็นต้น

9. ควรมีกิจกรรม re-union อย่างสม่ำเสมอ เช่น ปีละครั้ง โดยอาจเชิญผู้มีชื่อเสียงหรือผู้มีความรู้ในเรื่องที่เกี่ยวข้องมาบรรยายในช่วงแรก ประมาณครึ่งวันเช้า แล้วจึงเข้ากิจกรรมกลุ่มในช่วงบ่าย หรือกิจกรรมอื่นๆ ที่ ททท. เห็นสมควร เพื่อทบทวนความรู้ สร้างเครือข่าย รับฟังข้อดีข้อเสีย อาจให้ผู้เข้าร่วมออกค่าใช้จ่ายบางส่วนเพื่อลดต้นทุนของ ททท.

5. กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยเรื่อง การประยุกต์ใช้การเรียนออนไลน์ในยุคโควิด: หลักสูตรการตลาดท่องเที่ยวอย่างรับผิดชอบ ได้รับการสนับสนุนจากศูนย์พัฒนาวิชาการด้านการตลาดท่องเที่ยว (TAT Academy) กองการเรียนรู้ด้านการตลาดท่องเที่ยว การท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย (ททท.) จนกระทั่งการวิจัยครั้งนี้สำเร็จเรียบร้อยด้วยดี ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

6. เอกสารอ้างอิง

- ชโรชนีชัย มินทร์. 2562. MOOC: เพื่อการเรียนรู้ตลอดชีวิตในศตวรรษที่ 21. วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่.1(1), 46-70.
- วนิษา พิงชมภู, ญัฐธยาน์ สุวรรณคฤหาสน์ และ บำเหน็จ แสงรัตน์. 2560. การพัฒนานวัตกรรมทางการศึกษาพยาบาล: การสอนออนไลน์แบบเปิดสำหรับมหาชนในกระบวนวิชาการพยาบาลผู้สูงอายุ. พยาบาลสาร. 44(พิเศษ 2), 103-110.
- วริศา วรวงศ์, พูลทรัพย์ ลากเจียม และ วราภรณ์ บุญยงค์. 2562. การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนด้วยสื่ออิเล็กทรอนิกส์ของผู้เรียนรายวิชาการพยาบาลมารดาทารกและผดุงครรภ์ 1. วารสารสมาคมพยาบาลแห่งประเทศไทยฯ สาขาภาคเหนือ. 25(2), 13-25.
- Almaiah, M.A., Al-Khasawneh, A. and Althunibat, A. 2020. Exploring the critical challenges and factors influencing the E-learning system usage during COVID-19 pandemic. Education and information technologies. 25(6), 5261-5280.
- Faizah, U., Ambarwati, R. and Rahayu, D.A. 2021. From offline to online learning: various efforts to secure the learning process during covid-19 outbreaks. Journal of Physics: Conference Series. 1747(1), 012002.
- Mardiana, H. 2020. Lecturers' attitudes towards online teaching in the learning process. Register Journal. 13 (1), 77-98
- Peimani, N. and Kamalipour, H. 2021. Online education and the COVID-19 outbreak: A case study of online teaching during lockdown. Education Sciences. 11(2), 72.

การพัฒนาแพลตฟอร์มสารสนเทศเพื่อบริหารจัดการบริษัททัวร์
กรณีศึกษา บริษัท เอเมเซนิตี้ ทราเวล เชียงใหม่ จำกัด
Platform Development for Tour Company Management
Case Study, Amesanity Travel Chiang-Mai Co., Ltd.

ธีรภพ แสงศรี และ สุรีนาฏ มະโนลา *

Theeraphop Saengsri and Sureenat Manola *

หลักสูตรระบบสารสนเทศทางธุรกิจ คณะบริหารธุรกิจและศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

Bachelor of Business Administration Program in Business Information System,

Faculty of Business Administration and Liberal Arts, Rajamangala University of Technology

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน : sureenat@rmu.ac.th , tees@rmu.ac.th , 082-381-4807, 086-920-2820

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาแพลตฟอร์มสารสนเทศเพื่อบริหารจัดการบริษัททัวร์ กรณีศึกษา บริษัท เอเมเซนิตี้ ทราเวล เชียงใหม่ จำกัด และ 2) ประเมินคุณภาพของแพลตฟอร์มสารสนเทศเพื่อบริหารจัดการบริษัททัวร์ กรณีศึกษา บริษัท เอเมเซนิตี้ ทราเวล เชียงใหม่ จำกัด แพลตฟอร์มสารสนเทศที่พัฒนาเป็นเว็บแอปพลิเคชัน ใช้รูปแบบจำลองแบบน้ำตก (Waterfall Model) ในการวางแผนและพัฒนา แพลตฟอร์มแบ่งออกเป็น 2 ส่วนด้วยกัน คือ ส่วนของระบบเว็บไซต์ให้บริการข้อมูลโปรแกรมท่องเที่ยวให้กับลูกค้า และส่วนของระบบเว็บแอปพลิเคชันเพื่อให้นักงานบริหารจัดการข้อมูลภายในบริษัททัวร์ แพลตฟอร์มสารสนเทศที่พัฒนาขึ้นมีโมดูลการทำงานต่าง ๆ เช่น การจองโปรแกรมท่องเที่ยว, การนำเสนอโปรแกรมท่องเที่ยว รวมถึงการติดต่อสอบถามข้อมูลเพิ่มเติมและการชำระเงิน ผลการวิจัยพบว่า 1) แพลตฟอร์มสารสนเทศเพื่อบริหารจัดการบริษัททัวร์ กรณีศึกษา บริษัท เอเมเซนิตี้ ทราเวล เชียงใหม่ จำกัด สามารถบริการให้ข้อมูลโปรแกรมท่องเที่ยวให้กับลูกค้า และพนักงานสามารถจัดการข้อมูลภายในที่เป็นประโยชน์ต่อการให้บริการแก่ลูกค้าได้ และ 2) ผลการประเมินคุณภาพของแพลตฟอร์มสารสนเทศ โดยผู้เชี่ยวชาญทางด้านระบบสารสนเทศพบว่าระบบมีคุณภาพอยู่ในระดับ มาก ($= 4.02$, $S.D. = 0.80$)

คำสำคัญ: การพัฒนาแพลตฟอร์มสารสนเทศ, บริษัททัวร์, การประเมินคุณภาพของแพลตฟอร์มสารสนเทศ

Abstract

The objective of this research are: 1) Develop an information platform for tour company management, case study, Amesanity Travel Chiang-Mai Co., Ltd., and 2) Evaluate the quality of developed information platform. The platform is implemented as a web application and follows the Waterfall Model for planning and development. The platform is divided into two main components: a customer-facing website providing tour program information and an internal web application for managing data within the tour company. The developed information platform includes various modules, such as tour program booking, presentation, inquiry handling, and payment processing. The research findings indicate that 1) the information platform for tour company management, effectively serves customers with tour program information and enables efficient internal data management, and 2) the evaluation conducted by information system experts reveals that the platform attains the highest level of quality ($= 4.02$, $S.D. = 0.80$).

Keywords: Information Platform Development, Tour Company, Quality of Information Platform

1. บทนำ

ในปัจจุบันมีการเปลี่ยนแปลงในด้านต่าง ๆ เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วไม่ว่าจะเป็นในเรื่องของด้านการศึกษา เศรษฐกิจ และสังคม โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเรื่องของเทคโนโลยีสารสนเทศ จะสังเกตได้ชัดเจนว่าเทคโนโลยีต่าง ๆ นั้นได้มีการพัฒนาอย่างล้ำสมัย ซึ่งส่งผลให้เกิดความสะดวกต่อการใช้งานในปัจจุบันและในอนาคต ปัจจุบันความก้าวหน้าของเทคโนโลยีสารสนเทศได้มีบทบาทสำคัญต่อวิถีชีวิตและสังคมของมนุษย์ เทคโนโลยีสารสนเทศในปัจจุบันได้บูรณาการเข้าสู่ระบบธุรกิจ ดังนั้นองค์การที่จะอยู่รอดและมีพัฒนาการต้องสามารถปรับตัวและจัดการกับเทคโนโลยีอย่างเหมาะสม อีกทั้งเทคโนโลยีเหล่านี้ก็ยังคงมีความสำคัญในด้านธุรกิจที่มี

การประชาสัมพันธ์ หรือการโฆษณาเป็นอย่างมากในด้านของการกระจายข้อมูลไปยังกลุ่มผู้บริโภคด้วยระยะเวลาอันสั้นและรวดเร็วที่สุดทั้งยังเป็นวิธีที่ช่วยลดต้นทุนขององค์กรได้ดีที่สุดอีกด้วย จึงได้มีการนำเทคโนโลยีสารสนเทศเหล่านั้นเข้ามามีส่วนร่วมช่วยในการเสริมสร้างพัฒนาการที่เติบโตของธุรกิจแทบทุกประเภท ทั้งยังเป็นการส่งเสริมที่นิยมอย่างแพร่หลายเป็นอย่างมากในหลากหลายประเทศ

บริษัท เอ็มเซนต์ ทรูเวล เชียงใหม่ จำกัด เป็นบริษัทหนึ่งที่มีการดำเนินธุรกิจเกี่ยวกับการจัดการการท่องเที่ยวซึ่งดำเนินงานโดยให้บริการด้านการท่องเที่ยว ทัศนศึกษา การดูงาน ซึ่งรวมถึงการบริการด้านข้อมูลหรือความรู้ซึ่งเกี่ยวข้องกับการท่องเที่ยวในสถานที่นั้น ๆ โดยบริษัทจะมีการติดต่อประสานงานไปยังหน่วยงานหรือองค์กรที่มีความต้องการจัดการทัศนศึกษาในต่างจังหวัด หรือต่างประเทศ เพื่อนำเสนอการบริการของทางบริษัท ที่สามารถตอบโจทย์กับองค์กรต่าง ๆ ที่มีความต้องการเหล่านั้น และสามารถปรับเปลี่ยนโปรแกรมการท่องเที่ยว หรือทัศนศึกษา ให้ตรงกับความต้องการขององค์กรได้ อนึ่งก็มีการบริการด้านการจัดแพ็คเกจการท่องเที่ยวในแต่ละเส้นทางให้บุคคลทั่วไปสามารถเข้ามาจองทริปการท่องเที่ยวได้ โดยการดำเนินงานในปัจจุบันจะเก็บข้อมูลที่เกิดจากการดำเนินงานในรูปแบบของเอกสารในโปรแกรม Microsoft Word และ Microsoft Excel และใช้อีเมลควบคู่กับการใช้โทรศัพท์ในการติดต่อสื่อสารไปยังบุคคลทั่วไปหรือหน่วยงานหรือองค์กร เพื่อตกลงเจรจาข้อเสนอซึ่งกันและกัน หากได้รับข้อตกลงยอมรับแล้ว ก็จะมีการเก็บบันทึกข้อมูลเหล่านั้นไว้ในโปรแกรมข้างต้น ซึ่งการเก็บข้อมูลค่อนข้างมีปัญหาในการจัดเก็บ นั่นคือปริมาณข้อมูลที่เยอะจนเกินไปจนเกิดเป็นปัญหาในการค้นหาข้อมูล หากกระบวนการในการกรอกข้อมูลผิดพลาดแม้แต่น้อยข้อมูลก็อาจจะปะปนกันได้ อีกทั้งยังต้องมีการตีพิมพ์เอกสารเหล่านั้นออกมาจัดเป็นชุดเอกสารแต่ละชุด แต่ละกลุ่มเพื่อใช้เป็นหลักฐานและเป็นเอกสารการดำเนินงานออกมาทุกครั้ง ทำให้กระบวนการทำงานที่มีขั้นตอนซ้ำๆ แบบนี้จะต้องมีการแบ่งแยกไฟล์ไว้หลายแฟ้มและมีไฟล์ค่อนข้างหลายไฟล์ ซึ่งนับเป็นความยุ่งยากในการทำงานเพราะหากพลาดแม้แต่ขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่งนั้นหมายความว่าการทำงานสามารถเกิดข้อผิดพลาดได้ทุกเมื่อ

จากปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงได้คิดที่จะพัฒนาการจัดการธุรกิจให้กับบริษัท เอ็มเซนต์ ทรูเวล เชียงใหม่ จำกัด โดยพัฒนาเป็นแพลตฟอร์มสารสนเทศเพื่อบริหารจัดการ โดยที่เว็บแอปพลิเคชันสำหรับสมาชิกนั้นจะสามารถดูข้อมูลภายในเว็บไซต์ที่มีการเผยแพร่ได้ สามารถจัดการจองโปรแกรมการท่องเที่ยวกับทางบริษัทหรือยื่นข้อเสนอให้จัดโปรแกรมการท่องเที่ยวกับทางบริษัท พร้อมทั้งการทำการยืนยัน การยกเลิก และการตรวจสอบสถานะการจองได้โดยมีผู้ดูแลระบบเป็นผู้ดูแลเว็บไซต์และผู้ดูแลระบบสามารถจัดการระบบสมาชิก ระบบการจองพาหนะ และระบบการจองโปรแกรมการท่องเที่ยวได้ โดยที่เจ้าของจะสามารถเข้าไปใช้งานในส่วนของการดูผลการดำเนินงาน คุณสถิติการใช้งาน ทั้งหมดภายในเว็บไซต์ รวมถึงการจัดการอนุมัติ ยกเลิกหรือแก้ไขการทำงานของระบบต่าง ๆ ได้ ซึ่งจะมีพนักงานที่คอยจัดการเตรียมเอกสารต่าง ๆ เพื่อให้ขั้นตอนการทำงานก่อนการเดินทางเริ่มต้นขึ้นได้อย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นเพื่อเป็นการขยายช่องทางการดำเนินธุรกิจโดยจะให้เป็นช่องทางการประชาสัมพันธ์และสร้างระบบทางเลือกในการเลือกจัดโปรแกรมการท่องเที่ยวตามความต้องการของลูกค้าเพื่อให้ผู้เยี่ยมชมเข้ามาใช้บริการและมีช่องทางการติดต่อมายังบริษัทได้ง่ายขึ้น

2. วิธีการทดลองหรือวิธีการศึกษา

การพัฒนาแพลตฟอร์มสารสนเทศเพื่อบริหารจัดการบริษัททัวร์ กรณีศึกษา บริษัท เอ็มเซนต์ ทรูเวล เชียงใหม่ จำกัด ได้ดำเนินการวิจัยใช้หลักการพัฒนาระบบสารสนเทศตามวงจรการพัฒนาระบบในรูปแบบจำลองแบบน้ำตกในการวางแผนและพัฒนาโดยมีขั้นตอนในการพัฒนาดังนี้

3.1 ศึกษาและรวบรวมข้อมูล เป็นขั้นตอนในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อให้เข้าใจกระบวนการทำงานขององค์กร

3.2 วิเคราะห์ระบบงานเดิมและหาแนวทางแก้ไขปัญหา วิเคราะห์ความต้องการของผู้ใช้งานระบบ เพื่อออกแบบและพัฒนาระบบงานใหม่ ให้สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีโมดูลการทำงานของระบบดังนี้

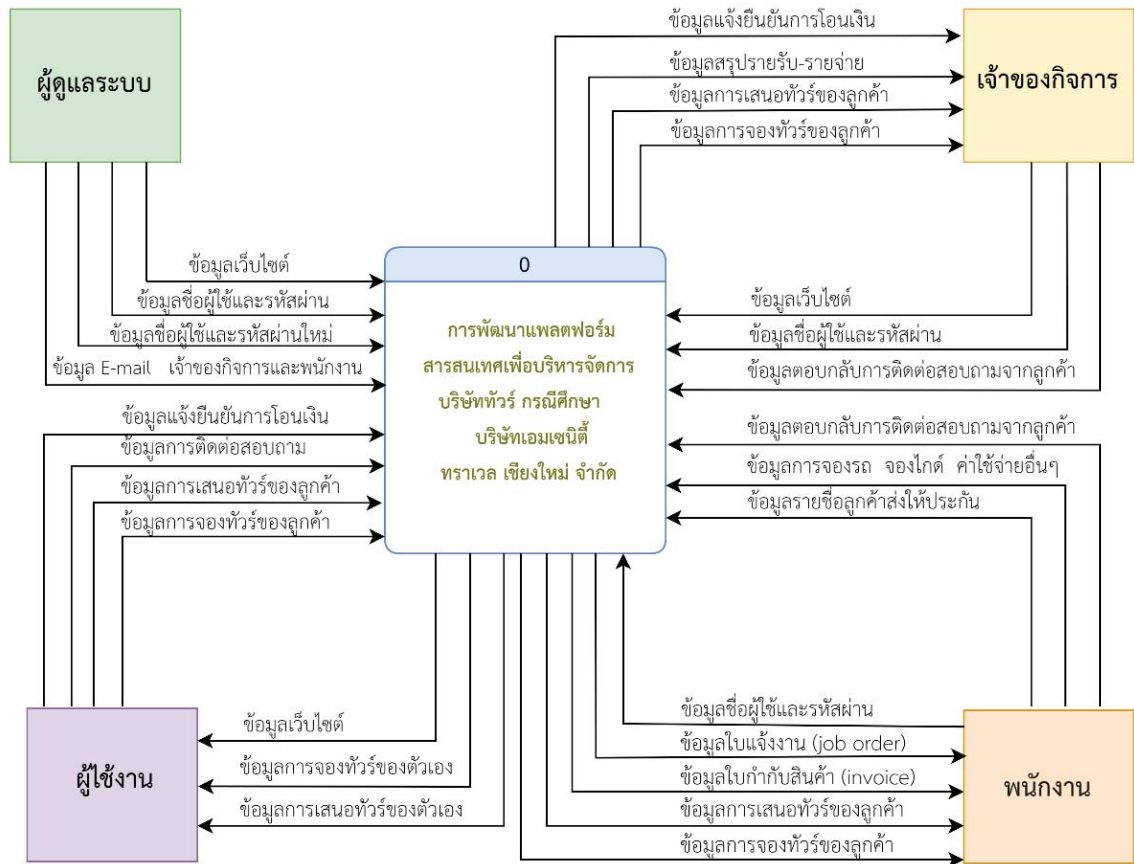
3.2.1 ผู้ดูแลระบบ สามารถจัดการและกำหนดสิทธิ์ให้แก่ผู้ใช้ สามารถจัดการกับอีเมลของลูกค้าภายในระบบและจัดการข้อมูลบนเว็บไซต์

3.2.2 เจ้าของ สามารถจัดการข้อมูลบนเว็บไซต์ สามารถดูข้อมูลการโอนเงินและข้อมูลรายรับรายจ่ายจากลูกค้า สามารถตรวจสอบและยืนยันการโอนเงินจากลูกค้า และสามารถตอบกลับการติดต่อสอบถามและส่งอีเมลถึงลูกค้า

3.2.3 พนักงาน สามารถจัดการรายชื่อลูกค้าที่จองโปรแกรมท่องเที่ยว สามารถตรวจสอบการติดต่อสอบถามของลูกค้า และโต้ตอบ จัดการข้อมูลการเสนอโปรแกรมท่องเที่ยวของลูกค้า สามารถออกใบกำกับราคาสินค้า สามารถออกใบแจ้งงานไปยังไกด์และคนขับรถ

3.2.4 ผู้ใช้งาน สามารถดูข้อมูลเว็บไซต์และค้นหาข้อมูลที่ต้องการ สามารถติดต่อสอบถามไขข้อสงสัยหรือสามารถส่งข้อมูลการเสนอโปรแกรมท่องเที่ยวด้วยตนเอง สามารถจองแพ็คเกจโปรแกรมท่องเที่ยวเกี่ยวกับทางเว็บไซต์และชำระเงิน สามารถแจ้งยืนยันการโอนเงินกับทางเว็บไซต์

3.3 ออกแบบเชิงตรรกะ กำหนดลักษณะของรูปแบบที่เกิดจากการทำงานของระบบ การนำข้อมูลเข้าสู่ระบบโดยการใช้แผนภาพกระแสข้อมูล (Data Flow Diagram) เพื่อให้เห็นขั้นตอนการทำงานได้อย่างเป็นระบบมากขึ้น การออกแบบฐานข้อมูลโดยกำหนดว่าในระบบต้องมีตารางข้อมูลที่เป็นอะไรบ้าง สามารถแสดงแผนภาพและตารางข้อมูลต่าง ๆ ได้ดังนี้



ภาพที่ 1 แสดงแผนผังบริบท (Context Diagram)

การออกแบบฐานข้อมูล ซึ่งประกอบด้วย 12 ตาราง ประกอบไปด้วยตารางข้อมูลต่าง ๆ ดังนี้

ตารางที่ 1 ตารางทั้งหมดในฐานข้อมูล

ลำดับ	ชื่อตาราง	รายละเอียด
1	User	เก็บข้อมูลผู้ใช้
2	User_type	เก็บข้อมูลชนิดผู้ใช้
3	Email_user	เก็บข้อมูลอีเมลพนักงานและเจ้าของกิจการ
4	Email_type	เก็บข้อมูลชนิดของอีเมล
5	Configuration_email	กำหนดการใช้งานให้กับอีเมล
6	Promotion	เก็บข้อมูลโปรโมชั่น
7	Promotion_image	เก็บข้อมูลรูปโปรโมชั่น
8	Daytrip_schedule	เก็บข้อมูลเวลาและกิจกรรม
9	Daytrip_image	เก็บข้อมูลรูปภาพโปรแกรมทัวร์
10	Daytrip_type	เก็บข้อมูลประเภทโปรแกรมทัวร์
11	Daytrip_price	เก็บข้อมูลราคาโปรแกรมทัวร์
12	Daytrip	เก็บข้อมูลโปรแกรมทัวร์

3.4 ออกแบบเชิงกายภาพ ระบบพัฒนาขึ้นในรูปแบบของเว็บแอปพลิเคชัน ใช้ภาษา HTML สร้างโครงสร้างของหน้าเว็บไซต์ โดยมีหน้าที่เป็นตัวกลางในการแสดงผลของเนื้อหาและองค์ประกอบต่าง ๆ บนหน้าเว็บไซต์ ใช้ภาษา CSS ในการกำหนดรูปแบบและสไตล์ของหน้าเว็บไซต์ และ JavaScript ภาษาโปรแกรมที่ใช้สร้างฟังก์ชันและโปรแกรมที่ใช้งานบนหน้าเว็บไซต์ มีการเขียนโปรแกรมด้วยภาษา PHP โดยใช้โปรแกรม Visual Studio Code ใช้ฐานข้อมูล MySQL ในการจัดเก็บข้อมูลของระบบ ใช้ระบบจัดการฐานข้อมูล phpMyAdmin ในจัดการกับฐานข้อมูลผ่านทางเว็บเบราว์เซอร์

3.5 การพัฒนาระบบ เป็นการนำข้อมูลที่ได้จากวิเคราะห์และออกแบบ มาพัฒนาที่เครื่องคอมพิวเตอร์

3.6 การติดตั้งระบบ

3.6.1 การติดตั้งแพลตฟอร์มสารสนเทศเพื่อบริหารจัดการบริษัททัวร์ กรณีศึกษา บริษัท เอ็มเซนต์ ทราเวล เชียงใหม่ จำกัด

3.6.2 ออกแบบและสร้างแบบประเมินคุณภาพของแพลตฟอร์มสารสนเทศแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ

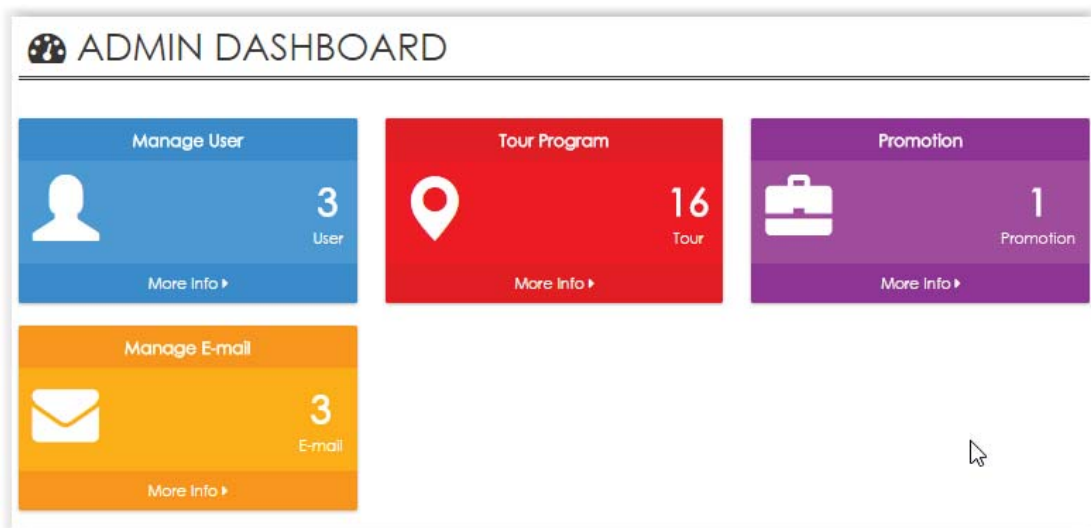
3.6.3 ประเมินคุณภาพของแพลตฟอร์มสารสนเทศโดยผู้เชี่ยวชาญด้านระบบสารสนเทศจำนวน 3 คน

3.7 การบำรุงรักษา นำข้อคิดเห็นจากผลการประเมินคุณภาพของแพลตฟอร์มสารสนเทศ มาปรับปรุงเพื่อให้ใช้งานได้ง่าย และมีประสิทธิภาพมากขึ้น

3. ผลการทดลองและวิจารณ์ผล หรือผลการศึกษาและอภิปรายผล

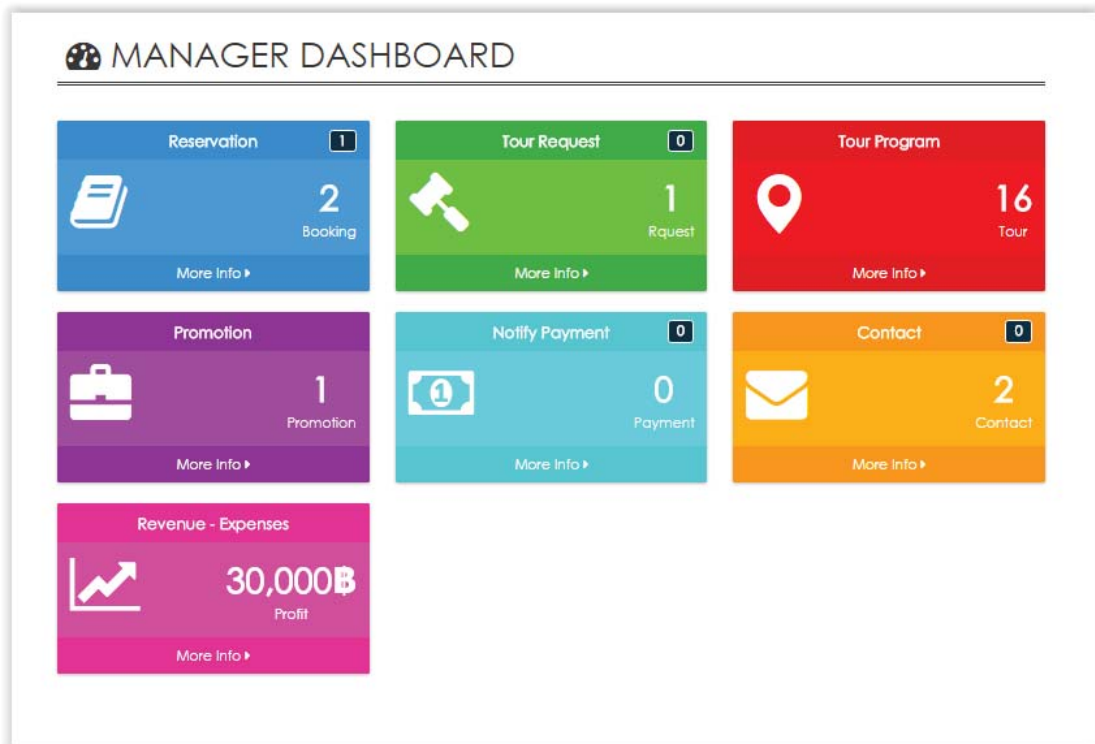
3.1 ผลจากการพัฒนาแพลตฟอร์มสารสนเทศเพื่อบริหารจัดการบริษัททัวร์ กรณีศึกษา บริษัท เอ็มเซนต์ ทราเวล เชียงใหม่ จำกัด แพลตฟอร์มสารสนเทศสามารถบริหารจัดการข้อมูลภายในที่เป็นประโยชน์ต่อการให้บริการแก่ลูกค้าได้ สามารถแบ่งขอบเขตของผู้ใช้งาน ออกเป็น 4 กลุ่มคือ ผู้ดูแลระบบ เจ้าของ พนักงาน และผู้ใช้งาน

3.2.1 ผู้ดูแลระบบ สามารถจัดการและกำหนดสิทธิ์ให้แก่ผู้ใช้ สามารถจัดการกับอีเมลของลูกค้าภายในระบบและจัดการข้อมูลบนเว็บไซต์ ดังภาพที่ 2



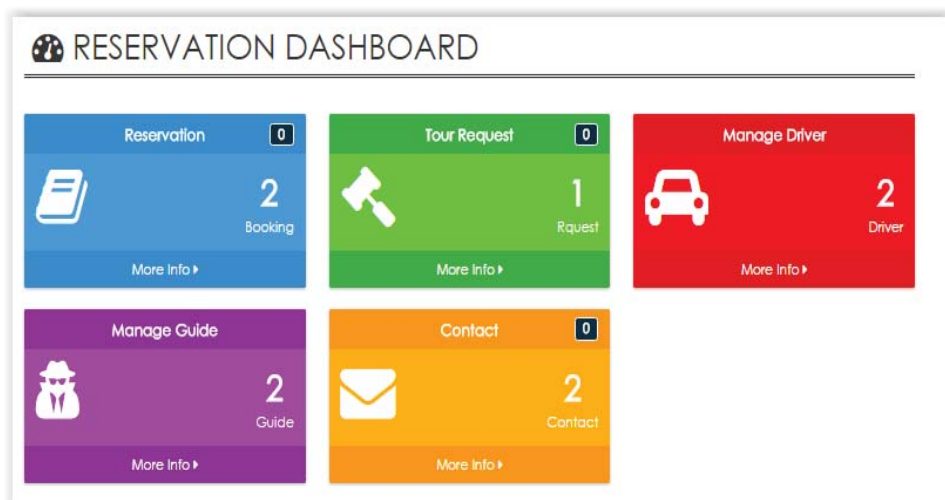
ภาพที่ 2 หน้าต่างการทำงานของผู้ดูแลระบบ

3.2.2 เจ้าของ สามารถจัดการข้อมูลบนเว็บไซต์ สามารถดูข้อมูลการโอนเงินและข้อมูลรายรับรายจ่ายจากลูกค้า สามารถตรวจสอบและยืนยันการโอนเงินจากลูกค้า และสามารถตอบกลับการติดต่อสอบถามและส่งอีเมลถึงลูกค้า ดังภาพที่ 3



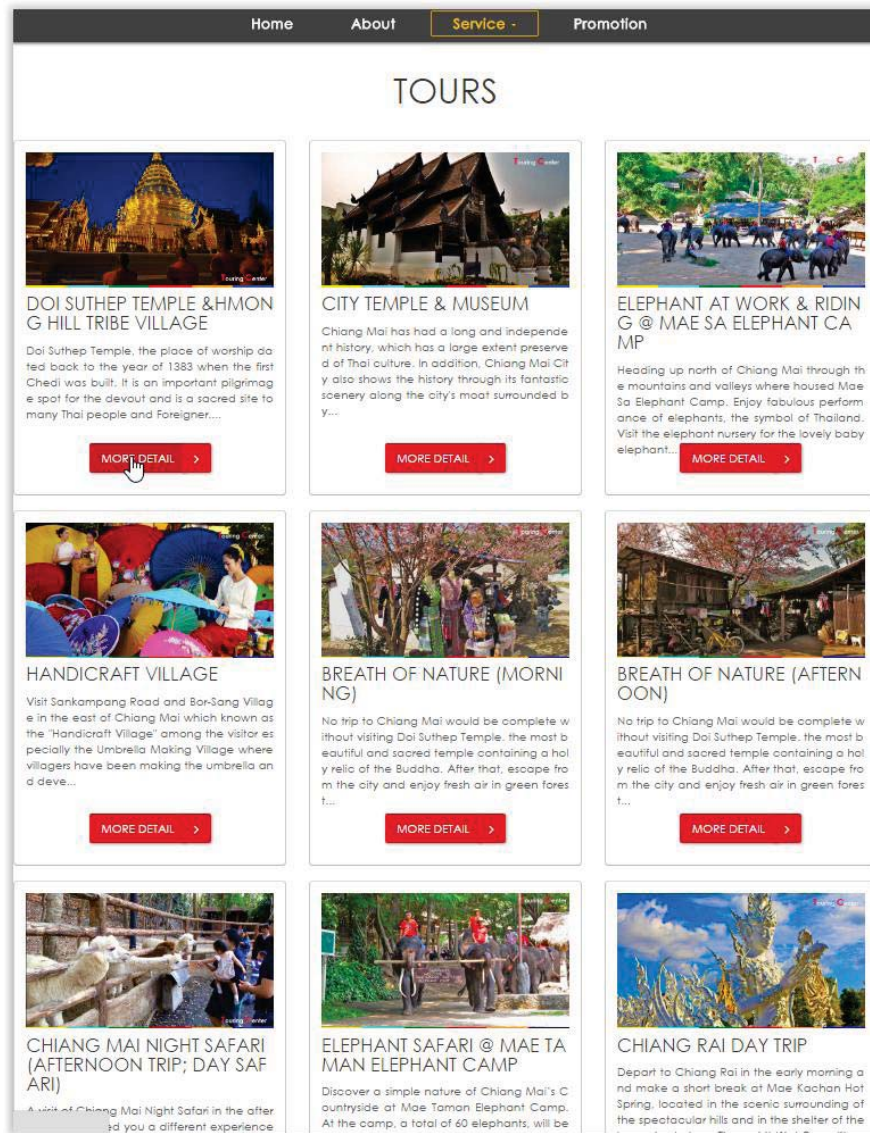
ภาพที่ 3 หน้าต่างการจัดการระบบทั้งหมดของเจ้าของ

3.2.3 พนักงาน สามารถจัดการรายชื่อลูกค้าที่จองโปรแกรมท่องเที่ยว สามารถตรวจสอบการติดต่อสอบถามของลูกค้าและโต้ตอบ จัดการข้อมูลการเสนอโปรแกรมท่องเที่ยวของลูกค้า สามารถออกใบกำกับราคาสินค้า สามารถออกใบแจ้งงานไปยังไกด์และคนขับรถ ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 หน้าต่างการจัดการทั้งหมดของพนักงาน

3.2.4 ผู้ใช้งาน สามารถดูข้อมูลเว็บไซต์และค้นหาข้อมูลที่ต้องการ สามารถติดต่อสอบถามข้อสงสัยหรือสามารถส่งข้อมูลการเสนอโปรแกรมท่องเที่ยวด้วยตนเอง สามารถจองแพ็คเกจโปรแกรมท่องเที่ยวกับทางเว็บไซต์และชำระเงิน สามารถแจ้งยืนยันการโอนเงินกับทางเว็บไซต์ ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 แพ็กเกจทัวร์ที่ให้ผู้ใช้งานเลือกจองได้

3.2 ผลการประเมินคุณภาพของแพลตฟอร์มสารสนเทศ โดยผู้เชี่ยวชาญด้านระบบสารสนเทศจำนวน 3 คน ซึ่งผลการศึกษาเบื้องต้น

ตารางที่ 2 ผลการประเมินคุณภาพของแพลตฟอร์มสารสนเทศเพื่อบริหารจัดการบริษัททัวร์ กรณีศึกษา บริษัท เอ็มเซนต์ ทราเวล เชียงใหม่ จำกัด

หัวข้อในการประเมิน	ค่าการประเมิน		
	-	S.D.	ระดับคุณภาพ
1. ด้านการออกแบบ			
1.1 รูปแบบตัวอักษรมีความเหมาะสม	3.00	0.00	ปานกลาง
1.2 สีตัวอักษรมีความเหมาะสม	4.33	0.94	มาก
1.3 ขนาดตัวอักษรมีความเหมาะสม	3.67	0.47	มาก
1.4 รูปภาพมีความชัดเจนและเหมาะสม	4.00	0.82	มาก
1.5 ความเหมาะสมในการออกแบบหน้าจอ	3.67	0.94	มาก
2. ด้านการทำงาน			
2.1 ความถูกต้องในการจัดเก็บข้อมูล	4.33	0.94	มาก

หัวข้อในการประเมิน	ค่าการประเมิน		
	-	S.D.	ระดับคุณภาพ
2.2 ความถูกต้องจากการประมวลผลข้อมูล	4.00	0.82	มาก
2.3 ความถูกต้องของผลลัพธ์ในรูปแบบรายงาน	4.00	0.00	มาก
2.4 ความง่ายต่อการใช้งานระบบ	4.00	0.82	มาก
2.5 ประสิทธิภาพของระบบงาน	3.67	0.47	มาก
2.6 การเพิ่ม ลบ แก้ไข ข้อมูลได้ถูกต้อง	4.00	0.82	มาก
3. ด้านการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลในระบบ			
3.1 การกำหนดรหัสผู้ใช้ และรหัสผ่านในการตรวจสอบผู้เข้าใช้	4.33	0.47	มาก
3.2 ความเหมาะสมในการแสดงรายละเอียดข้อมูลที่ค้นหา	5.00	0.00	มากที่สุด
3.3 ความปลอดภัยของข้อมูล	4.33	0.47	มาก
โดยรวม	4.02	0.80	มาก

จากตารางที่ 2 ผลการประเมินคุณภาพของแพลตฟอร์มสารสนเทศเพื่อบริหารจัดการบริษัททัวร์ กรณีศึกษา บริษัท เอ็ม เซนิตี้ ทราเวล เชียงใหม่ จำกัด จากผู้เชี่ยวชาญด้านระบบสารสนเทศจำนวน 3 คน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.02 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.80 สรุปได้ว่าแพลตฟอร์มสารสนเทศที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพอยู่ในระดับ มาก

4. สรุป

4.1 แพลตฟอร์มสารสนเทศเพื่อบริหารจัดการบริษัททัวร์ กรณีศึกษา บริษัท เอ็ม เซนิตี้ ทราเวล เชียงใหม่ จำกัด เป็นเว็บ แอปพลิเคชัน การดำเนินการวิจัยใช้หลักการพัฒนาระบบสารสนเทศตามวงจรการพัฒนาระบบ ใช้รูปแบบจำลองแบบน้ำตก 7 ขั้นตอน ในการวิเคราะห์และออกแบบระบบตามวงจรการพัฒนาระบบ โดยแพลตฟอร์มสารสนเทศ สามารถบริการให้ข้อมูล โปรแกรมท่องเที่ยวให้กับลูกค้า และพนักงานสามารถจัดการข้อมูลภายในที่เป็นประโยชน์ต่อการให้บริการแก่ลูกค้าได้

4.2 ผลการประเมินคุณภาพของแพลตฟอร์มสารสนเทศ โดยผู้เชี่ยวชาญทางด้านระบบสารสนเทศจำนวน 3 คน พบว่า อยู่ในเกณฑ์ระดับมาก มีค่าเฉลี่ยโดยรวมเท่ากับ 4.02 โดยแบ่งแต่ละด้าน ได้แก่ ด้านการออกแบบ อยู่ในเกณฑ์ระดับปานกลาง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.73 ด้านการทำงาน อยู่ในเกณฑ์ระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.00 และ ด้านการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลในระบบ อยู่ในเกณฑ์ระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.56

5. เอกสารอ้างอิง

- จิรัฐ ขวนชม , นงลักษณ์ โพธิ์ไพจิตร. (2557). ปัจจัยสู่ความสำเร็จในการบริหารธุรกิจการท่องเที่ยวของธุรกิจนำเที่ยว กรณีศึกษา ธุรกิจนำเที่ยว ในเขตกรุงเทพมหานคร. *Journal of Multidisciplinary in Social Sciences* 10(3): 1-16.
- ธงไชย สุรินทร์วรการ. (2551). การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศสำหรับการพัฒนาธุรกิจการท่องเที่ยวในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานคร (รายงานผลการวิจัย). กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา.
- ธีรพล สืบชมภู , ประมูล สุขสกาผ่อง. (2565). การพัฒนาแอปพลิเคชันเส้นทางศึกษาธรรมชาติป่าชุมชนเฉลิมพระเกียรติป่าโคกท่าสี่ และป่าชุมชนบ้านหนองเม็ก. *วารสารวิชาการการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ* 8(1): 44-55.
- บุญญลักษณ์ ตำนานจิตร , สายสุดา ปันตระกูล. (2564). การพัฒนาระบบสารสนเทศการเชื่อมโยงเส้นทางท่องเที่ยวชุมชนคลองรางจระเข้ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา. *วารสารวิจัย สมาคมห้องสมุดแห่งประเทศไทย* 14(1): 49-61.
- ประภัสสร โคทส์ , น้ำทิพย์ วิภาวิน , สุนันทา ชูตินันท์ , โกวิท ทรัพย์พิศาล. (2562). การพัฒนารูปแบบการบริการสารสนเทศด้านการท่องเที่ยวประเทศไทย. *วารสารห้องสมุด* 63(1). 109-132.
- ศักดิ์ดา ปินดาวงค์. (2563). การพัฒนาระบบจัดการฐานข้อมูลงานวิจัยผ่านเว็บแอปพลิเคชันของมหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ. *วารสารแม่โจ้เทคโนโลยีสารสนเทศและนวัตกรรม* 6(2): 55-70.
- อารยะ ชัชวาลวิทย์. (2550). การพัฒนาระบบพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์สำหรับ ธุรกิจนำเที่ยวของบริษัทรุ่งอรุณทัวร์ (รายงานผลการวิจัย). เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- Patcha Treemongkol, Kittiya Punyayaw. (2564). Development Of Community Tourist Information System Of The Upper Central Provinces 1. *Rmutt Global Business And Economics Review* 16(1): 41-54.

ปัจจัยที่ส่งผลต่อการยอมรับพนักงานสายการบินที่มีความหลากหลายทางเพศในประเทศไทย

Factors Affecting The Acceptance of LGBTQ+ Airline Workers in Thailand

รวีสรา เทียนเบญจา คชา ทองคนารักษ์ และสมพงษ์ อัครวิริยิปิติ

Ravisra Tianbenja Kacha Thongkanarak and Sompong Aussawariyathipat

สถาบันเทคโนโลยีการบินและอวกาศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก

Institute of Aviation and Aerospace Technology, Rajamangala University of Technology Tawan-ok

Drsompong.a@gmail.com, 0817155195

บทคัดย่อ

การวิจัยเรื่องนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อศึกษาระดับการยอมรับของผู้ใช้บริการสายการบินในประเทศไทยที่มีต่อพนักงานสายการบินที่มีความหลากหลายทางเพศ 2) เพื่อเปรียบเทียบการยอมรับพนักงานสายการบินที่มีความหลากหลายทางเพศของผู้ใช้บริการสายการบิน จำแนกตามข้อมูลส่วนบุคคล 3) เพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการยอมรับพนักงานสายการบินที่มีความหลากหลายทางเพศของผู้ใช้บริการสายการบินในประเทศไทย เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นแบบสอบถาม โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาเป็นผู้โดยสารชาวไทยที่อาศัยอยู่ในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานคร และภาคตะวันออกจำนวน 385 คน ด้วยวิธีการสุ่มแบบตามสะดวก สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบสมมติฐานโดยใช้การทดสอบด้วยค่าเอฟเทส และการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ ผลวิจัยพบว่า 1) ระดับการยอมรับพนักงานสายการบินที่มีความหลากหลายทางเพศของผู้โดยสารชาวไทยในภาพรวมมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด (\bar{X} = 4.56, SD. = 0.53) 2) ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูลส่วนบุคคลของผู้ใช้บริการสายการบินในประเทศไทยต่อการยอมรับพนักงานสายการบินที่มีความหลากหลายทางเพศในภาพรวมพบว่า ผู้ใช้บริการสายการบินที่มี อายุ ระดับการศึกษา อาชีพ สถานภาพการสมรส มีการยอมรับต่อพนักงานสายการบินที่มีความหลากหลายทางเพศไม่แตกต่างกัน ส่วนผู้โดยสารสายการบินที่มีรายได้เฉลี่ยต่อเดือน และจังหวัดที่อยู่ปัจจุบัน ต่างกันมีการยอมรับต่อพนักงานสายการบินที่มีความหลากหลายทางเพศแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 3) ปัจจัยที่ส่งผลต่อการยอมรับพนักงานสายการบินที่มีความหลากหลายทางเพศของสายการบินในประเทศไทย คือ ด้านการให้ความมั่นใจต่อผู้โดยสาร ด้านความเอาใจใส่ต่อผู้โดยสาร ด้านอัตลักษณ์ส่วนบุคคล ซึ่งเป็นตัวทำนายการยอมรับพนักงานสายการบินที่มีความหลากหลายทางเพศ ได้ร้อยละ 50.70

คำสำคัญ: ผู้โดยสารชาวไทย การยอมรับ ความหลากหลายทางเพศ

Abstract

The objectives of this research are 1) To study the level of acceptance of airline passengers in Thailand towards gender diversity airline employees. 2) To compare gender diversity acceptance of airline employees from airline passengers which classified by personal data. 3) To study factors affecting gender diversity acceptance of airline employees from airline passengers in Thailand. The tool used to collect data was a questionnaire. The sample group used in the study was Thai passengers residing in the Bangkok area, and the eastern region, totally were 385 people by convenient random method. Statistics used in data analysis were frequency, percentage, mean and standard deviation. Hypothesis testing using F-test and multiple regression analysis. The results showed that: 1) The level of acceptance of gender-diverse airline employees among Thai passengers was overall at the highest average level (\bar{X} = 4.56, SD. = 0.53). 2) The results of comparing the difference in personal information of airline passengers in Thailand on the overall acceptance of LGBTQ airline staff found that airline passengers with age, education level, occupation and marital status were no difference in acceptance of gender diversity among airline employees. However, the airline users with difference of average monthly income and the current province were a difference in gender acceptance of airline employees at the statistical significance level of 0.05. 3) Factors affecting the acceptance of gender-diverse airline employees in Thailand are the reassurance passengers, the attention to passengers, the personal identity which were a predictor of 50.70 percent of acceptance of LGBTQ airline employees.

Keywords: Thai passengers, Acceptance, Gender diversity

1. บทนำ

ธุรกิจสายการบินของไทยในปี พ.ศ. 2565 มีแนวโน้มฟื้นตัวดีขึ้นสอดคล้องกับทิศทางของธุรกิจสายการบินทั่วโลก ซึ่งรัฐบาลได้ผ่อนคลายนโยบายการป้องกันการแพร่ระบาดของโรค COVID-19 และทยอยเปิดประเทศเพื่อต้อนรับนักท่องเที่ยวชาวต่างชาติ อย่างไรก็ตามภาครัฐได้ใช้มาตรการในการกระตุ้นภาคการท่องเที่ยว ทั้งที่เป็นกลุ่มนักท่องเที่ยวชาวไทย เช่น โครงการเราเที่ยวด้วยกันระยะที่ 4 ที่ให้สิทธิทั้งในส่วนของการเดินทางและที่พัก และนักท่องเที่ยวชาวต่างชาติ เช่น การลดค่าใช้จ่ายในการเดินทางเข้าประเทศไทย การให้มีการขยายระยะเวลา Free VISA เป็นต้น ในขณะที่เศรษฐกิจของประเทศไทยกำลังฟื้นตัวอย่างต่อเนื่องเช่นเดียวกัน ซึ่งปัจจัยดังกล่าว เป็นปัจจัยหนุนให้นักท่องเที่ยวจากต่างประเทศเดินทางเข้ามาท่องเที่ยวในประเทศไทยมากขึ้น ด้วยปัจจัยข้างต้นก็เป็นสาเหตุสำคัญที่ส่งผลให้ผู้โดยสารชาวไทยและผู้โดยสารชาวต่างชาติกลับมาเดินทางมากขึ้น โดบเป็นแรงสนับสนุนให้ธุรกิจสายการบินดำเนินการเพิ่มเที่ยวบินและขยายเส้นทางบินทั้งในและต่างประเทศอย่างต่อเนื่อง (Piyanch Sathapongpakdee, 2023)

โดยการแข่งขันของธุรกิจสายการบินในรูปแบบต่าง ๆ หลังจากสถานการณ์ COVID-19 ลดลงมีการแข่งขันกันอย่างรุนแรงมากขึ้นตามลำดับ ในขณะเดียวกันในอนาคตอันใกล้จะมีสายการบินที่เกิดขึ้นใหม่ภายในประเทศ ซึ่งจะส่งผลโดยตรงต่อสถานการณ์ด้านการแข่งขันของธุรกิจสายการบิน และในขณะเดียวกันสายการบินในกลุ่มแอร์เอเชีย เอวีเอชั่น ได้ลงนามความร่วมมือกับบริษัท คิวลิย เอเซีย ก่อตั้งสายการบินแอร์เอเชีย กัมพูชา สายการบินราคาประหยัดรายใหม่ในประเทศกัมพูชา ซึ่งการเปิดตัวใหม่นั้นนับเป็นประเทศที่ 5 ของสายการบินแอร์เอเชีย ซึ่งมีการคาดการณ์ว่าจะเปิดให้บริการในไตรมาสที่ 2 ของปี 2566 (สถาบันการบินพลเรือน, 2565) โดยจากการคาดการณ์ของสมาคมขนส่งทางอากาศระหว่างประเทศคาดการณ์ว่า อุตสาหกรรมการบินทั่วโลกจะสามารถกลับมาทำกำไรได้อีกครั้งในปี พ.ศ. 2566 เนื่องจากสายการบินสามารถปรับลดการขาดทุนซึ่งเป็นผลจากการแพร่ระบาดของโรค COVID-19

สถานการณ์ในปี พ.ศ.2565 ของสายการบินไทยแอร์เอเชีย มีการปรับตัวในทิศทางที่ดีขึ้น โดยคาดว่า จะมี ปริมาณการขนส่งผู้โดยสารรวม 10 ล้านคน เพิ่มขึ้นจากปี 2564 ที่มีผู้โดยสารเพียง 2.93 ล้านคน ส่วนในปี พ.ศ. 2566 คาดการณ์ว่า อุตสาหกรรมการท่องเที่ยวและการบินฟื้นตัวเต็มที่ พร้อมให้บริการใกล้เคียงกับก่อนสถานการณ์โควิด-19 จากตลาดภายในประเทศที่แข็งแกร่ง และตลาดระหว่างประเทศที่กลับมา โดยตั้งเป้าหมายผู้โดยสารปี พ.ศ. 2566 อยู่ที่ประมาณ 20 ล้านคน เพิ่มขึ้นหนึ่งเท่าตัวจากปี พ.ศ.2565 ซึ่งใกล้เคียงกับช่วงก่อนเกิดโควิดที่มี 22-23 ล้านคน ทั้งนี้ สถานการณ์ผู้โดยสารของไทยแอร์เอเชียจะฟื้นตัวอย่างชัดเจน น่าจะเป็นในช่วงครึ่งหลังของปี พ.ศ.2566 จากการที่นักท่องเที่ยวเริ่มกลับมาร้อยละ 30 โดยตั้งเป้าอัตราการขนส่งผู้โดยสารเฉลี่ยร้อยละ 87-88 เพิ่มขึ้นจาก ร้อยละ 81 เมื่อปี พ.ศ.2565 และสัดส่วนจำนวนผู้โดยสารต่างชาติต่อผู้โดยสารในประเทศ จะอยู่ที่ร้อยละ 40 : 60 จากร้อยละ 70 : 30 เมื่อปี พ.ศ.2565

ในปีพ.ศ.2565 สายการบินไทยแอร์เอเชียคาดว่าจะยังประสบผลขาดทุนอยู่ แต่การขาดทุนจะลดลงจากปี ก่อน เนื่องจากช่วงต้นปียังมีการระบาดโควิดอีกระลอก จนกระทั่งเดือนกรกฎาคม 2565 ได้มีการยกเลิก Thailand pass ทำให้การเดินทางเพิ่มขึ้น สถานการณ์ธุรกิจการบินดีขึ้นเห็นได้ชัดเจนในเดือนตุลาคม-ธันวาคม 2565 นี้โดยไทย แอร์เอเชียฟื้นตัวกลับมาบินได้คิดเป็นร้อยละ 78 เมื่อเทียบกับก่อนโควิด

สายการบินไทยแอร์เอเชียคาดว่าสถานการณ์อุตสาหกรรมการบินจะกลับเข้าสู่ภาวะปกติในปี พ.ศ.2567 โดย ตัวแปรที่สำคัญ คือ นักท่องเที่ยวฟื้นตัว อย่างไรก็ตาม ปัจจัยเสี่ยงของอุตสาหกรรมการบิน คือ ปัญหาขาดแคลนแรงงาน ซึ่งเกิดขึ้นทั่วโลก หลังจากที่ได้รับผลกระทบในช่วงโควิด ท ให้แรงงานถูกเลิกจ้างไปเป็นจำนวนมาก และไม่สามารถ กลับเข้าสู่ตลาดแรงงานได้ในเวลาอันรวดเร็ว เนื่องจากมีทักษะบางอย่างที่ต้องฝึกฝน รวมถึงเรื่องราคารัน ามันเชื้อเพลิงที่ ปรับตัวสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะหากสงครามรัสเซีย-ยูเครนขยายเป็นวงกว้าง ตลอดจนค่าเงินบาท และภาวะ เศรษฐกิจโลกที่ถดถอย

เช่นเดียวกับ บริษัท การบินไทย จำกัด (มหาชน) และ บริษัท การบินกรุงเทพ จำกัด (มหาชน) ที่ต่าง คาดการณ์ว่า จะกลับมาทำกำไรได้ในปีพ.ศ.2567 โดย บริษัท การบินไทยฯ ระบุว่า จำนวนผู้โดยสารในไตรมาส สดท้ายของปี 2565 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ และคาดว่าจะเติบโตต่อเนื่องไปจนถึงปีพ.ศ.2566 ซึ่งคาดว่า จะทำให้รายได้ของบริษัทฯ กลับมาใกล้เคียงในปี พ.ศ.2562 ทำให้มีแผนการเพิ่มเส้นทางและความถี่เที่ยวบินตั้งแต่ ไตรมาสที่ 1/2566 เป็นต้นไป รวมทั้งเปิดรับสมัครพนักงานต้อนรับบนเครื่องบินกว่า 300 อัตรา

ส่วน บริษัท การบินกรุงเทพฯ คาดการณ์ว่า สถานการณ์การบินจะกลับมาฟื้นตัวและเข้าสู่ภาวะปกติได้ภายใน ไตรมาส 4/2566 กลับมาทำกำไรได้ในปี พ.ศ.2567 ทั้งนี้ในปี พ.ศ.2566 คาดว่า จะมีจำนวนผู้โดยสารรวม 4.4-4.5 ล้านคน คิดเป็นร้อยละ

75-80 ของช่วงก่อนการแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโควิด-19 ในปี 2562 ซึ่งมีจำนวนผู้โดยสาร อยู่กว่า 6 ล้านคน และเพิ่มจากปี พ.ศ. 2565 ซึ่งคาดว่าจะมีจำนวนผู้โดยสารรวมประมาณ 2.6 ล้านคน

สำหรับโครงการก่อสร้างสนามบินอู่ตะเภา คาดว่าจะมีการเริ่มงานก่อสร้างเฟสแรกได้ภายในช่วงต้นปี พ.ศ. 2566 หลังจากที่ผ่านมาโครงการดังกล่าวล่าช้าไปเกือบ 1 ปี จากผลกระทบของสถานการณ์โควิด-19 และคาดว่าจะเริ่ม เปิดให้บริการได้ในช่วงปี พ.ศ.2569 สายการบินไทยไลอ้อนแอร์คาดการณ์ว่า ในไตรมาส 4/2565 จะมีจำนวนผู้โดยสาร 1.2 ล้านคน ในปี พ.ศ. 2565

สายการบินไทยไลอ้อนแอร์ทำการบินเส้นทางในประเทศบินครบทุกเส้นทาง แต่ปริมาณเที่ยวบินอยู่ที่ร้อยละ 80 โดยในปี พ.ศ.2566 คาดว่าเส้นทางในประเทศ จะกลับมาทำการบินเต็มทีหรือเท่ากับก่อนเกิดโควิด ส่วนเส้นทางต่างประเทศ ปัจจุบันทำการบิน 5 เส้นทาง และมีแผนฟื้นตัวดีขึ้นในปี 2566 อย่างต่อเนื่อง

จากการฟื้นตัวของอุตสาหกรรมการบินและการขนส่งดังกล่าวข้างต้น การสร้างเอกลักษณ์และมาตรฐานในการให้บริการของสายการบิน ส่วนหนึ่งมาจากพนักงานที่มีคุณภาพ และมีมาตรฐานในการให้บริการ เป็นที่ทราบกันดีว่าในปัจจุบันประชากรของโลกกำลังเข้าสู่สังคมสูงวัยและในขณะเดียวกันประชากรของไทยกำลังอยู่ในสังคมสูงวัยและจะเข้าสู่สังคมสูงวัยอย่างสมบูรณ์ประมาณปี พ.ศ.2578 (สุรพงษ์ มาลี, 2561) ซึ่งจากปัญหาสังคมสูงวัยเป็นปัญหาสำคัญของการจ้างงานทุกภาคส่วนทั้งภาครัฐและภาคเอกชน ในสถานการณ์ทางด้านแรงงานเมื่อประชากรเข้าสู่สังคมสูงวัย ก็ย่อมส่งผลกระทบต่อตรงกับการจ้างงานโดยเฉพาะอย่างยิ่งในภาคธุรกิจบริการ ซึ่งขับเคลื่อนการให้บริการด้วยแรงงาน แรงงานที่ธุรกิจรับเข้าทำงานก็มีความหลากหลายนับตั้งแต่ในอดีตจนถึงปัจจุบัน เช่น ความหลากหลายในด้าน เพศ เชื้อชาติ ศาสนา และวัฒนธรรม เป็นต้น ซึ่งเมื่อกล่าวถึงแรงงานที่มีความหลากหลายทางเพศนั้นก็เป็นที่ปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งสำหรับธุรกิจบริการ เพราะแรงงานจะให้บริการกับผู้ใช้บริการโดยตรง ซึ่งผู้ใช้บริการบางรายจากภาพรวมในอดีตก็ยังไม่เปิดกว้างและเปิดใจรับแรงงานที่เป็นกลุ่มที่มีความหลากหลายทางเพศ ซึ่งอาจจะแสดงออกด้วยการแสดงสีหน้า ท่าทาง เป็นต้น

ในปัจจุบันสายการบินต่าง ๆ ได้เปิดกว้างสำหรับพนักงานที่มีความหลากหลายทางเพศมากขึ้น ทั้งนี้เพื่อเป็นการลดความต้องการทางด้านแรงงานที่เหมาะสมและเพียงพอในการประกอบธุรกิจรวมทั้งเพื่อเป็นส่วนหนึ่งในการลดความเครียดจากภาวะกดดันตามเพศสภาพของพนักงานอีกด้วย ตัวอย่างสายการบิน Virgin Atlantic ได้เปิดโอกาสให้ผู้ที่มียศสามารถสมัครเป็นพนักงานผู้ให้บริการบนเครื่องบินได้ รวมถึงได้อนุญาตให้พนักงานทุกระดับรวมถึงผู้ที่ทำหน้าที่อยู่บนเครื่องบินทั้งแอร์สจ๊วตและนักบิน เลือกใส่เครื่องแบบได้ตามอัตลักษณ์ทางเพศ เพื่อให้สอดคล้องกับปัจจุบันที่ผู้คนมีความหลากหลายทางเพศและผู้คนกล้าเปิดเผยมากขึ้น (Marketeeronline, 2022) แม้ในประเทศไทยยังไม่ได้เปิดกว้างเท่าต่างประเทศแต่ก็ได้ปิดกั้นผู้ที่ทำงานในสายการบินจะต้องเป็นเพียงเพศชายแท้หรือหญิงแท้เท่านั้น

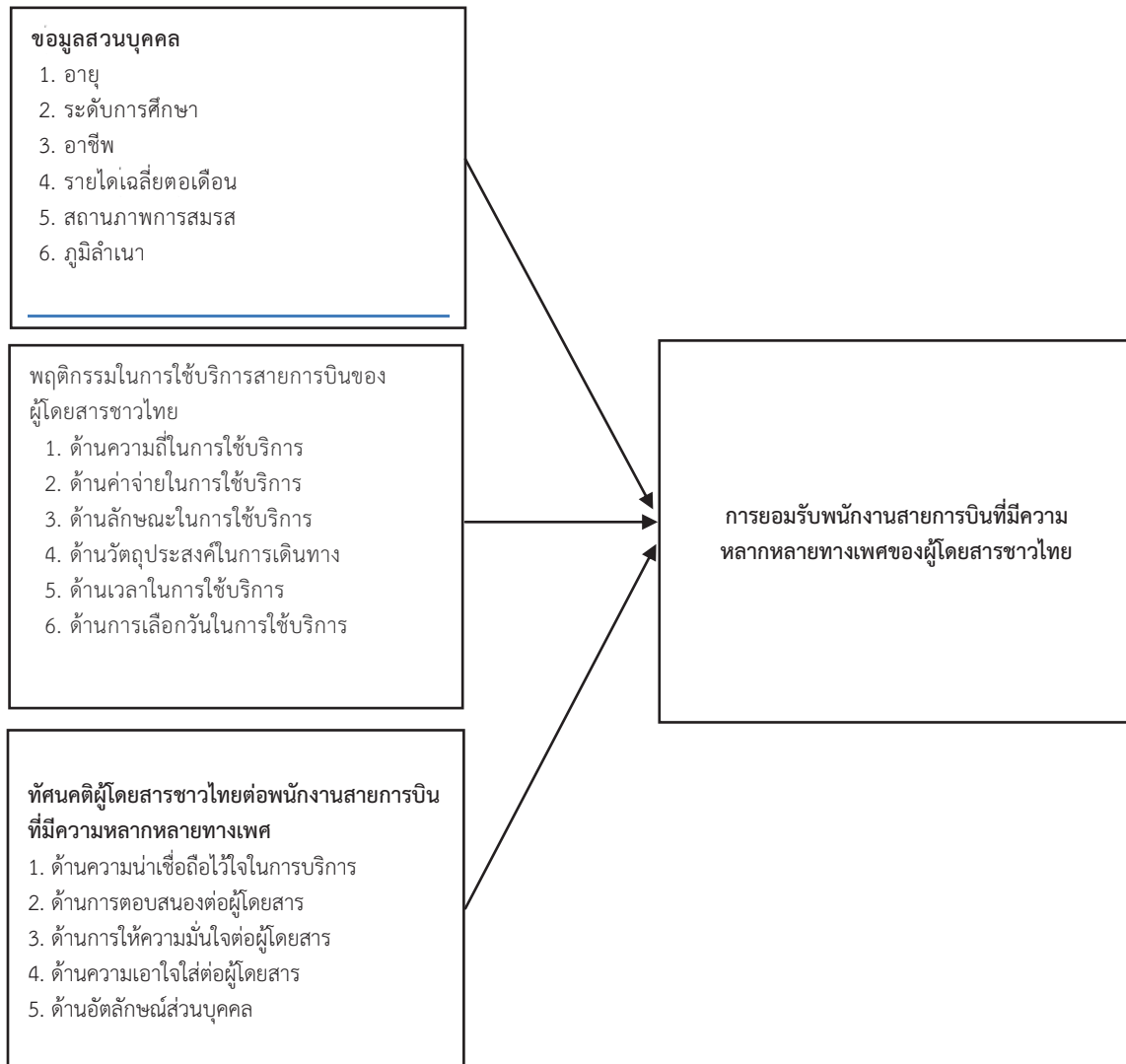
จากที่มาและความสำคัญของประเด็นดังกล่าวข้างต้น จึงทำให้คณะผู้วิจัยมีความสนใจศึกษาเรื่อง ปัจจัยที่ส่งผลต่อการยอมรับพนักงานสายการบินที่มีความหลากหลายทางเพศในประเทศไทย ทั้งนี้ผลที่คาดว่าจะได้รับจะสามารถทำให้ธุรกิจสายการบินและธุรกิจการให้บริการที่เกี่ยวข้องได้ข้อมูลที่เป็นส่วนสำคัญเพื่อนำไปใช้สำหรับการวางแผนการบริหารงานด้านแรงงานในธุรกิจภายใต้สถานการณ์ในอนาคตที่ภาคบริการจะได้ผลกระทบจากการเข้าสู่สังคมสูงวัยอย่างสมบูรณ์และยังช่วยให้เป็นส่วนหนึ่งในการกำหนดนโยบายหรือมาตรการสำคัญสำหรับการสร้างแรงจูงใจในการทำงานสำหรับพนักงานที่มีความหลากหลายทางเพศที่ส่งผลต่อความจงรักภักดีได้ในอนาคต

1.1 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

- 1) เพื่อศึกษาระดับการยอมรับของผู้ใช้บริการสายการบินในประเทศไทยที่มีต่อพนักงานสายการบินที่มีความหลากหลายทางเพศ
- 2) เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของปัจจัยที่ส่งผลต่อทัศนคติของผู้ใช้บริการสายการบินในประเทศไทยต่อพนักงานสายการบินที่มีความหลากหลายทางเพศ จำแนกข้อมูลพื้นฐานส่วนบุคคล
- 3) เพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการยอมรับพนักงานสายการบินที่มีความหลากหลายทางเพศของสายการบินในประเทศไทย ตามทัศนคติของผู้ใช้บริการสายการบินที่ให้บริการในประเทศไทย

1.2 กรอบแนวคิดในการศึกษา

การศึกษาเรื่อง ปัจจัยที่ส่งผลต่อการยอมรับพนักงานสายการบินที่มีความหลากหลายทางเพศในประเทศไทย คณะผู้วิจัยได้กำหนดกรอบแนวคิดในการศึกษา ดังนี้



ภาพที่ 1 แสดงกรอบแนวคิดในการศึกษา

2. วิธีการศึกษา

การศึกษาวิจัยเรื่อง ปัจจัยที่ส่งผลต่อการยอมรับพนักงานสายการบินที่มีความหลากหลายทางเพศในประเทศไทยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาตามวิธีวิจัยเชิงปริมาณ ดังนี้

2.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

2.1.1 ประชากรที่ใช้ในการศึกษาวิจัย

ผู้โดยสารชาวไทยที่ใช้บริการสายการบินภายในพื้นที่กรุงเทพมหานคร และ ภาคตะวันออกของประเทศไทย

2.1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยคือ กลุ่มผู้โดยสารชาวไทย โดยในการกำหนดกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาในครั้งนี้ ผู้วิจัยไม่สามารถทราบถึงจำนวนที่แน่ชัดของกลุ่มประชากร จึงได้ทำการคำนวณ โดยอ้างอิงสูตรการคำนวณหาขนาดกลุ่มตัวอย่างแบบไม่ทราบจำนวนประชากรที่แน่นอน (Cochran 1953) โดยได้ทำการกำหนดให้ สัดส่วนประชากรเท่ากับ 0.5 ความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และความคลาดเคลื่อนที่ไม่เกินร้อยละ 5 ซึ่งได้จำนวนกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 384.16 คน ซึ่งได้ทำการปัดเศษเป็น 385 คน โดยใช้วิธีการสุ่มตามสะดวก

2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ผู้ศึกษาวิจัยใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบสอบถามจำนวน 385 ชุด โดยใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากผู้โดยสารชาวไทย โดยแบบสอบถามจะมีองค์ประกอบที่สำคัญจำนวน 4 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 เกี่ยวกับข้อมูลส่วนบุคคลของผู้ตอบแบบสอบถาม ซึ่งแบ่งเป็นคำถามแบบปลายปิด 7 ข้อ โดยมีคำตอบให้เลือก ได้แก่ เพศ อายุ ระดับการศึกษา อาชีพ รายได้เฉลี่ยที่ได้รับต่อเดือน สถานภาพการสมรส และภูมิลำเนา

ส่วนที่ 2 เกี่ยวกับพฤติกรรมการใช้บริการสายการบินของผู้โดยสารชาวไทย ซึ่งกำหนดไว้ 6 ข้อ ได้แก่ ด้านความถี่ในการใช้บริการ ด้านค่าใช้จ่ายในการใช้บริการ ด้านลักษณะในการใช้บริการ ด้านวัตถุประสงค์ในการเดินทาง ด้านเวลาในการใช้บริการ และด้านการเลือกวันในการใช้บริการ

ส่วนที่ 3 เกี่ยวกับทัศนคติของผู้โดยสารชาวไทยต่อพนักงานสายการบินที่มีความหลากหลายทางเพศใน 5 ด้าน ประกอบด้วย ด้านความน่าเชื่อถือไว้วางใจในการบริการ ด้านการตอบสนองต่อผู้โดยสาร ด้านการให้ความมั่นใจต่อผู้โดยสาร ด้านความเอาใจใส่ต่อผู้โดยสาร ด้านอัตลักษณ์ส่วนบุคคล โดยมีลักษณะของคำถามเป็นแบบประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scale) ซึ่งมีหลักเกณฑ์ในการจัดทำประเมิน ดังต่อไปนี้

5	หมายถึง	มีทัศนคติอยู่ในระดับมากที่สุด
4	หมายถึง	มีทัศนคติอยู่ในระดับมาก
3	หมายถึง	มีทัศนคติอยู่ในระดับปานกลาง
2	หมายถึง	มีทัศนคติอยู่ในระดับน้อย
1	หมายถึง	มีทัศนคติอยู่ในระดับน้อยที่สุด

ส่วนที่ 4 เกี่ยวกับการยอมรับพนักงานสายการบินที่มีความหลากหลายทางเพศของผู้โดยสารชาวไทย โดยมีลักษณะของคำถามเป็นแบบประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scale) ซึ่งมีหลักเกณฑ์ในการจัดทำประเมิน ดังต่อไปนี้

5	หมายถึง	มีการยอมรับอยู่ในระดับมากที่สุด
4	หมายถึง	มีการยอมรับอยู่ในระดับมาก
3	หมายถึง	มีการยอมรับอยู่ในระดับปานกลาง
2	หมายถึง	มีการยอมรับอยู่ในระดับน้อย
1	หมายถึง	มีการยอมรับอยู่ในระดับน้อยที่สุด

2.3 การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ

2.3.1 นำแบบสอบถามที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นตามแนวทางในการศึกษา ให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิจัยพิจารณาตรวจสอบแบบสอบถามในเบื้องต้น

2.3.2 นำแบบสอบถามซึ่งผ่านการตรวจสอบจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิจัย เสนอผู้ทรงคุณวุฒิให้ทำการตรวจสอบแบบสอบถามเพื่อความถูกต้อง จำนวน 3 คน เพื่อพิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อคำถาม และวัตถุประสงค์ในการศึกษาวิจัย โดยได้ทำการคัดเลือกเฉพาะข้อคำถามที่มีค่าตั้งแต่ 0.67 - 1.00 เพื่อที่จะดำเนินการปรับปรุงแบบสอบถามให้มีความชัดเจนมากยิ่งขึ้นตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 3 ท่าน

2.3.3 นำแบบสอบถามจำนวน 30 ชุด ซึ่งเป็นแบบสอบถามอิเล็กทรอนิกส์ ที่ผ่านการปรับปรุงข้อคำถามแล้ว ไปดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง โดยมีลักษณะเหมือนกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาโดยในการศึกษานี้คือ

ผู้โดยสารชาวไทยที่ใช้บริการสายการบินภายในพื้นที่กรุงเทพมหานคร และ ภาคตะวันออก โดยค่าความเชื่อมั่นทั้งหมดมีค่าเท่ากับ 0.860

2.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

2.4.1 การเก็บรวบรวมข้อมูลปฐมภูมิ

เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลจาก ผู้โดยสารชาวไทยที่ใช้บริการสายการบินภายในพื้นที่กรุงเทพฯ และ ภาคตะวันออกของประเทศไทย โดยมีจำนวนของผู้ให้ข้อมูลปฐมภูมิทั้งหมด 385 ตัวอย่าง

2.4.2 การเก็บรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิ

เป็นการดำเนินการศึกษาค้นคว้า จาก งานวิจัยทางวิชาการ เอกสารทางวิชาการ วารสารวิชาการ งานวิจัยฉบับเต็ม และหนังสือต่างๆ ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับ ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อกรยอมรับพนักงานสายการบินที่มีความหลากหลายทางเพศในประเทศไทย ที่ได้มีผู้มีความรู้ในด้านนั้นๆ ได้ทำการรวบรวมไว้

2.5 การวิเคราะห์ข้อมูลและวิธีทางสถิติ

2.5.1 การกระทำการวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้ข้อมูลในรูปแบบของ สถิติเชิงพรรณนาทั้งหมด 4 ค่า ได้แก่ ค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เพื่อตอบวัตถุประสงค์ข้อที่ 1

สำหรับหลักเกณฑ์ในการแปลความหมายของ ค่าเฉลี่ยจากข้อมูลที่ได้มานั้น ผู้วิจัยได้ใช้หลักเกณฑ์ของ บุญชม ศรีสะอาด (2560) ซึ่งมีดังต่อไปนี้

4.51-5.00	หมายถึง	มีทัศนคติ และการยอมรับอยู่ในระดับมากที่สุด
3.51-4.50	หมายถึง	มีทัศนคติ และการยอมรับอยู่ในระดับมาก
2.51-3.50	หมายถึง	มีทัศนคติ และการยอมรับอยู่ในระดับปานกลาง
1.51-2.50	หมายถึง	มีทัศนคติ และการยอมรับอยู่ในระดับน้อย
1.00-1.50	หมายถึง	มีทัศนคติ และการยอมรับอยู่ในระดับน้อยที่สุด

2.5.2 การเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูลส่วนบุคคลที่ส่งผลต่อการยอมรับของผู้ใช้บริการสายการบินในประเทศไทยต่อพนักงานสายการบินที่มีความหลากหลายทางเพศ จำแนกข้อมูลพื้นฐานส่วนบุคคล ผู้วิจัยใช้การทดสอบด้วย One Way ANOVA เพื่อตอบวัตถุประสงค์ข้อที่ 2

2.5.3 การวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการยอมรับพนักงานสายการบินที่มีความหลากหลายทางเพศของสายการบินในประเทศไทย เพื่อตอบวัตถุประสงค์ข้อที่ 3 ผู้วิจัยใช้การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (Multiple Regression Analysis) เพื่อหาคำตอบ

3. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

3.1 ผลการศึกษาวิจัย

จากการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามที่มีความสมบูรณ์จากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 385 คน ชุดสามารถนำมาสรุปผลการศึกษาที่เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

3.1.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลส่วนบุคคลของผู้ตอบแบบสอบถามพบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ มีอายุอยู่ในกลุ่มอายุ 24-37 ปี มีการศึกษาอยู่ในปริญญาตรี โดยประกอบอาชีพพนักงานบริษัทเอกชน มีรายได้เฉลี่ยที่ได้รับต่อเดือนน้อยกว่า หรือเท่ากับ 20,000 บาท มีสถานภาพการสมรสเป็นโสด และอาศัยอยู่ในเขตพื้นที่ภาคตะวันออกเป็นส่วนใหญ่

3.1.2 ผลการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการยอมรับพนักงานสายการบินที่มีความหลากหลายทางเพศในประเทศไทยในภาพรวมมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด

3.1.3 ผลการศึกษาพฤติกรรมในการใช้บริการสายการบินของผู้โดยสารชาวไทยพบว่า ผู้โดยสารส่วนใหญ่มีความถี่ในการใช้บริการสายการบินน้อยกว่าหรือเท่ากับ 2 ครั้งต่อปี มีค่าใช้จ่ายในการใช้บริการอยู่ที่ 4,001-6,000 บาท มีลักษณะในการใช้เพื่อโดยสารหรือทำธุรกิจ มีวัตถุประสงค์ในการเดินทางเพื่อท่องเที่ยวเป็นส่วนใหญ่ มีพฤติกรรมในการใช้บริการสายการบินในช่วงเช้า และมีการเลือกวันในการเดินทางในวันหยุดสุดสัปดาห์ (เสาร์ - อาทิตย์)

3.1.4 ผลการวิเคราะห์ทัศนคติผู้โดยสารชาวไทยต่อพนักงานสายการบินที่มีความหลากหลายทางเพศของผู้โดยสารชาวไทยในภาพรวมมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด

3.1.5 ผลการศึกษาระดับการยอมรับพนักงานสายการบินที่มีความหลากหลายทางเพศของผู้โดยสารชาวไทยในภาพรวมมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.56$, $SD. = 0.53$)

3.1.6 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูลส่วนบุคคลของผู้ใช้บริการสายการบินในประเทศไทยต่อการยอมรับพนักงานสายการบินที่มีความหลากหลายทางเพศในภาพรวม และรายด้านดังแสดงได้ตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูลส่วนบุคคลต่อการยอมรับพนักงานสายการบินที่มีความหลากหลายทางเพศ จำแนกตามอายุ ระดับการศึกษา อาชีพ

ปัจจัยที่ส่งผลการยอมรับ	อายุ		ระดับการศึกษา		อาชีพ	
	F-test	Sig	F-test	Sig	F-test	Sig
ความน่าเชื่อถือไว้ใจในการบริการ	1.747	0.157	2.784	0.063	0.297	0.914
การตอบสนองต่อผู้โดยสาร	1.395	0.244	0.537	0.585	0.496	0.779
การให้ความมั่นใจแก่ผู้โดยสาร	1.338	0.262	0.394	0.674	0.759	0.580
ความเอาใจใส่ต่อผู้โดยสาร	3.128	0.010*	0.606	0.546	0.253	0.938
อัตลักษณ์ส่วนบุคคล	3.128	0.026*	0.374	0.689	0.400	0.848
ในภาพรวม	2.497	0.059	0.316	0.729	0.481	0.790

* $P < 0.05$

จากตารางที่ 1 พบว่า ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูลส่วนบุคคลต่อการยอมรับพนักงานสายการบินที่มีความหลากหลายทางเพศ จำแนกตามอายุ ระดับการศึกษา อาชีพ พบว่าในภาพรวม ผู้โดยสารชาวไทยที่มี อายุ ระดับการศึกษา และอาชีพต่างกันมีการยอมรับต่อพนักงานสายการบินที่มีความหลากหลายทางเพศไม่แตกต่างกัน

ตารางที่ 2 แสดงผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูลส่วนบุคคลต่อการยอมรับพนักงานสายการบินที่มีความหลากหลายทางเพศ จำแนกตาม รายได้เฉลี่ยต่อเดือนที่ได้รับ สถานภาพการสมรส จังหวัดที่อยู่ปัจจุบัน

ปัจจัยที่ส่งผลการยอมรับ	รายได้เฉลี่ยต่อเดือนที่ได้รับ		สถานภาพการสมรส		จังหวัดที่อยู่ปัจจุบัน	
	F-test	Sig	F-test	Sig	F-test	Sig
ความน่าเชื่อถือไว้ใจในการบริการ	0.620	0.603	0.325	0.807	3.760	0.053
การตอบสนองต่อผู้โดยสาร	1.411	0.239	0.966	0.409	1.261	0.262
การให้ความมั่นใจแก่ผู้โดยสาร	5.493	0.001*	1.120	0.341	6.765	0.010*
ความเอาใจใส่ต่อผู้โดยสาร	6.561	0.000*	0.370	0.775	8.957	0.003*
อัตลักษณ์ส่วนบุคคล	4.501	0.004*	2.481	0.061	1.423	0.234
ในภาพรวม	4.425	0.004*	0.751	0.522	5.604	0.018*

* $P < 0.05$

จากตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูลส่วนบุคคลต่อการยอมรับพนักงานสายการบินที่มีความหลากหลายทางเพศ จำแนกตาม รายได้เฉลี่ยต่อเดือนที่ได้รับ สถานภาพการสมรส จังหวัดที่อยู่ปัจจุบัน พบว่า ในภาพรวม ผู้โดยสารชาวไทยที่มี สถานภาพการสมรสต่างกัน มีการยอมรับต่อพนักงานสายการบินที่มีความหลากหลายทางเพศในภาพรวมไม่แตกต่างกัน ส่วนผู้โดยสารชาวไทยที่มีรายได้เฉลี่ยต่อเดือนที่ได้รับและจังหวัดที่อยู่อาศัยต่างกัน มีการยอมรับต่อพนักงานสายการบินที่มีความหลากหลายทางเพศในภาพรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

3.1.7 ผลการการวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลการยอมรับพนักงานสายการบินที่มีความหลากหลายทางเพศของสายการบินในประเทศไทย ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงผลการการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลการยอมรับพนักงานสายการบินที่มีความหลากหลายทางเพศของสายการบินในประเทศไทย

ตัวแปร	การยอมรับพนักงานสายการบินที่มีความหลากหลายทางเพศ				
	B	Std.Error	Beta	t	Sig.
ค่าคงที่ (Constant)	.440	.220		1.997	.047*
ด้านความน่าเชื่อถือไว้ใจในการบริการ	.053	.047	.056	1.129	.260
ด้านการตอบสนองต่อผู้โดยสาร	-.046	.060	-.045	-.774	.440
ด้านการให้ความมั่นใจต่อผู้โดยสาร	.163	.063	.143	2.594	.010*
ด้านความเอาใจใส่ต่อผู้โดยสาร	.273	.064	.226	4.285	.000*
ด้านอัตลักษณ์ส่วนบุคคล	.457	.052	.441	8.873	.000*

$R = .513$ $R^2 = .507$ $SE = 0.052$ $Sig. = 0.000$

* $P < 0.05$

จากตารางที่ 3 พบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อการยอมรับพนักงานสายการบินที่มีความหลากหลายทางเพศของสายการบินในประเทศไทย คือ ด้านการให้ความมั่นใจต่อผู้โดยสาร ด้านความเอาใจใส่ต่อผู้โดยสาร ด้านอัตลักษณ์ส่วนบุคคล ซึ่งเป็นตัวทำนายการยอมรับพนักงานสายการบินที่มีความหลากหลายทางเพศ ได้ร้อยละ 50.7 ($R^2 = .507$) มีความคลาดเคลื่อนร้อยละ 0.052 จึงยอมรับสมมติฐานที่ว่า เฉพาะด้านการให้ความมั่นใจต่อผู้โดยสาร ด้านความเอาใจใส่ต่อผู้โดยสาร ด้านอัตลักษณ์ส่วนบุคคล ส่วนด้านความน่าเชื่อถือไว้ใจในการบริการ และด้านการตอบสนองต่อผู้โดยสารเป็นปัจจัยที่ไม่ส่งผลต่อการยอมรับพนักงานสายการบินที่มีความหลากหลายทางเพศ

3.2 การอภิปรายผล

จากการศึกษาเรื่อง ปัจจัยที่ส่งผลต่อการยอมรับพนักงานสายการบินที่มีความหลากหลายทางเพศในประเทศไทย คณะผู้วิจัยสามารถอภิปรายผลตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยดังนี้

3.2.1 ผลการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการยอมรับพนักงานสายการบินที่มีความหลากหลายทางเพศในประเทศไทยในภาพรวมมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่า ผู้ใช้บริการสายการบินมีการยอมรับพนักงานที่มีความหลากหลายทางเพศ ในด้านความน่าเชื่อถือไว้ใจในการบริการ ด้านการตอบสนองต่อผู้โดยสาร ด้านการให้ความมั่นใจต่อผู้โดยสาร ด้านความเอาใจใส่ต่อผู้โดยสาร และด้านอัตลักษณ์ส่วนบุคคล ซึ่งทั้งนี้อาจเกิดจากพนักงานผู้ให้บริการที่มีความหลากหลายทางเพศต่างได้รับการฝึกอบรมจากสายการบินและรู้จักปฏิบัติหน้าที่ตามตำแหน่งที่ตนเองได้รับมอบหมายเป็นอย่างดี จึงทำให้เกิดการยอมรับจากผู้ใช้บริการโดยสอดคล้องกับงานวิจัยของ ธัญเทพ ไกรศรี ภควดี พัฒนภณี (2562) ได้ทำการศึกษาเรื่อง บรรยากาศและความพึงพอใจในงานของกลุ่มพนักงานสำนักงานที่มีอัตลักษณ์หลากหลายทางเพศในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ได้ให้ความคิดเห็นว่า การได้รับการปฏิบัติที่ดีภายในองค์กรจะส่งผลในการเพิ่มความพึงพอใจในการทำงาน และเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน

3.2.2 ผลการวิเคราะห์ทัศนคติผู้โดยสารชาวไทยต่อพนักงานสายการบินที่มีความหลากหลายทางเพศของผู้โดยสารชาวไทยในภาพรวมมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด

3.2.3 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูลส่วนบุคคลของผู้โดยสารชาวไทยที่ใช้บริการสายการบินในประเทศไทยต่อการยอมรับพนักงานสายการบินที่มีความหลากหลายทางเพศในภาพรวมจำแนกตาม อายุ ระดับการศึกษา อาชีพ รายได้เฉลี่ยต่อเดือน และจังหวัดที่อยู่ปัจจุบัน โดยสามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

ผู้โดยสารที่มีอายุต่างกันมีความคิดเห็นการยอมรับพนักงานสายการบินที่มีความหลากหลายทางเพศไม่แตกต่างกัน ซึ่งอธิบายได้ว่า อายุไม่ได้เป็นปัจจัยที่กำหนดกรอบความคิดของตัวบุคคลที่ต้องการยอมรับพนักงานสายการบินที่มีความหลากหลายทางเพศ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ลลลลลลลล แพร์พาดิซวัฒน์ ภัทรศรี อินทร์ขาว ธนังกร ธัญกรพิสิษฐ์ (2564) ได้ทำการศึกษาเรื่อง ทัศนคติของผู้ใช้บริการสายการบินต่อผู้ให้บริการที่มีความหลากหลายทางเพศในธุรกิจสายการบิน ณ ท่าอากาศยานนานาชาติเชียงใหม่ ผลการศึกษาพบว่า ผู้ใช้บริการที่มีอายุแตกต่างกันมีทัศนคติต่อผู้ให้บริการที่มีความหลากหลายทางเพศที่ไม่แตกต่างกัน

ผู้โดยสารที่มีระดับการศึกษาต่างกันมีความคิดเห็นการยอมรับพนักงานสายการบินที่มีความหลากหลายทางเพศไม่แตกต่างกัน ซึ่งอธิบายได้ว่า ผู้โดยสารที่มีระดับการศึกษาต่างกันมีความคิดเห็นไม่แตกต่างกันในการยอมรับพนักงานที่มีความหลากหลายทางเพศ เนื่องจากยุคสมัยที่ได้เปลี่ยนแปลงไปจากอดีตด้วย โดยระดับการศึกษาจึงไม่ได้เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อความคิดเห็น หรือการยอมรับของผู้โดยสารแต่อย่างใด ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ลลลลลลลล แพร์พาดิซวัฒน์ ภัทรศรี อินทร์ขาว ธนังกร ธัญกรพิสิษฐ์ (2564) ได้ทำการศึกษาเรื่อง ทัศนคติของผู้ใช้บริการสายการบินต่อผู้ให้บริการที่มีความหลากหลายทางเพศในธุรกิจสายการบิน ณ ท่าอากาศยานนานาชาติเชียงใหม่ ผลการศึกษาพบว่า ผู้ใช้บริการที่มีระดับการศึกษาที่แตกต่างกัน มีทัศนคติต่อผู้ให้บริการที่มีความหลากหลายทางเพศไม่แตกต่างกัน

ผู้โดยสารที่มีอาชีพต่างกันมีความคิดเห็นการยอมรับพนักงานสายการบินที่มีความหลากหลายทางเพศไม่แตกต่างกัน ซึ่งอธิบายได้ว่า อาชีพของผู้โดยสารนั้นมิได้เป็นปัจจัยที่ทำให้การยอมรับ หรือทัศนคติที่มีต่อพนักงานสายการบินที่มีความหลากหลายทางเพศแต่อย่างใดเนื่องด้วยพนักงานที่มีความหลากหลายทางเพศได้ปฏิบัติตนในการให้บริการกับผู้โดยสารที่มีอาชีพต่างกันอย่างเท่าเทียมกัน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ลลลลลลลล แพร์พาดิซวัฒน์ ภัทรศรี อินทร์ขาว ธนังกร ธัญกรพิสิษฐ์ (2564) ได้ทำการศึกษาเรื่อง ทัศนคติของผู้ใช้บริการสายการบินต่อผู้ให้บริการที่มีความหลากหลายทางเพศในธุรกิจสายการบิน ณ ท่าอากาศยานนานาชาติเชียงใหม่ ให้ความคิดเห็นว่า อาชีพของผู้ใช้บริการที่แตกต่างกันมีทัศนคติต่อผู้ให้บริการที่ไม่แตกต่างกัน

ผู้โดยสารที่มีรายได้เฉลี่ยต่อเดือนที่ได้รับต่างกันมีความคิดเห็นการยอมรับพนักงานสายการบินที่มีความหลากหลายทางเพศที่แตกต่าง ซึ่งอธิบายได้ว่า การที่ผู้โดยสารที่มีรายได้เฉลี่ยต่อเดือนที่ต่างกันนั้นเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจ และการยอมรับพนักงานสายการบินที่มีความหลากหลายทางเพศ เนื่องด้วยวิถีชีวิตในการดำเนินชีวิตของผู้โดยสารแต่ละบุคคลที่มีรายได้แตกต่างกัน ทำให้การตัดสินใจในการเลือกใช้บริการสายการบินมีความแตกต่างกัน ซึ่งอาจส่งผลต่อความคาดหวัง ความคิดหรือทัศนคติของผู้โดยสาร ที่มีความต้องการในการได้รับการบริการจากพนักงานตามการชำระค่าบริการในการใช้บริการในสายการบินแต่ละครั้ง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ เสกสรร สายสีสด (2564) ได้ทำการศึกษาเรื่อง การศึกษาพฤติกรรมกรรมการดำรงชีวิต (Lifestyles) และความพึงพอใจในการดำรงชีวิตของกลุ่ม LGBTQ+ ในจังหวัดอุดรธานี ให้ความคิดเห็นว่า รายได้เฉลี่ยต่อเดือนของกลุ่ม LGBTQ+ ส่งผลต่อการตัดสินใจในการดำเนินชีวิตที่สำคัญ

ผู้โดยสารที่มีสถานภาพการสมรสต่างกันมีความคิดเห็นการยอมรับพนักงานสายการบินที่มีความหลากหลายทางเพศไม่แตกต่างกัน ซึ่งอธิบายได้ว่า สถานภาพการสมรสของผู้โดยสารนั้นไม่ได้เป็นปัจจัยที่จะส่งผลต่อการยอมรับผู้ที่มีความหลากหลายทางเพศของผู้โดยสาร ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ลลลียา แพร่พานิวัฒน์ ภัทรศรี อินทร์ขาว ธนังกร ธีฎกรพิสิษฐ์ (2564) ได้ทำการศึกษาเรื่อง ทัศนคติของผู้ใช้บริการสายการบินต่อผู้ให้บริการที่มีความหลากหลายทางเพศในธุรกิจสายการบิน ณ ท่าอากาศยานนานาชาติเชียงใหม่ ให้ความคิดเห็นว่า สถานภาพการสมรสของผู้ใช้บริการที่ต่างกันจะมีทัศนคติการยอมรับต่อผู้ให้บริการที่มีความหลากหลายทางเพศที่ไม่แตกต่างกัน

ผู้โดยสารที่มีจังหวัดที่อยู่ปัจจุบันต่างกันมีความคิดเห็นการยอมรับพนักงานสายการบินที่มีความหลากหลายทางเพศที่แตกต่าง ซึ่งอธิบายได้ว่า จังหวัดที่อยู่ปัจจุบันของผู้โดยสารนั้นมีผลต่อความคิดหรือการตัดสินใจในเรื่องต่าง ๆ เช่นในขอบเขตความคิดหรือทัศนคติการยอมรับกลุ่มคนที่มีหลากหลายทางเพศอาจจะแตกต่างกับจังหวัดที่อยู่ในเขตที่มีความเจริญหรือเขตเมือง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ จิตรลดา พลายดวง (2564) ได้ทำการศึกษาเรื่อง การสื่อสารการตลาดดิจิทัลกับการตัดสินใจซื้อสินค้าแฟชั่นผ่านอีคอมเมิร์ซของผู้บริโภคที่มีความหลากหลายทางเพศ (LGBTQ+) ได้ให้ความคิดเห็นไว้ว่า พื้นที่ที่อยู่อาศัยเป็นปัจจัยหนึ่ง ที่ส่งผลต่อการตัดสินใจหรือการยอมรับต่าง ๆ

3.2.4 ผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อการยอมรับพนักงานสายการบินที่มีความหลากหลายทางเพศของสายการบินในประเทศไทย คือ ด้านการให้ความมั่นใจต่อผู้โดยสาร ด้านความเอาใจใส่ต่อผู้โดยสาร ด้านอัตลักษณ์ส่วนบุคคล ซึ่งเป็นตัวทำนายการยอมรับพนักงานสายการบินที่มีความหลากหลายทางเพศ ได้ร้อยละ 50.7 ($R^2 = .507$) มีความคลาดเคลื่อนร้อยละ 0.052 จึงยอมรับสมมติฐานที่ว่า เฉพาะด้านการให้ความมั่นใจต่อผู้โดยสาร ด้านความเอาใจใส่ต่อผู้โดยสาร ด้านอัตลักษณ์ส่วนบุคคล ส่วนด้านความน่าเชื่อถือไว้วางใจในการบริการ และด้านการตอบสนองต่อผู้โดยสารเป็นปัจจัยที่ไม่ส่งต่อการยอมรับพนักงานสายการบินที่มีความหลากหลายทางเพศ ซึ่งจากปัจจัยที่ส่งผลต่อการยอมรับพนักงานสายการบินที่มีความหลากหลายทางเพศของสายการบินในประเทศไทยในด้าน การให้ความมั่นใจต่อผู้โดยสาร ด้านความเอาใจใส่ต่อผู้โดยสาร และด้านอัตลักษณ์ส่วนบุคคล ซึ่งอธิบายได้ว่าการที่พนักงานสายการบินที่มีความหลากหลายทางเพศ สามารถให้บริการผู้โดยสารชาวไทยในเที่ยวบินต่าง ๆ แล้วทำให้ผู้โดยสารเกิดความมั่นใจในการใช้บริการ มีการให้บริการที่ดูแลเอาใจใส่ผู้โดยสารที่ช่วยสร้างความประทับใจ รวมทั้งการที่พนักงานที่มีความหลากหลายทางเพศ ดูแลตนเอง ด้วยการแต่งกายที่เหมาะสม การแสดงออกด้วยกริยาที่เรียบร้อยสอดคล้องกับหน้าที่ที่ปฏิบัติซึ่งเป็นส่วนหนึ่งในการสร้างการยอมรับในตัวบุคคลที่ปฏิบัติซึ่งสอดคล้องกับสุนิสา เสนา (2561) ได้ศึกษาวิจัยเรื่องคุณภาพการบริการที่ส่งผลต่อความภักดีในการใช้บริการขนส่งสินค้าจังหวัดปทุมธานี ผลจากการศึกษาพบว่าคุณภาพการบริการส่งผลต่อความภักดีในการใช้บริการ ได้แก่ ด้านความน่าเชื่อถือและไว้วางใจ ด้านการให้ความมั่นใจต่อผู้รับบริการ และด้านการเอาใจใส่ลูกค้าเป็นรายบุคคล อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

4. สรุป

จากการศึกษาเรื่อง ปัจจัยที่ส่งผลต่อการยอมรับพนักงานสายการบินที่มีความหลากหลายทางเพศของสายการบินในประเทศไทย ซึ่งระดับการยอมรับปัจจัยที่ส่งผลต่อการยอมรับพนักงานสายการบินที่มีความหลากหลายทางเพศอยู่ในระดับมากที่สุด และปัจจัยที่ส่งผลต่อการยอมรับพนักงานสายการบินที่มีความหลากหลายทางเพศประกอบด้วย การให้ความมั่นใจต่อผู้โดยสาร ความเอาใจใส่ต่อผู้โดยสาร และอัตลักษณ์ส่วนบุคคล เป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

5. เอกสารอ้างอิง

ธัญเทพ ไกรศรี ภควดี พัฒน์มณี. 2562. บรรยากาศภายในองค์กรและความพึงพอใจในงานของกลุ่มพนักงานสำนักงานที่มีอัตลักษณ์หลากหลายทางเพศในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล. วารสารบริหารธุรกิจและสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง. 2(3), 73 – 87.

**ปัจจัยที่ส่งผลต่อด้านความปลอดภัยของพนักงานส่วนบริการเขตการบิน
บริษัท ท่าอากาศยานไทย จำกัด (มหาชน) ฝ่ายปฏิบัติการเขตการบิน ณ ท่าอากาศยานดอนเมือง
Factors Which Affect Safety of Airside Staffs at Airports of Thailand Public
Company Limited (AOT), Airside Operations, Don Mueang International Airport.**

**ฐิตากร นัยเลิศ ฌัลลิกา ไกรทอง ณีรนุช ลีจวง และ พัฒนะ ธนกฤตพุมิเมธ
Titakorn Naileat, Challika Kaitong, Neeranuch Leejuang and Phatthana Thanakitputimed**

สถาบันเทคโนโลยีการบินและอวกาศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก
Institute of Aviation and Aerospace Technology, Rajamangala University of Technology Tawan-ok
e-mail: phatthana_th@mutta.ac.th โทร. 089-9289090

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบปัจจัยที่ส่งผลต่อด้านความปลอดภัยของพนักงานส่วนบริการเขตการบิน บริษัท ท่าอากาศยานไทย จำกัด (มหาชน) ฝ่ายปฏิบัติการเขตการบิน ณ ท่าอากาศยานดอนเมือง กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นพนักงานส่วนบริการเขตการบิน เนื่องจากประชากรมีจำนวนน้อยจึงกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างร้อยละ 30 ได้จำนวน 45 คน ใช้วิธีการสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบง่ายโดยใช้ตารางเลขสุ่ม เครื่องมือที่ใช้เก็บข้อมูลเป็นแบบสอบถาม มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.84 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบค่าที และการทดสอบความแปรปรวนทางเดียว ผลการวิจัย พบว่า (1) ปัจจัยทุกด้านส่งผลต่อความปลอดภัยในการทำงานอยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ด้านความพร้อมของเครื่องมือและอุปกรณ์เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อความปลอดภัยการทำงานอยู่ในลำดับที่แรก (2) การเปรียบเทียบปัจจัยที่ส่งผลต่อความปลอดภัยในการทำงานโดยพบว่าพนักงานที่มีเพศต่างกันมีปัจจัยที่ส่งผลต่อความปลอดภัยด้านความพร้อมส่วนบุคคลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 และพนักงานที่มีอายุ ระดับการศึกษา ประสบการณ์ในการทำงานในส่วนบริการเขตการบิน ตำแหน่งหน้าที่ และการอบรมด้านความปลอดภัยต่างกันมีปัจจัยที่ส่งผลต่อความปลอดภัยในการทำงานไม่แตกต่างกัน

คำสำคัญ: ความปลอดภัย พนักงานส่วนบริการเขตการบิน ฝ่ายปฏิบัติการเขตการบิน

Abstract

The objectives of this research were: to study and compare the factors which affect safety of airside staffs at Airports of Thailand Public Company Limited (AOT), airside operations, Don Mueang International Airport. The samples were 45 airside staffs which calculated by 30 percent of the small population. The simple sampling method was used by a random table. The research tool was a questionnaire with 0.84 reliability. The statistical analysis were showed as frequency, percentage, mean, standard deviation, t-test and deviation one-way analysis of variance (ANOVA). This research results revealed that: (1) all factors affected working safety in a high level. When considering each aspect, it was found that the availability of tools and equipment was the first factor which affected working safety. (2) Comparison of factors which affected working safety showed that different gender of airside staffs had an effect on personal readiness about safety, at a significant level of 0.05. Other items such as age of airside staffs, education, working experience in airside operations and safety training had no difference on factors which affected working safety.

Keywords: Safety, Airside Staff, Airside Operations

1. บทนำ

บริษัท ท่าอากาศยานไทย จำกัด (มหาชน) หรือ ทอท. เริ่มดำเนินกิจการตั้งแต่ปี พ.ศ.2483 โดยกองทัพอากาศได้จัดตั้งกองการบินพลเรือนขึ้นเพื่อดำเนินงานเกี่ยวกับการบินระหว่างประเทศ โดยใช้ชื่อเรียกว่า “ท่าอากาศยานดอนเมือง” และเปลี่ยนมาใช้ชื่ออย่างเป็นทางการว่า “ท่าอากาศยานกรุงเทพ” โดยดำเนินงานมาอย่างต่อเนื่อง และแปลงสภาพเป็นบริษัทมหาชนจำกัดเมื่อปี 2545 โดยใช้ชื่อ บริษัท ท่าอากาศยานไทย จำกัด (มหาชน) และยังคงเรียกชื่อย่อว่า ทอท. เช่นเดิม ส่วนภาษาอังกฤษให้ชื่อว่า

Airports of Thailand Public Company Limited เรียกโดยย่อว่า AOT และวันที่ 28 กันยายน พ.ศ.2549 ท่าอากาศยานกรุงเทพได้เปลี่ยนชื่ออีกครั้งเป็น “ท่าอากาศยานดอนเมือง” โดยกำหนดวิสัยทัศน์เพื่อผลักดันองค์กรสู่การเป็นผู้ดำเนินการและจัดการท่าอากาศยานที่ระดับโลกโดยการมุ่งเน้นคุณภาพการให้บริการ คำนึงถึงความปลอดภัย และสร้างรายได้อย่างสมดุล ซึ่งมีค่านิยมหลักขององค์กร (Core Value) ในเรื่องความปลอดภัยและการรักษาความปลอดภัยโดยการคำนึงถึงความปลอดภัยและการรักษาความปลอดภัยเป็นหัวใจของการปฏิบัติงาน (บริษัท ท่าอากาศยานไทย จำกัด (มหาชน), 2565)

โดยท่าอากาศยานดอนเมืองถือเป็นสถานีขนส่งทางอากาศที่มีบทบาทสำคัญต่อประเทศไทยในการให้บริการและอำนวยความสะดวกแก่อากาศยานเพื่อการขนส่งผู้โดยสาร สินค้า และไปรษณีย์ภัณฑ์ โดยเขตพื้นที่ในการให้บริการในท่าอากาศยานดอนเมือง ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ (1) เขตนอกการบิน (Landside) ได้แก่ อาคารผู้โดยสาร อาคารคลังสินค้า หอบังคับการบิน ถนนภายในท่าอากาศยานและที่จอดรถ และ (2) เขตการบิน (Airside) ได้แก่ ทางวิ่ง ทางขับ ลานจอดอากาศยาน ทางออกขึ้นเครื่องบินหรือทางเข้าจากเครื่องบิน และสถานีดับเพลิงและกู้ภัย โดยการปฏิบัติงานในส่วนของเขตพื้นที่การบินถือเป็นหัวใจหลักของการให้บริการด้านการบิน โดยมีฝ่ายปฏิบัติการเขตการบิน (Airside Operations) อยู่ในสายปฏิบัติการ มีหน้าที่ความรับผิดชอบเกี่ยวกับการบริหารจัดการและการให้บริการภายในเขตการบิน ประกอบด้วย การจัดการลานจอดและหลุมจอดอากาศยาน การปฏิบัติการและควบคุมเพื่อความปลอดภัยภายในเขตการบิน การควบคุมสัตว์ที่เป็นอันตรายต่ออากาศยาน การดำเนินงานด้านพิธีการบิน การรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับด้านการบิน การให้บริการแก่เที่ยวบิน การบริการด้านข่าวสารการบิน และเป็นหน่วยงานหลักสายวิชาการทางด้านการปฏิบัติการการบริการด้านการบินของ ทอท. (ณิชา สมุทคุปต์ และจิรวรรณ ดีประเสริฐ, 2559)

ในการปฏิบัติงานในส่วนของเขตการบินนั้นเรื่องความปลอดภัย (Safety) และการรักษาความปลอดภัย (Security) ถือเป็นหัวใจหลักของการปฏิบัติงาน และถือเป็นค่านิยมหลักขององค์กรเพื่อลดอันตราย การบาดเจ็บ การเสี่ยงภัย และการสูญเสียจากการปฏิบัติงาน ซึ่งในการลดปัจจัยความเสี่ยงในการปฏิบัติงานท่าอากาศยานได้นำระบบการจัดการความปลอดภัย (Safety Management System: SMS) มาใช้ในการบริหารจัดการด้านความปลอดภัย ตามข้อบังคับของคณะกรรมการการบินพลเรือน แต่ในการปฏิบัติงานจริงนอกจากระบบการจัดการความปลอดภัยที่ท่าอากาศยานดอนเมืองนำมาใช้แล้วอาจมีปัจจัยอื่น ๆ เช่น ประสิทธิภาพทำงาน การฝึกอบรม ความพร้อมทางด้านร่างกายและจิตใจ ความพร้อมของเครื่องมือและอุปกรณ์ และสภาพแวดล้อมขณะปฏิบัติงาน อาจเป็นปัจจัยเสริมที่ส่งผลต่อความปลอดภัยในการปฏิบัติงานในเขตพื้นที่การบิน ดังนั้นเพื่อให้ทราบว่ามีปัจจัยใดบ้างที่อาจส่งผลกระทบต่อความปลอดภัยในการปฏิบัติงานในเขตพื้นที่การบินคณะผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษา เรื่องปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อด้านความปลอดภัยของพนักงานส่วนบริการเขตการบิน บริษัท ท่าอากาศยานไทย จำกัด (มหาชน) ฝ่ายปฏิบัติการเขตการบิน ณ ท่าอากาศยานดอนเมือง เนื่องจากผลวิจัยที่ได้อาจเป็นข้อมูลที่สำคัญเพื่อใช้เป็นแนวทางในการบริหารความเสี่ยงในการปฏิบัติงานเขตการบินให้เกิดความปลอดภัย อีกทั้งผลการวิจัยยังสามารถนำมาใช้เป็นกรณีศึกษาและเป็นข้อมูลอ้างอิงในระบบการจัดการความปลอดภัย และวิชาการจัดการองค์กรการบิน ได้อีกด้วย

1.1 วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อด้านความปลอดภัยของพนักงานส่วนบริการเขตการบิน บริษัท ท่าอากาศยานไทย จำกัด (มหาชน) ฝ่ายปฏิบัติการเขตการบิน ณ ท่าอากาศยานดอนเมือง
2. เพื่อเปรียบเทียบปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อด้านความปลอดภัยของพนักงานส่วนบริการเขตการบิน บริษัท ท่าอากาศยานไทย จำกัด (มหาชน) ฝ่ายปฏิบัติการเขตการบิน ณ ท่าอากาศยานดอนเมือง

1.2 สมมติฐานการวิจัย

พนักงานส่วนบริการเขตการบิน บริษัท ท่าอากาศยานไทย จำกัด (มหาชน) ฝ่ายปฏิบัติการเขตการบิน ณ ท่าอากาศยานดอนเมือง ที่มีข้อมูลทั่วไปต่างกันมีปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความปลอดภัยในการปฏิบัติงานในเขตการบินแตกต่างกัน

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1. ขอบเขตด้านประชากร
ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ พนักงานส่วนบริการเขตการบิน บริษัท ท่าอากาศยานไทย จำกัด (มหาชน) ฝ่ายปฏิบัติการเขตการบิน ณ ท่าอากาศยานดอนเมือง จำนวน 150 คน (บริษัท ท่าอากาศยานไทย จำกัด (มหาชน), 2565)
2. ขอบเขตด้านเนื้อหา
ตัวแปรอิสระ คือ ข้อมูลทั่วไปของพนักงานส่วนบริการเขตการบิน บริษัท ท่าอากาศยานไทย จำกัด (มหาชน) ฝ่ายปฏิบัติการเขตการบิน ณ ท่าอากาศยานดอนเมือง ได้แก่ เพศ อายุ ระดับการศึกษา ประสิทธิภาพในการทำงานในส่วนบริการเขตการบิน ตำแหน่งหน้าที่ และการอบรมด้านความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน

ตัวแปรตาม คือ ปัจจัยด้านความปลอดภัยในการปฏิบัติงานเขตการบิน โดยประยุกต์ใช้แนวคิดของ สมชนก เขียมเทียบรัตน์ (2550 อ้างถึงใน ธนากร เอี่ยมปาน, 2559) ประกอบด้วย 5 ด้าน ดังนี้ 1) ด้านความพร้อมส่วนบุคคล 2) ด้านความพร้อมของเครื่องมือและอุปกรณ์ 3) ด้านสภาพแวดล้อมในการปฏิบัติงาน 4) ด้านภารกิจ และ 5) ด้านการบริหารจัดการ

2. วิธีการศึกษา

1. การวิจัยครั้งนี้เป็นวิจัยเชิงสำรวจ (Survey Research) ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ พนักงานส่วนบริการเขตการบิน บริษัท ท่าอากาศยานไทย จำกัด (มหาชน) ฝ่ายปฏิบัติการเขตการบิน ณ ท่าอากาศยานดอนเมือง จำนวน 150 คน และกลุ่มตัวอย่างคือ พนักงานส่วนบริการเขตการบิน บริษัท ท่าอากาศยานไทย จำกัด (มหาชน) ฝ่ายปฏิบัติการเขตการบิน ณ ท่าอากาศยานดอนเมือง ซึ่งประชากรที่ใช้มีจำนวนน้อยจึงใช้กลุ่มตัวอย่างร้อยละ 15 ถึงร้อยละ 30 (ชูศรี วงศ์รัตน์, 2560) เพื่อความน่าเชื่อถือของข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้จึงเลือกเก็บข้อมูลร้อยละ 30 ของประชากรทั้งหมด ได้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 45 คน และใช้การสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple Sampling Method) โดยใช้วิธีตารางเลขสุ่ม (Random Table) ให้ได้กลุ่มตัวอย่างตามที่กำหนด

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบสอบถาม (Questionnaire) จำนวน 3 ตอน จำแนกเป็น ตอนที่ 1 เป็นแบบสอบถามเกี่ยวกับข้อมูลทั่วไป ลักษณะแบบสอบถามเป็นแบบเลือกตอบ (Multiple Choice) ตอนที่ 2 เป็นแบบสอบถามเกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งผลต่อด้านความปลอดภัยในการปฏิบัติงานเขตการบิน ลักษณะแบบสอบถามเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scale) และตอนที่ 3 เป็นแบบสอบถามลักษณะปลายเปิดเพื่อให้ผู้ตอบแบบสอบถามแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติม การหาคุณภาพเครื่องมือโดยนำแบบสอบถามไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา (Validity) ซึ่งทุกข้อมีค่าดัชนีความสอดคล้องเกิน 0.50 และนำแบบสอบถามที่สมบูรณ์แล้วไปทดลองใช้ (Try-Out) เพื่อวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (Cronbach, 1954) ซึ่งมีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.84

3. วิธีเก็บรวบรวมข้อมูล คณะผู้วิจัยลงพื้นที่เพื่อแจกแบบสอบถามและเก็บรวบรวมแบบสอบถามกับกลุ่มตัวอย่างด้วยตัวเอง ทั้ง จำนวน 45 ชุด คณะผู้วิจัยให้ความสำคัญกับการปกป้องและคุ้มครองการตอบแบบสอบถาม ของกลุ่มตัวอย่าง โดยให้ตอบแบบสอบถามด้วยความสมัครใจ ภายหลังจากที่ได้รับการชี้แจงวัตถุประสงค์ของการวิจัย เวลาที่ใช้ในการตอบแบบสอบถาม ซึ่งผู้ตอบแบบสอบถามไม่ต้องใส่ชื่อและนามสกุล ผลการวิจัยจะนำเสนอในภาพรวม หากไม่ประสงค์จะตอบแบบสอบถามสามารถที่จะขอยุติการให้ข้อมูลได้ตลอดเวลา โดยในการเก็บข้อมูลในครั้งนี้ไม่มีผู้ขอยุติการให้ข้อมูล

4. การวิเคราะห์ข้อมูล ข้อมูลทั่วไปนำมาหาค่าความถี่ และค่าร้อยละ ข้อมูลปัจจัยที่ส่งผลต่อด้านความปลอดภัยในการปฏิบัติงานเขตการบินนำมาหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และใช้สถิติทดสอบค่าที และทดสอบความแปรปรวนทางเดียว เพื่อตรวจสอบสมมติฐาน

3. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

3.1 ผลการศึกษา

ข้อมูลทั่วไปของพนักงานส่วนบริการเขตการบิน บริษัท ท่าอากาศยานไทย จำกัด (มหาชน) ฝ่ายปฏิบัติการเขตการบิน ณ ท่าอากาศยานดอนเมืองที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 45 คน พบว่า พนักงานที่ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง จำนวน 27 คน คิดเป็นร้อยละ 60.00 มีอายุระหว่าง 20-25 ปี จำนวน 16 คน คิดเป็นร้อยละ 35.60 ส่วนใหญ่จบการศึกษาในระดับปริญญาตรี จำนวน 25 คน คิดเป็นร้อยละ 55.60 มีประสบการณ์ทำงาน 1-3 ปี จำนวน 20 คน คิดเป็นร้อยละ 44.40 มีตำแหน่งหน้าที่อยู่ในระดับ 4-6 จำนวน 17 คน คิดเป็นร้อยละ 37.80 และส่วนใหญ่ได้รับการอบรมด้านความปลอดภัยในการปฏิบัติงานกับบริษัท 1-2 ครั้งต่อเดือน จำนวน 20 คน คิดเป็นร้อยละ 44.40

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปัจจัยที่ส่งผลต่อด้านความปลอดภัยในการปฏิบัติงานเขตการบินของพนักงานส่วนบริการเขตการบิน บริษัท ท่าอากาศยานไทย จำกัด (มหาชน) ฝ่ายปฏิบัติการเขตการบิน ณ ท่าอากาศยานดอนเมือง (ตอบวัตถุประสงค์การวิจัยข้อที่ 1) พบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อด้านความปลอดภัยในการปฏิบัติงานเขตการบินโดยรวมทุกด้านอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}=4.411$, S.D. = 0.440) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ ด้านความพร้อมของเครื่องมือและอุปกรณ์ ($\bar{X}=4.455$, S.D. = 0.672) ในประเด็นเครื่องมือสำหรับการติดต่อสื่อสารพร้อมใช้งานและมีการตรวจความพร้อมของเครื่องมือสื่อสารตลอดเวลา และด้านที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด คือ ด้านสภาพแวดล้อมในการปฏิบัติงาน ($\bar{X}=4.288$, S.D. = 0.702) ในประเด็นสภาพอากาศ บรรยากาศในการทำงาน และเวลาเอื้อต่อการปฏิบัติงาน รายละเอียดปรากฏ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สรุปข้อมูลปัจจัยที่ส่งผลต่อด้านความปลอดภัยในการปฏิบัติงานเขตการบิน

ปัจจัยด้านความปลอดภัย	อันดับที่	ปัจจัยรายประเด็นที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด	ปัจจัยรายประเด็นที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด
ด้านความพร้อมส่วนบุคคล (\bar{X} =4.377, S.D.=0.534)	4	พนักงานมีความพร้อมทั้งร่างกาย และไม่ทำงานเหนื่อยล้ามากเกินไป (\bar{X} =4.555, S.D.=0.692)	พนักงานมีความรู้ด้านคำศัพท์เฉพาะทางด้านการบิน (\bar{X} =4.244, S.D.=0.743)
ด้านความพร้อมของเครื่องมือและอุปกรณ์ (\bar{X} =4.455, S.D.=0.672)	1	เครื่องมือสำหรับการติดต่อสื่อสารพร้อมใช้งานและมีการตรวจความพร้อมของเครื่องมือสื่อสารตลอดเวลา (\bar{X} =4.555, S.D.=0.692)	มีการตรวจสอบสภาพของอุปกรณ์ที่ใช้ประกอบการปฏิบัติงานอย่างสม่ำเสมอให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งานเพื่อป้องกันการเกิดความเสี่ยงต่อการปฏิบัติงาน (\bar{X} =4.400, S.D.=0.809)
ด้านสภาพแวดล้อมในการปฏิบัติงาน (\bar{X} =4.288, S.D.=0.702)	5	บริเวณพื้นที่ปฏิบัติงานมีเครื่องหมาย ป้ายแจ้งเตือน คำอธิบายขั้นตอนการปฏิบัติงาน ข้อบ่งชี้ต่างๆ ที่ชัดเจน (\bar{X} =4.488, S.D.=0.588)	สภาพอากาศ บรรยากาศในการทำงาน และเวลาเอื้อต่อการปฏิบัติงาน (\bar{X} =4.222, S.D.=0.849)
ด้านภารกิจ (\bar{X} =4.455, S.D. = 0.541)	2	หน่วยงานมีการกำหนดขอบเขตภาระงานที่ชัดเจน ตลอดจนมีการอบรม ขั้นตอนการปฏิบัติงานตามขอบเขตภาระงาน มีระบบที่เลี้ยง และมีการอบรมทบทวนขั้นตอนการปฏิบัติงานตามรอบระยะเวลาที่กำหนด (\bar{X} =4.565, S.D.=0.586)	มีการกำหนดเป้าหมาย และความสำเร็จในการปฏิบัติงานเพื่อให้เกิดความปลอดภัยในการปฏิบัติงานในเขตการบิน (Airside) (\bar{X} =4.400, S.D.=0.750)
ด้านการบริหารจัดการ (\bar{X} =4.444, S.D. = 0.545)	3	มีการกำกับดูแลบุคลากรภายในองค์กรให้อยู่ภายใต้กฎระเบียบด้านความปลอดภัยตามมาตรฐานการบิน (\bar{X} =4.488, S.D.=0.588)	มีการจัดทำแผนในการปฏิบัติงานด้านความปลอดภัยทั้งระยะเวลาของการวางแผน (Action Plan) และการวางแผนระยะยาว (Long Plan) (\bar{X} =4.410, S.D.=0.780)

ผลการทดสอบสมมติฐานเพื่อเปรียบเทียบปัจจัยที่ส่งผลต่อด้านความปลอดภัยของพนักงานส่วนบริการเขตการบิน บริษัทท่าอากาศยานไทย จำกัด (มหาชน) ฝ่ายปฏิบัติการเขตการบิน ณ ท่าอากาศยานดอนเมือง (ตอบวัตถุประสงค์การวิจัยข้อที่ 2) พบว่า พนักงานส่วนบริการเขตการบินที่ปฏิบัติงาน ณ ท่าอากาศยานดอนเมืองที่มีเพศต่างกันมีปัจจัยที่ส่งผลต่อความปลอดภัยด้านความพร้อมส่วนบุคคลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ ในส่วนของปัจจัยด้านความพร้อมของเครื่องมือและอุปกรณ์ ด้านสภาพแวดล้อมในการปฏิบัติงาน ด้านภารกิจ และด้านการบริหารจัดการไม่แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ และพนักงานส่วนบริการเขตการบินที่ปฏิบัติงาน ณ ท่าอากาศยานดอนเมืองที่มีอายุ ระดับการศึกษา ประสบการณ์ในการทำงานในส่วนบริการเขตการบิน ตำแหน่งหน้าที่ และการอบรมด้านความปลอดภัยต่างกันมีปัจจัยที่ส่งผลต่อความปลอดภัยในการปฏิบัติไม่แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ รายละเอียดปรากฏ ดังตารางที่ 2 และตารางที่ 3

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบสมมติฐานระหว่างตัวแปร เพศ อายุ และระดับการศึกษา กับปัจจัยด้านความปลอดภัย

ปัจจัยด้านความปลอดภัย	เพศ		อายุ		ระดับการศึกษา	
	t	Sig.	F	Sig.	F	Sig.
ด้านความพร้อมส่วนบุคคล	-2.603	0.013*	1.183	0.328	1.507	0.233
ด้านความพร้อมของเครื่องมือและอุปกรณ์	-0.765	0.448	1.532	0.221	2.791	0.073
ด้านสภาพแวดล้อมในการปฏิบัติงาน	-0.951	0.347	0.348	0.791	2.814	0.071
ด้านภารกิจ	-0.111	0.912	2.634	0.063	3.449	0.041
ด้านการบริหารจัดการ	-0.276	0.784	0.994	0.405	1.499	0.235

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบสมมติฐานระหว่างตัวแปร ประสิทธิภาพในการทำงานในส่วนบริการเชิงการบิน ตำแหน่งหน้าที่ และการอบรมด้านความปลอดภัยในการปฏิบัติงานกับปัจจัยด้านความปลอดภัย

ปัจจัยด้านความปลอดภัย	ประสิทธิภาพในการทำงานในส่วนบริการเชิงการบิน		ตำแหน่งหน้าที่		การอบรมด้านความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน	
	F	Sig.	F	Sig.	F	Sig.
	ด้านความพร้อมส่วนบุคคล	0.881	0.422	1.785	0.165	0.156
ด้านความพร้อมของเครื่องมือและอุปกรณ์	0.325	0.724	2.075	0.118	1.044	0.383
ด้านสภาพแวดล้อมในการปฏิบัติงาน	0.780	0.465	1.406	0.255	1.913	0.143
ด้านภารกิจ	0.907	0.412	1.092	0.363	1.145	0.342
ด้านการบริหารจัดการ	0.532	0.592	2.314	0.090	0.293	0.830

3.2 อภิปรายผล

จากการศึกษาเรื่องปัจจัยที่ส่งผลต่อด้านความปลอดภัยของพนักงานส่วนบริการเชิงการบิน บริษัท ท่าอากาศยานไทย จำกัด (มหาชน) ฝ่ายปฏิบัติการเชิงการบิน ณ ท่าอากาศยานดอนเมือง พบว่า ปัจจัยด้านความพร้อมของเครื่องมือและอุปกรณ์ เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อด้านความปลอดภัยในการปฏิบัติงานซึ่งมีค่าเฉลี่ยสูงสุด ทั้งนี้อาจเป็นเพราะ ในการปฏิบัติของพนักงานส่วนบริการเชิงการบินเป็นการอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้โดยสาร อากาศยาน และสินค้าที่มาใช้บริการกับท่าอากาศยานนั้น ๆ ด้วยมูลค่าของทรัพย์สินของตัวเครื่องบินและบริการที่เกี่ยวข้องกับคนจำนวนมาก ความพร้อมของเครื่องมือและอุปกรณ์จึงควรมีสภาพพร้อมใช้งานตลอดเวลา โดยเฉพาะอย่างยิ่งเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับการติดต่อสื่อสารระหว่างพนักงานภาคพื้นดินกับผู้โดยสาร พนักงานภาคพื้นดินกับพนักงานภาคพื้นดิน และพนักงานภาคพื้นดินกับพนักงานบนอากาศยาน เพราะในการดำเนินงานในเชิงการบินมีหลาย ๆ ขั้นตอนต้องอาศัยการสื่อสารที่ชัดเจน ถูกต้องแม่นยำเพื่อไม่ให้เกิดความเสียหายที่จะนำไปสู่การเกิดอุบัติเหตุ และนำไปสู่ความสูญเสีย ซึ่งสอดคล้องกับบทความวิชาการของ ธนากร เอี่ยมปาน (2559) โดยได้เขียนบทความเรื่องอิทธิพลขององค์กรต่อความปลอดภัยด้านการบิน โดยมีใจความหนึ่งว่า “ความปลอดภัยทางการบิน คือ การปฏิบัติการทางการบินสำเร็จ โดยไม่มีการสูญเสียทรัพย์สินและชีวิตของผู้เกี่ยวข้อง” และยังสอดคล้องกับแนวคิดของ Shappell, S.A., & Wiegmann, D.A. (2003) ได้เสนอแนวทางการพัฒนาองค์กรการบินให้เกิดความปลอดภัยมี 9 ข้อ โดยมีหนึ่งข้อได้กล่าวถึงแนวทางการบริหารเครื่องมือและสิ่งอำนวยความสะดวกว่า “องค์กรการบินต้องดำเนินการจัดหาอุปกรณ์เครื่องมือให้ถูกต้อง มีการเก็บรักษาอุปกรณ์เครื่องมือต่าง ๆ ให้ได้มาตรฐานสากล การจัดสรรเครื่องมือให้มีความพอเพียงสำหรับการใช้งาน รวมทั้งการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการบริหารจัดการ” ในส่วนของปัจจัยด้านสภาพแวดล้อมในการปฏิบัติงานซึ่งเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อด้านความปลอดภัยในการปฏิบัติงานที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด ทั้งนี้อาจเป็นเพราะ ในการปฏิบัติของพนักงานส่วนบริการเชิงการบินคิดว่าปัจจัยด้านความพร้อมส่วนบุคคล ด้านความพร้อมของเครื่องมือและอุปกรณ์ ด้านภารกิจ และด้านการบริหารจัดการเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อความปลอดภัยในการปฏิบัติงานในเชิงการบินมากกว่าปัจจัยด้านสภาพแวดล้อมในการปฏิบัติงาน แต่อย่างไรก็ตามก็ยังคงถือว่าเป็นปัจจัยที่สำคัญและยังส่งผลต่อความปลอดภัยในการปฏิบัติงานในเชิงการบินอยู่ โดยมีค่าเฉลี่ยในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ประเด็นที่มีความสำคัญได้แก่ การจัดบริเวณพื้นที่ปฏิบัติงานให้มีเครื่องหมาย ป้ายแจ้งเตือน คำอธิบายขั้นตอนการปฏิบัติงาน ข้อบ่งชี้ต่าง ๆ ที่ชัดเจน มีการจัดบรรยากาศในการทำงานเหมาะสมต่อการทำงาน เช่น จัดแสงสว่างที่มีความเข้มเพียงพอและไม่เกิดเงาหรือแสงสะท้อน รวมทั้งการเลือกชนิดของหลอดไฟที่เหมาะสมกับสภาพการทำงาน ตลอดจนมีการจัดการพื้นที่ปฏิบัติงานให้ถูกสุขลักษณะหรือมีการทำ 5ส ในพื้นที่ปฏิบัติงานอย่างจริงจัง เป็นต้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุภาพร สอนอินทร์ (2562) ได้ศึกษาเรื่องปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดอุบัติเหตุในการให้บริการของพนักงานภาคพื้นในเขตพื้นที่คลังสินค้าและลานจอดอากาศยาน ท่าอากาศยานดอนเมือง พบว่า ระดับความคิดเห็นต่อปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดอุบัติเหตุในการให้บริการของพนักงานภาคพื้นในเขตพื้นที่คลังสินค้าและลานจอดอากาศยานมากที่สุดโดยเรียงอันดับค่าเฉลี่ยจากมากไปหาน้อย คือ ปัจจัยการกระทำของมนุษย์ ปัจจัยจากการบริหารจัดการ ปัจจัยจากภารกิจ ปัจจัยจากสภาพแวดล้อม และปัจจัยจากเครื่องจักร และยังสอดคล้องกับบทความของ สถาบันส่งเสริมความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงาน (องค์การมหาชน) (2563) เรื่องสาเหตุการเกิดอุบัติเหตุจากการทำงาน ประกอบไปด้วย สาเหตุที่หนึ่งเกิดจากการปฏิบัติงานที่ไม่ปลอดภัย (Unsafe Act) เช่น การใช้อุปกรณ์เครื่องมือที่เป็นเครื่องจักรกลต่าง ๆ โดยพลการหรือไม่ได้รับมอบหมาย ขาดการดูแลซ่อมบำรุงอุปกรณ์เครื่องจักร การใช้เครื่องมืออุปกรณ์เครื่องจักรที่ชำรุดและไม่ถูกวิธี เป็นต้น สาเหตุที่สองเกิดจากสภาพการทำงานที่ไม่ปลอดภัย (Unsafe Condition) เช่น บริเวณพื้นที่

ของการปฏิบัติงานไม่เหมาะสม แสงสว่างไม่เพียงพอ ไม่มีการจัดระเบียบและดูแลความสะอาดของสถานที่ทำงานให้ถูกต้องตามสุขลักษณะ เป็นต้น

ผลการทดสอบสมมติฐานเพื่อเปรียบเทียบปัจจัยที่ส่งผลต่อด้านความปลอดภัยของพนักงานส่วนบริการเขตการบิน บริษัท ท่าอากาศยานไทย จำกัด (มหาชน) ฝ่ายปฏิบัติการเขตการบิน ณ ท่าอากาศยานดอนเมือง พบว่า พนักงานส่วนบริการเขตการบินที่ปฏิบัติงาน ณ ท่าอากาศยานดอนเมืองที่มีเพศต่างกันมีปัจจัยที่ส่งผลต่อความปลอดภัยด้านความพร้อมส่วนบุคคลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 ในส่วนของปัจจัยด้านความพร้อมของเครื่องมือและอุปกรณ์ ด้านสภาพแวดล้อมในการปฏิบัติงาน ด้านภารกิจ และด้านการบริหารจัดการไม่แตกต่างกัน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะความแตกต่างเรื่องเพศของพนักงานส่วนบริการเขตการบินทุกคนต้องปฏิบัติงานตามกฎระเบียบที่กำหนดไว้ตามมาตรฐานการบิน ตลอดจนทุกเพศต้องตระหนักถึงเรื่องความปลอดภัยในการปฏิบัติงานมาเป็นอันดับแรกและถือปฏิบัติตัวอย่างเคร่งครัด ให้ความสำคัญกับความพร้อมของเครื่องมือและอุปกรณ์ สภาพแวดล้อมในการปฏิบัติงาน ภารกิจที่ได้รับมอบหมาย และทุกเพศต่างมีความต้องการการบริหารจัดการที่ดีที่เอื้อต่อความปลอดภัยในการปฏิบัติงานในเขตการบินไม่ต่างกัน ในส่วนของเพศที่ต่างกันมีปัจจัยที่ส่งผลต่อพร้อมส่วนบุคคลที่ต่างกันเนื่องจากความต่างของสรีระและสมรรถนะของร่างกายแตกต่างกัน กล่าวคือ ในการปฏิบัติงานด้านการบินในท่าอากาศยานนั้น ลักษณะการปฏิบัติงานส่วนใหญ่จะทำงานเป็นกะความเหนื่อยล้าจากการทำงานจึงเกิดขึ้น ด้วยสมรรถนะทางร่างกายของเพศหญิงอาจมีการเหนื่อยล้าเร็วกว่าเพศชายสืบเนื่องจากการปฏิบัติงานเป็นเวลานาน และต่อเนื่องหลาย ๆ ชั่วโมง หรือในการปฏิบัติงานที่มีความเครียดเป็นเวลานานก็จะเกิดภาวะเหนื่อยล้าจากความเครียด และพบว่าพนักงานเพศหญิงมีการรับมือภาวะเหนื่อยล้าจากความเครียดได้ดีกว่าพนักงานเพศชาย ซึ่งความเหนื่อยล้าต่าง ๆ นั้นอาจส่งผลต่อความพร้อมทางด้านร่างกายในการปฏิบัติงานและปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อความปลอดภัยในการปฏิบัติงานในเขตการบินได้ ซึ่งสอดคล้องกับวิจัยของ ฉิมชาภัทร อัมพรมุณี (2564) ได้ศึกษาเรื่องความชุกและปัจจัยที่สัมพันธ์กับภาวะเหนื่อยล้าจากการทำงานของพนักงานสอบสวนในสังกัด กองบัญชาการตำรวจนครบาล พบว่า ปัจจัยส่วนบุคคลที่มีความสัมพันธ์กับภาวะความเหนื่อยล้าจากการทำงานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ได้แก่ เพศ ($p < 0.05$) โดยเพศชายมีคะแนนเฉลี่ยภาวะเหนื่อยล้าจากการทำงานด้านอ่อนล้าทางอารมณ์สูงกว่าเพศหญิง และยังสอดคล้องกับบทความของ จาตุรนต์ ตั้งสังวรธรรมะ และฉัฐญาณ วงศ์รัชนี (2564) ที่ได้กล่าวถึงอันตรายต่อสุขภาพเมื่อต้องทำงานเป็นกะว่า “ความสามารถในการจดจำและคิดวิเคราะห์น้อยลง ความเสี่ยงในการทำงานผิดพลาดได้มากขึ้น เพิ่มความเสี่ยงอันตรายในการเกิดอุบัติเหตุและการบาดเจ็บ พิการหรือเสียชีวิต ทั้งในและนอกเวลาทำงาน และความอ่อนล้าอ่อนเพลียสะสมอาจทำให้ไม่สามารถควบคุมร่างกายของตัวเองได้

และผลการทดสอบสมมติฐาน พบว่า พนักงานส่วนบริการเขตการบิน บริษัท ท่าอากาศยานไทย จำกัด (มหาชน) ฝ่ายปฏิบัติการเขตการบิน ณ ท่าอากาศยานดอนเมืองที่มีอายุ ระดับการศึกษา ประสบการณ์ในการทำงานในส่วนบริการเขตการบิน ตำแหน่งหน้าที่ และการอบรมด้านความปลอดภัยต่างกันมีปัจจัยที่ส่งผลต่อความปลอดภัยในการทำงานไม่แตกต่างกัน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะพนักงานที่มีความต่างในเรื่องของอายุ ระดับการศึกษา ประสบการณ์ในการทำงานในส่วนบริการเขตการบิน ตำแหน่งหน้าที่ และการอบรมด้านความปลอดภัย ทุกคนต่างปฏิบัติงานตามกฎระเบียบที่กำหนดไว้ตามมาตรฐานการบิน และมีความตระหนักถึงเรื่องความปลอดภัยในการปฏิบัติงานมาเป็นอันดับแรกและถือปฏิบัติตัวอย่างเคร่งครัด โดยคิดว่าปัจจัยด้านความพร้อมส่วนบุคคล เครื่องมือและอุปกรณ์ที่มีความพร้อม สภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการปฏิบัติงาน มีการกำหนดภารกิจและขอบเขตงานที่ชัดเจน และมีกระบวนการบริหารจัดการที่ดีทุกปัจจัยต่างส่งผลต่อความปลอดภัยในการปฏิบัติงานในเขตการบินไปในทิศทางเดียวกัน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ธนา รัตนโสภาก (2560) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง การรับรู้การจัดการความปลอดภัยในการทำงานของพนักงานบริษัท เอช-วัน พาร์ทส์ (ประเทศไทย) จำกัด พบว่า พนักงานที่มีเพศ อายุตำแหน่ง และอายุการทำงาน แตกต่างกัน ประเมินการจัดการความปลอดภัยในการทำงานของพนักงานบริษัท เอช-วัน พาร์ทส์ (ประเทศไทย) จำกัด ภาพรวมไม่แตกต่างกัน และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ ประไพธิ อุปลัมภ์ และดนัย ปัตตพงษ์ (2561) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง การรับรู้และพฤติกรรมด้านความปลอดภัยของพนักงานสายปฏิบัติการ บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน) พบว่า พนักงานที่มีเพศ อายุ อายุการทำงาน ตำแหน่งที่ แตกต่างกันมีความคิดเห็นเกี่ยวกับพฤติกรรมด้านความปลอดภัยแตกต่างกันในบางประเด็น แต่พนักงานที่มีระดับการศึกษาต่างกัน มีความคิดเห็นเกี่ยวกับพฤติกรรมด้านความปลอดภัยไม่แตกต่างกัน

4. สรุป

การศึกษาเรื่องปัจจัยที่ส่งผลต่อด้านความปลอดภัยของพนักงานส่วนบริการเขตการบิน บริษัท ท่าอากาศยานไทย จำกัด (มหาชน) ฝ่ายปฏิบัติการเขตการบิน ณ ท่าอากาศยานดอนเมืองวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบปัจจัยที่ส่งผลต่อด้านความปลอดภัยของพนักงานส่วนบริการเขตการบิน บริษัท ท่าอากาศยานไทย จำกัด (มหาชน) ฝ่ายปฏิบัติการเขตการบิน ณ ท่าอากาศยานดอนเมือง กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นพนักงานส่วนบริการเขตการบิน เนื่องจากประชากรมีจำนวนน้อยจึงกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่าง

ร้อยละ 30 ได้จำนวน 45 คน ใช้วิธีการสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบง่ายโดยใช้ตารางเลขสุ่ม เครื่องมือที่ใช้เก็บข้อมูลเป็นแบบสอบถาม จำนวน 3 ตอน จำแนกเป็น ตอนที่ 1 เป็นแบบสอบถามเกี่ยวกับข้อมูลทั่วไป ลักษณะแบบสอบถามเป็นแบบเลือกตอบ (Multiple Choice) ตอนที่ 2 เป็นแบบสอบถามเกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งผลต่อด้านความปลอดภัยในการปฏิบัติงานเขตการบิน ลักษณะแบบสอบถามเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scale) และตอนที่ 3 เป็นแบบสอบถามลักษณะปลายเปิดเพื่อให้ผู้ตอบแบบสอบถามแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติม การหาคุณภาพเครื่องมือนำแบบสอบถามไปให้ผู้ทรงวุฒิและผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา (Validity) ซึ่งทุกข้อมีค่าดัชนีความสอดคล้องเกิน 0.50 และนำแบบสอบถามที่สมบูรณ์แล้วไปทดลองใช้เพื่อวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ซึ่งมีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.84 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบค่าที และการทดสอบความแปรปรวนทางเดียว ผลการวิจัย พบว่า

1) ข้อมูลทั่วไปของพนักงานส่วนบริการเขตการบิน บริษัท ท่าอากาศยานไทย จำกัด (มหาชน) ฝ่ายปฏิบัติการเขตการบิน ณ ท่าอากาศยานดอนเมืองที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 45 คน พบว่า พนักงานที่ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง มีอายุระหว่าง 20-25 ปี ส่วนใหญ่จบการศึกษาในระดับปริญญาตรี มีประสบการณ์ทำงาน 1-3 ปี มีตำแหน่งหน้าที่อยู่ในระดับ 4-6 และส่วนใหญ่ได้รับการอบรมด้านความปลอดภัยในการปฏิบัติงานกับบริษัท 1-2 ครั้งต่อเดือน

2) ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปัจจัยที่ส่งผลต่อด้านความปลอดภัยในการปฏิบัติงานเขตการบินของพนักงานส่วนบริการเขตการบิน บริษัท ท่าอากาศยานไทย จำกัด (มหาชน) ฝ่ายปฏิบัติการเขตการบิน ณ ท่าอากาศยานดอนเมือง พบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อด้านความปลอดภัยในการปฏิบัติงานเขตการบินโดยรวมทุกด้านอยู่ในระดับมาก ด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ ด้านความพร้อมของเครื่องมือและอุปกรณ์ในประเด็นเครื่องมือสำหรับการติดต่อสื่อสารพร้อมใช้งานและมีการตรวจความพร้อมของเครื่องมือสื่อสารตลอดเวลา และด้านที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด คือ ด้านสภาพแวดล้อมในการปฏิบัติงานในประเด็นสภาพอากาศ บรรยากาศในการทำงาน และเวลาเอื้อต่อการปฏิบัติงาน

3) ผลการทดสอบสมมติฐานเพื่อเปรียบเทียบปัจจัยที่ส่งผลต่อด้านความปลอดภัยของพนักงานส่วนบริการเขตการบิน บริษัท ท่าอากาศยานไทย จำกัด (มหาชน) ฝ่ายปฏิบัติการเขตการบิน ณ ท่าอากาศยานดอนเมือง พบว่า พนักงานส่วนบริการเขตการบินที่ปฏิบัติงาน ณ ท่าอากาศยานดอนเมืองที่มีเพศต่างกันมีปัจจัยที่ส่งผลต่อความปลอดภัยด้านความพร้อมส่วนบุคคลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ ในส่วนของปัจจัยด้านความพร้อมของเครื่องมือและอุปกรณ์ ด้านสภาพแวดล้อมในการปฏิบัติงาน ด้านภารกิจ และด้านการบริหารจัดการไม่แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ และพนักงานส่วนบริการเขตการบินที่ปฏิบัติงาน ณ ท่าอากาศยานดอนเมืองที่มีอายุ ระดับการศึกษา ประสบการณ์ในการทำงานในส่วนบริการเขตการบิน ตำแหน่งหน้าที่ และการอบรมด้านความปลอดภัยต่างกันมีปัจจัยที่ส่งผลต่อความปลอดภัยในการปฏิบัติไม่แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

4.1 ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

1. จากผลวิจัยพบว่าพนักงานส่วนบริการเขตการบินที่ปฏิบัติงาน ณ ท่าอากาศยานดอนเมืองที่มีเพศต่างกันมีปัจจัยที่ส่งผลต่อความปลอดภัยด้านความพร้อมส่วนบุคคลแตกต่างกัน ดังนั้น หน่วยงานที่เกี่ยวข้องหรือบริษัทที่มีลักษณะการปฏิบัติงานคล้ายกัน ควรตระหนักและให้ความสำคัญถึงความพร้อมในการปฏิบัติงาน ความต่างของสรีระและสมรรถนะของร่างกาย ความเหนื่อยล้าจากการปฏิบัติงานเป็นเวลานาน และต่อเนืองหลาย ๆ ชั่วโมง ตลอดจนหาแนวทางเพื่อลดภาวะเหนื่อยล้าจากความเครียด เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการปฏิบัติงานและส่งผลต่อความปลอดภัยในการปฏิบัติงานได้

2. หน่วยงานที่เกี่ยวข้องหรือบริษัทที่มีลักษณะการปฏิบัติงานคล้ายกัน ควรเพิ่มความสำคัญปัจจัยด้านสภาพแวดล้อมในการปฏิบัติงานโดยจัดบรรยากาศในการทำงาน และเวลาเอื้อต่อการปฏิบัติงานที่ส่งผลต่อความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน

4.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. เนื่องจากในการวิจัยในครั้งนี้ เน้นการศึกษาเฉพาะปัจจัยที่ส่งผลต่อความปลอดภัยในการปฏิบัติงานในส่วนของเขตการบิน ณ ท่าอากาศยานดอนเมือง ดังนั้นควรพิจารณาศึกษารับรู้และพฤติกรรมที่แสดงออกถึงการปฏิบัติงานอย่างปลอดภัยทั้งเขตการบิน (Airside) และเขตนอกการบิน (Landside)

2. ควรศึกษาความรู้ ความเข้าใจ และความต้องการ เพื่อการปฏิบัติงานให้เกิดความปลอดภัยในเขตการบิน (Airside) และเขตนอกการบิน (Landside) เพื่อนำข้อมูลที่ได้ใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาสูตรฝึกอบรมด้านความปลอดภัยในการปฏิบัติงานอย่างเหมาะสม

5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความกรุณาอย่างสูงจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พัฒนา ชนกฤตพุดมิเมธ อาจารย์ที่ปรึกษาทางวิจัย ผู้ทรงคุณวุฒิ บุคคลและหน่วยงานที่อ้างอิงในบทความวิจัย และพนักงานส่วนบริการเขตการบินที่ช่วยตอบแบบสอบถามในการวิจัยในครั้งนี้

6. เอกสารอ้างอิง

- จาตุรนต์ ตั้งสังวรธรรมะ และฉัฐญาณ วงศ์รัฐนันท์. “Shift work” การดูแลสุขภาพการทำงานเข้ากะ. [online]. เข้าถึงจาก <https://www.rama.mahidol.ac.th/ramachannel/article/shift-work> : 2564.
- ชูศรี วงศ์รัตน์. 2560. เทคนิคการสร้างเครื่องมือวิจัย: แนวทางการนำไปใช้อย่างมืออาชีพ. กรุงเทพฯ: พ.ศ.พัฒนา.
- ณิชชาภัทร อัมพรมณี. 2564. ความชุกและปัจจัยที่สัมพันธ์กับภาวะเหนื่อยล้าจากการทำงานของพนักงานสอบสวนในสังกัดกองบัญชาการตำรวจนครบาล. วารสารสมาคมจิตแพทย์แห่งประเทศไทย. 66(1) : 39-52.
- นิชา สมุทคุปต์ และจิรวรรณ ดีประเสริฐ. สมรรถนะการปฏิบัติงานที่เป็นจริงและที่พึงประสงค์ของพนักงานฝ่ายปฏิบัติการเขตการบิน บริษัท ท่าอากาศยานไทยจำกัด (มหาชน) ณ ท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ. รายงานสืบเนื่องการประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 13, หน้า 1325-1334. [online]. เข้าถึงจาก https://kukr.lib.ku.ac.th/kukr_es/KPS/search_detail/result/20002226 : 2559.
- ธนา รัตน์โสภา. 2560. การรับรู้การจัดการความปลอดภัยในการทำงานของพนักงานบริษัท เอช-วัน พาร์ทส์ (ประเทศไทย) จำกัด. การค้นคว้าอิสระ บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารธุรกิจ บัณฑิตวิทยาลัย. มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ในพระบรมราชูปถัมภ์.
- ธนากร เอี่ยมปาน. 2559. อิทธิพลขององค์กรต่อความปลอดภัยด้านการบิน. วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย. 6(3) : 1-14.
- บริษัท ท่าอากาศยานไทย จำกัด (มหาชน). ข้อมูลบริษัท ท่าอากาศยานไทย จำกัด (มหาชน). [online]. เข้าถึงจาก https://investor-th.airportthai.co.th/our_business.html : 2565.
- ประไพธิ อุปถัมภ์ และदनัย ปัตตพงศ์. 2561. การรับรู้และพฤติกรรมด้านความปลอดภัยของพนักงานสายปฏิบัติการ บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน). วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย. 8(1) : 248-259.
- สถาบันส่งเสริมความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงาน (องค์การมหาชน). สาเหตุการเกิดอุบัติเหตุจากการทำงาน. [online]. เข้าถึงจาก <https://www.tosh.or.th/index.php/blog/item/761-2020-07-30-08-40-04> : 2563.
- สุภาพร สอนอินทร์. ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดอุบัติเหตุในการให้บริการของพนักงานภาคพื้นในเขตพื้นที่คลังสินค้าและลานจอดอากาศยาน ท่าอากาศยานนานาชาติดอนเมือง. รายงานการวิจัย วิทยาลัยการบินและคมนาคม. มหาวิทยาลัยศรีปทุม. [online]. เข้าถึงจาก <http://dspace.spu.ac.th/handle/123456789/8296> : 2562.
- Cronbach. 1954. *Essentials of Psychological Testing*. 3rd ed. New York: Harper and Row.
- Shappell, S.A., & Wiegmann, D.A. 2003. *A human error approach to aviation accident analysis*. England: Ashgate.

การพัฒนาคุณภาพการบริการโลจิสติกส์ของผู้ให้บริการด้านโลจิสติกส์ ในบริบทภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย

Developing the Quality of Logistics Services of Logistics Service Providers in Northeast Thailand Context

ธัญนาฏ ญาณพิบูลย์ และ กุสุมาลย์ ประหา

Tanyanart Yanpiboon and Kusuman Praha

คณะระบบรางและการขนส่ง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

Faculty of Railway systems and Transportation, Rajamangala University of Technology Isan

e-mail tanyanart.ya@rmuti.ac.th, kusuman.pr@rmuti.ac.th Tel. 095 4153946, 06 19961414

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์การวิจัยในครั้งนี้เพื่อพัฒนาแบบจำลองสมการโครงสร้างในการสร้างความพึงพอใจด้านคุณภาพการบริการโลจิสติกส์ของผู้ให้บริการด้านโลจิสติกส์ในบริบทภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย การวิจัยนี้พัฒนาและยืนยันปัจจัยคุณภาพบริการจากการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (CFA) เพื่อให้แน่ใจว่าโครงสร้างถูกต้องและเชื่อถือได้ โดยดำเนินการเก็บข้อมูลเชิงปริมาณ โดยใช้เครื่องมือแบบสอบถามออนไลน์ และใช้การวิเคราะห์การสร้างความจำลองสมการโครงสร้าง (SEM) เพื่อทดสอบแบบจำลองที่เสนอ ผลการวิจัยจากตัวอย่าง 192 ตัวอย่าง จากผู้ตอบแบบสอบถามที่เป็นลูกค้าผู้ใช้บริการโลจิสติกส์ที่ดำเนินธุรกิจลักษณะ Business-to-Business (B2B) พบว่า ค่าดัชนี $\chi^2/df = 1.83$ RMSEA = 0.06 NFI = 0.908 IFI = 0.912 TLI = 0.938 CFI = 0.889 และ GFI = 0.867 แสดงให้เห็นว่าแบบจำลองสมการโครงสร้างมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยมี 8 ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการสร้างความพึงพอใจด้านคุณภาพการบริการโลจิสติกส์ เช่น คุณภาพการติดต่อของพนักงาน ขั้นตอนการให้บริการ การนำเทคโนโลยีสารสนเทศที่มีความถูกต้องและทันสมัยเข้ามาช่วยในการดำเนินธุรกิจ ดังนั้นธุรกิจทางด้านการขนส่งสินค้าต้องให้ความสำคัญในการพัฒนา ปรับปรุง และสร้างแนวทางการของคุณภาพการบริการโลจิสติกส์ด้านต่างๆ ที่มีความสำคัญ เพื่อสร้างความสามารถในการแข่งขัน

คำสำคัญ: ผู้ให้บริการด้านโลจิสติกส์ คุณภาพการบริการโลจิสติกส์ แบบจำลองสมการโครงสร้าง

Abstract

This research aims to develop a structural equation model to create satisfaction in the logistics service quality of logistics service providers in the northeast Thailand context. This research develops and validates service quality factors from a confirmatory factor analysis (CFA) to ensure the structure is accurate and reliable. This quantitative empirical research was conducted using an online questionnaire instrument, and a structural equation modeling (SEM) technique was used to test the conceptual model. Research results from 192 samples from respondents who are customers who use logistics services that operate businesses like Business-to-Business (B2B). The findings show that the index value $\chi^2/df = 1.83$ RMSEA = 0.06 NFI = 0.908 IFI = 0.912 TLI = 0.938 CFI = 0.889 and GFI = 0.867. The structural equation is consistent with the empirical data, with 12 key factors affecting the choice of logistics services, such as the quality of employee contact. Service process Bringing accurate and up-to-date information technology to help in doing business. Therefore, the logistics business must focus on developing, improving, and creating guidelines for the quality of logistics services in various important areas to build competitiveness.

Keywords: Logistics Service Provider, Logistics Service Quality, Structural Equation Modeling

1. บทนำ

การบริการด้านโลจิสติกส์มีบทบาทสำคัญในการเชื่อมโยงห่วงโซ่อุปทาน (Supply Chain) ซึ่งเป็นสื่อกลางในการนำส่งสินค้าไปยังลูกค้า ธุรกิจในอุตสาหกรรมโลจิสติกส์ไทยมีอัตราการเติบโตสูงอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะในกลุ่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อมมีจำนวนการจัดตั้งธุรกิจและการลงทุนที่เพิ่มสูงขึ้น (กรมพัฒนาธุรกิจการค้า, 2564) ในขณะเดียวกันธุรกิจกลุ่มนี้ยังเผชิญกับปัญหาทั้งบริษัทขนาดใหญ่ซึ่งทำให้ส่วนแบ่งตลาดของผู้ประกอบการไทยลดลงและผลกระทบจากสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19) ส่งผลทำให้มูลค่าเพิ่มทางเศรษฐกิจของธุรกิจให้บริการโลจิสติกส์ลดลง (สำนักงานสภาพัฒนาการ เศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2564) จากปัญหาดังกล่าวทำให้ธุรกิจโลจิสติกส์ไทยมีแนวโน้มการแข่งขันที่รุนแรง ผู้ประกอบการด้านโลจิสติกส์จำเป็นต้องมีการเพิ่มประสิทธิภาพด้านการขนส่งเพื่อสร้างความได้เปรียบในการแข่งขันได้

การปรับปรุงคุณภาพของการบริการเป็นแนวทางสำคัญในการแข่งขัน ผู้ประกอบการหรือผู้ให้บริการด้านโลจิสติกส์หรือ Logistics Service Provider (LSP) เป็นธุรกิจที่ให้บริการและอำนวยความสะดวกในการขนส่ง ธุรกิจหลายประเภทจะว่าจ้าง LSP ในการดำเนินการทางด้านการขนส่งซึ่งธุรกิจส่วนใหญ่เลือก LSP ที่มีความเชี่ยวชาญด้านบริการโลจิสติกส์ที่สามารถช่วยให้กระบวนการทางธุรกิจมีประสิทธิภาพและคุ้มค่ามากขึ้น นอกจากนี้ LSP มีบทบาทสนับสนุนหน้าที่หลักของการดำเนินธุรกิจรวมถึงการตลาดและการผลิต ช่วยลดค่าใช้จ่ายต่าง ๆ เช่น ค่าแรงและค่าขนส่ง ทำให้ธุรกิจเพิ่มความสามารถในการแข่งขันได้ (Abdul, Memon, & Shuaib, 2020; Xiu & Chen 2012) ด้วยเหตุนี้ทำให้ธุรกิจให้ความสำคัญกับการเลือก LSP ที่เหมาะสมกับความต้องการของธุรกิจ และในการตัดสินใจเลือกมีการพิจารณาปัจจัยหลายด้าน เช่น คุณภาพการบริการของแต่ละ LSP การให้ LSP ดำเนินกิจกรรมด้านโลจิสติกส์ทั้งหมดหรือบางส่วน ส่งผลให้กระบวนการตัดสินใจเลือก LSP มีความซับซ้อนของการดำเนินงานรวมถึงเกณฑ์การคัดเลือกที่เพิ่มขึ้น (Oliveira Neto, Oliveira, & Librantz, 2017; Wu & Barnes 2014) LSP ส่วนใหญ่พยายามนำเสนอการบริการที่หลากหลายให้แก่กลุ่มธุรกิจที่เป็นลูกค้าเพื่อจูงใจให้ลูกค้าเลือกใช้บริการ ทำให้การบริหารจัดการของ LSP มีต้นทุนที่สูงขึ้น (Wu & Barnes 2014) ดังนั้น LSP ต้องมีการทำความเข้าใจถึงปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อการเลือก LSP ซึ่งหาก LSP สามารถระบุปัจจัยได้จะทำการดำเนินงานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพรวมถึงสามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าและเพิ่มคุณค่าการรับรู้การบริการของลูกค้า (DO, 2021) รวมถึงการรับรู้ปัจจัยต่างๆ ของลูกค้ายังนำไปสู่ความตั้งใจในการใช้บริการที่ลูกค้าจะพิจารณาและประเมินการตัดสินใจเลือกใช้บริการขั้นสุดท้าย (Younus, 2015) และจากงานวิจัยก่อนหน้านี้พบว่า การระบุปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการเลือก LSP นั้น มุมมองจากลูกค้าผู้ใช้บริการเป็นสิ่งสำคัญที่จะเพิ่มความได้เปรียบในการแข่งขันที่เหนือกว่าคู่แข่งรายอื่น โดยผู้ใช้บริการจะมีความพึงพอใจกับการบริการของ LSP เมื่อผู้ใช้ได้รับการตอบสนองความต้องการรวมถึงประโยชน์จากบริการที่ได้รับ (DO, 2021; Fernandes, Mooril & Vitorino Filho, 2018; Mentzer, Flint, & Hult, 2001)

การตัดสินใจใช้บริการ LSP ขึ้นอยู่กับการรับรู้ของลูกค้าซึ่งในการเลือก LSP นั้นมีผลกระทบต่อประสิทธิภาพของช่องทางการขนส่งและผลการดำเนินงานในระยะยาวของธุรกิจลูกค้า ดังนั้นลูกค้าจึงมีการพิจารณาลักษณะเฉพาะทั้งจุดแข็งและจุดอ่อนที่แตกต่างกันของแต่ละ LSP และมีการพิจารณาจากปัจจัยหลายส่วน (Oliveira Neto et al., 2017) และจากการทบทวนวรรณกรรมที่ผ่านมาพบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อการเลือก LSP นั้น ขึ้นอยู่กับคุณลักษณะคุณภาพการบริการที่หลากหลายซึ่งแนวทางคุณภาพการบริการเป็นความพยายามที่จะเข้าใจความพึงพอใจของลูกค้าจากมุมมองของความแตกต่างระหว่างการรับรู้ของลูกค้าและการบริการลูกค้าที่เกิดขึ้นจริงในด้านคุณลักษณะต่างๆ นอกจากนี้การศึกษาก่อนหน้านี้ชี้ให้เห็นว่าเมื่อธุรกิจสามารถตอบสนองความคาดหวังของผู้บริโภคได้จะส่งผลให้ข้อร้องเรียนลดน้อยลงและความพึงพอใจเพิ่มขึ้น ซึ่งความพึงพอใจของลูกค้ามีความสำคัญอย่างมากต่อธุรกิจผู้ให้บริการโลจิสติกส์ที่ต้องการความได้เปรียบในการแข่งขันเพราะหากการบริการของธุรกิจไม่ปฏิบัติตามความคาดหวังของผู้บริโภคจะส่งผลให้ผู้บริโภคเปลี่ยนไปใช้บริการจากผู้ให้บริการรายอื่นที่สามารถตอบสนองความคาดหวังนั้นได้ (Mentzer et al., 2001; Fernandes et al., 2018) ซึ่งคุณภาพการบริการด้านโลจิสติกส์นั้นเป็นปัจจัยกำหนดประสิทธิภาพด้านการขนส่งในการรับรู้ของลูกค้าที่สามารถตอบสนองความต้องการและความคาดหวังของลูกค้าได้ ส่งผลให้ LSP สามารถปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมที่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาและสร้างความได้เปรียบในการแข่งขันได้ (ชาญชัย เมธาวิรุฬห์ และ สวัสดิ์ วรรณรัตน์, 2563; DO, 2021; Fernandes et al., 2018) จากที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการศึกษาปัจจัยคุณภาพบริการโลจิสติกส์เพื่อเป็นแนวทางพัฒนา ปรับปรุงการบริการให้มีประสิทธิภาพ ตอบสนองความต้องการของลูกค้าและสร้างความได้เปรียบในการแข่งขันให้กับผู้ประกอบการธุรกิจโลจิสติกส์

1.1 วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อยืนยันแบบจำลองการวัดคุณภาพการบริการโลจิสติกส์
2. เพื่อทดสอบแบบจำลองสมการโครงสร้างการสร้างการสร้างความพึงพอใจด้านคุณภาพการบริการโลจิสติกส์

1.2 ขอบเขตของการวิจัย

- 1) ผู้ประกอบการธุรกิจโลจิสติกส์ขนาดกลางและขนาดย่อมดำเนินการให้บริการขนส่งสินค้าทางถนน ที่เกี่ยวข้องกับการบริการขนส่งสินค้าบรรจุตู้คอนเทนเนอร์และบริการขนส่งสินค้าทั่วไป ยกเว้นกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการให้บริการขนส่งสินค้าแช่เย็น/แช่แข็ง และผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียม ของเหลวและก๊าซ
- 2) ผู้ประกอบการธุรกิจโลจิสติกส์ขนาดกลางและขนาดย่อมและผู้ให้บริการขนส่งโลจิสติกส์ทางถนนดำเนินธุรกิจลักษณะ Business-to-Business (B2B) ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย
- 3) ศึกษาปัจจัยคุณภาพการบริการโลจิสติกส์ที่มีผลต่อการเลือกใช้บริการโลจิสติกส์ขนส่งทางบกของทั้งผู้ประกอบการธุรกิจโลจิสติกส์และผู้ให้บริการขนส่งโลจิสติกส์

2. วิธีการทดลองหรือวิธีการศึกษา

การเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถามออนไลน์ส่งผ่านจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ (E-mail) ให้กับบริษัทที่เป็นผู้ให้บริการบริการหรือลูกค้าในการใช้บริการทางด้านโลจิสติกส์ จำนวน 400 บริษัทในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยการสุ่มตัวอย่างเฉพาะเจาะจงในการเลือกกลุ่มตัวอย่างที่ผู้วิจัยใช้หลักเหตุผล และพิจารณาเลือกกลุ่มจากผู้ให้บริการทางด้านโลจิสติกส์ที่จัดตั้งอยู่เขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลในเดือนกรกฎาคม ถึง เดือนตุลาคม พ.ศ. 2565 ได้รับแบบสอบถามกลับมา 192 ชุด มีอัตราการตอบกลับ (Response Rate) คิดเป็นร้อยละ 48 ซึ่งมีขนาดเพียงพอต่อการนำไปวิเคราะห์ข้อมูลได้ และลักษณะของกลุ่มตัวอย่างได้แสดงข้อมูลในตารางที่ 1

การพัฒนาเครื่องมือ ผู้วิจัยใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างโดยข้อความอ้างอิงจากการศึกษาก่อนหน้านี้ (Existing Scales) เนื่องจากข้อความที่ได้อ้างอิงนั้นเป็นภาษาอังกฤษ ผู้วิจัยจึงได้แปลเป็นภาษาไทยและตรวจสอบความถูกต้องด้วยการแปลย้อนกลับแบบ ข้อคำถามทั้งหมดได้ถามถึงความคิดเห็นของผู้ตอบแบบสอบถามซึ่งข้อคำถามทั้งหมดมีมาตราส่วนประมาณค่า (Likert Scale) ระดับ 1-7 (1 คือ ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง และ 7 คือ เห็นด้วยอย่างยิ่ง) การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้การวิจัยโดยดำเนินการหาค่าความเที่ยงตรงของแบบสอบถามซึ่งผ่านการตรวจสอบความถูกต้อง โดยผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ 3 คน ซึ่งค่าดัชนีวัดความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence: IOC) ซึ่งในแต่ละข้อคำถามมีค่ามากกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือ 0.5 (Turner & Carlson 2003)

ตารางที่ 1 ลักษณะของกลุ่มตัวอย่าง

	ลักษณะ	ความถี่	ร้อยละ
ประเภทบริษัทของลูกค้า	การผลิต	43	22
	สินค้าสำเร็จรูป	53	28
	ค้าปลีก	81	42
	อื่นๆ	15	8
รวม		192	100
ประเภทการให้บริการ	ผู้ให้บริการด้านโลจิสติกส์	66	34
	การขนส่งสินค้า	59	31
	คลังสินค้า	35	18
	การรับและการเก็บรักษา	10	5
	อื่นๆ	22	11
รวม		192	100
ระยะเวลาในการเปิดดำเนินการ	น้อยกว่า 3 ปี	55	29
	3 ถึง 6 ปี	68	35
	7 ถึง 10 ปี	40	21
	มากกว่า 10 ปี	29	15
รวม		192	100
จำนวนพนักงาน	น้อยกว่า 10 คน	24	13
	10-50 คน	83	43
	51-100 คน	52	27
	มากกว่า 100 คน	33	17
รวม		192	100

	ลักษณะ	ความถี่	ร้อยละ
จำนวนผู้ให้บริการที่เลือกใช้	1 บริษัท	92	48
	2 บริษัท	66	34
	3 บริษัท ขึ้นไป	34	18
รวม		192	100

3. ผลการทดลองและวิจารณ์ผล หรือผลการศึกษาและอภิปรายผล

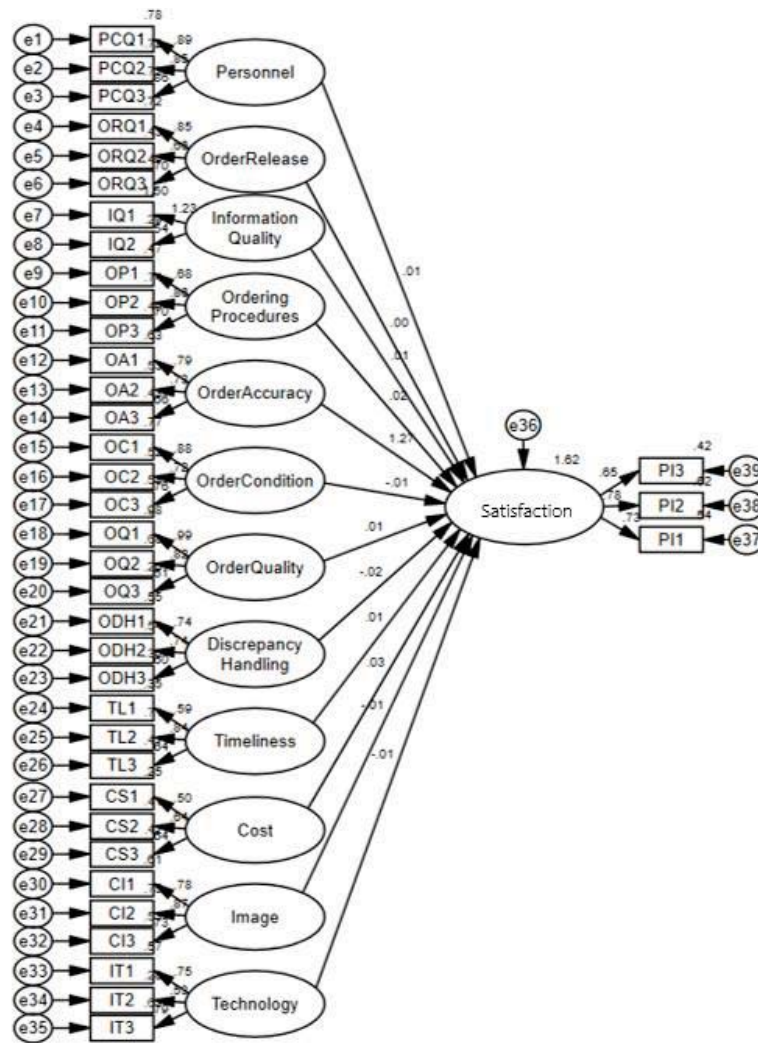
การวิเคราะห์องค์ประกอบปัจจัยคุณภาพการบริการโลจิสติกส์ที่เป็นตัวแปรแฝงทั้งหมดด้วยโปรแกรม AMOS 22.0 ในนี้ วิจัยแสดงให้เห็นว่า โมเดลที่มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ดี โดยการประเมินผลจาก ดัชนี CMIN/DF เท่ากับ 1.65 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์อ้างอิงที่ 2.00 ดัชนี RMSEA ได้ค่าเท่ากับ 0.04 ซึ่งน้อยกว่า 0.10 และค่ากว่าดัชนีความพอดีอื่น ๆ โดยรวมแล้วผ่านเกณฑ์อ้างอิง NFI เท่ากับ 0.910 IFI เท่ากับ 0.979 TLI เท่ากับ 0.938 CFI เท่ากับ 0.978 และ GFI เท่ากับ 0.897 ค่าของ Cronbach's Alpha ซึ่งวัดความน่าเชื่อถือของตัวแปรแบบจำลอง อยู่ระหว่าง 0.70 ถึง 0.94 แต่ละโครงสร้างและรายข้อมีค่ามากกว่า 0.7 ซึ่งยืนยันความสอดคล้องภายในของโครงสร้าง (Internal Consistency) นอกจากนี้ได้ทดสอบความเที่ยงตรงเชิงจำแนก (Discriminant Validity) และความเที่ยงตรงเชิงเหมือน (Convergent Validity) โดยผลจากการวิเคราะห์พบว่า ค่าน้ำหนักองค์ประกอบทั้งหมด (Factor Loading) มีค่ามากกว่า 0.40 (Hair, Bush,& Ortinau, 2006) แสดงถึงตัวแปรตัวแปรสังเกตสามารถสะท้อนการวัดแต่ละตัวแปรได้ ค่าเฉลี่ยความแปรปรวนด้วย (Average Variance Extracted: AVE) ควรที่ต้องมากกว่า 0.40 (Hair et al., 2009) และค่าความเชื่อมั่นเชิงองค์ประกอบ (Composite Reliability: CR) ที่ต้องมากกว่า 0.70 (Nunnally & Bernstein, 1994) รวมถึงรวมถึงผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ (Correlation) โดยใช้ค่าสถิติ Pearson Correlation และค่า Correlation ระหว่างตัวแปรมีค่าต่ำกว่ารากที่สองของ AVE ทั้งหมด ซึ่งแสดงถึงความเที่ยงตรงเชิงจำแนกของเครื่องมือ (Discriminant Validity) ซึ่งไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่สูงเกินไป (Fornell & Larcker,1981) จากที่กล่าวมาข้างต้นแสดงให้เห็นว่าตัวแปรที่นำมาใช้ในการศึกษาครั้งนี้มีความน่าเชื่อถือ แสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การสรุปตัวชี้วัดแบบจำลองการวัดและโครงสร้าง

องค์ประกอบ	ค่าเฉลี่ย	Cronbach's Alpha	AVE	CR
คุณภาพการติดต่อของพนักงาน (Personnel Contact Quality)	4.78	0.75	0.50	0.78
ปริมาณการสั่งซื้อ (Order Release Quantities)	5.61	0.70	0.54	0.78
ความถูกต้องของข้อมูล (Information Quality)	4.91	0.89	0.65	0.90
ขั้นตอนการให้บริการ (Ordering Procedures)	5.57	0.92	0.58	0.92
ความถูกต้องในการให้บริการ (Order Accuracy)	5.35	0.85	0.67	0.84
เงื่อนไขการให้บริการ (Order Condition)	5.24	0.91	0.66	0.83
คุณภาพการให้บริการ (Order Quality)	5.16	0.84	0.67	0.87
การจัดการข้อผิดพลาดจากการให้บริการ (Order Discrepancy Handling)	5.43	0.77	0.52	0.79
เวลาในการให้บริการ (Timeliness)	5.70	0.89	0.61	0.90
ราคาต้นทุน (Cost)	5.42	0.76	0.53	0.88
เทคโนโลยีสารสนเทศ (Information Technology)	5.53	0.94	0.55	0.86
ภาพลักษณ์ (Corporate Image)	5.05	0.80	0.51	0.87

การทดสอบในการวิจัยนี้ใช้การสร้างโมเดลสมการโครงสร้าง (Structural Equation Modeling: SEM) ด้วยโปรแกรม AMOS 22.0 เพื่อทดสอบแบบจำลองแนวคิดในการประเมินความเหมาะสมของแบบจำลองโดยรวม กับข้อมูลเชิงประจักษ์ที่ได้เก็บรวบรวมมีค่าดัชนีที่บ่งชี้ว่าโมเดลในการวิจัยนี้มีความสอดคล้องและมีความเหมาะสม (Hair et al., 2006) ตัวบ่งชี้ความพอดีของแบบจำลองสำหรับโมเดลแนวคิดสามารถยอมรับได้ โมเดลที่มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ดี โดยการประเมินผลจากดัชนี CMIN/DF เท่ากับ 1.83 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์อ้างอิงที่ 2.00 ดัชนี RMSEA ได้ค่าเท่ากับ 0.06 ซึ่งน้อยกว่า 0.10 และค่ากว่าดัชนีความพอดีอื่น ๆ โดยรวมแล้วผ่านเกณฑ์อ้างอิง NFI เท่ากับ 0.910 IFI เท่ากับ 0.979 TLI เท่ากับ 0.938 CFI เท่ากับ 0.889 และ GFI เท่ากับ 0.867 ซึ่งหมายความว่าแบบจำลองเหมาะสมกับข้อมูลเชิงประจักษ์เป็นอย่างดี ดังนั้นโมเดลนี้จึงเหมาะสม ผลลัพธ์ของ

SEM แสดงในรูปที่ 1 และจากผลการทดสอบแสดงความสัมพันธ์ของปัจจัยที่สำคัญต่อการเลือกใช้บริการที่ระดับนัยสำคัญ 5% ระดับความเชื่อมั่นคือ 95% แสดงในตารางที่ 3



รูปที่ 1 ผลการทดสอบการสร้างโมเดลสมการโครงสร้าง

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบแสดงความสัมพันธ์

ความสัมพันธ์	Estimate	S.E.	C.R.	P
PI ← PCQ	0.009	0.008	1.192	***
PI ← ORQ	0.002	0.013	1.183	-
PI ← IQ	0.009	0.010	0.896	-
PI ← OP	0.02	0.012	1.606	***
PI ← OA	1.247	0.121	1.322	***
PI ← OC	0.008	0.010	0.813	***
PI ← OQ	0.023	0.017	1.352	-
PI ← ODH	0.018	0.013	1.336	***
PI ← TL	0.011	0.016	0.699	***
PI ← CS	0.41	0.020	2.091	-
PI ← CI	0.005	0.010	0.526	***
PI ← IT	0.013	0.013	1.019	***

หมายถึง *** มีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05

4. สรุป

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อยืนยันแบบจำลองการวัดคุณภาพการบริการโลจิสติกส์ และทดสอบแบบจำลองสมการโครงสร้างการสร้างความพึงพอใจด้านคุณภาพการบริการโลจิสติกส์ ในการออกแบบงานวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้การวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative Research Method) การวิจัยนี้ใช้วิธีการดำเนินการการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis: CFA) เพื่อยืนยันและประเมินความถูกต้องและความน่าเชื่อถือของโครงสร้างและการสร้างแบบจำลองสมการโครงสร้าง (Structural Equation Modeling: SEM) พบว่า มี 12 องค์ประกอบปัจจัยคุณภาพการบริการโลจิสติกส์ เช่น คุณภาพการติดต่อของพนักงาน ขั้นตอนการให้บริการ ความถูกต้องในการให้บริการ คุณภาพการให้บริการ การจัดการข้อผิดพลาดจากการให้บริการ เวลาในการให้บริการ และราคาต้นทุน ปัจจัยทางด้านคุณภาพการติดต่อสื่อสารของพนักงาน ขั้นตอนการให้บริการ ความถูกต้องในการให้บริการ เงื่อนไขการให้บริการ การจัดการข้อผิดพลาดจากการให้บริการ เวลาในการให้บริการนั้น เทคโนโลยีสารสนเทศ และภาพลักษณ์ จากผลการวิจัยนี้มีความสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Oliveira Neto และคณะ (2017) พบว่า ปัจจัยของการตัดสินใจเลือก LSP ที่สำคัญ ประกอบด้วย ปัจจัยด้านคุณภาพเกี่ยวข้องกับการปรับปรุงกระบวนการให้มีประสิทธิภาพซึ่งสอดคล้องกับปัจจัยด้านขั้นตอนการให้บริการของผลการวิจัย ปัจจัยด้านการตอบสนองเกี่ยวข้องกับการส่งของที่รวดเร็วทันเวลา รวมถึงการตอบสนองของ LSP ในการบริการลูกค้าซึ่งสอดคล้องกับปัจจัยด้านเวลาในการให้บริการ ปัจจัยด้านความน่าเชื่อถือเกี่ยวข้องกับการจัดส่งสำเร็จ ปลอดภัยและการแก้ปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพซึ่งสอดคล้องกับปัจจัยด้านความถูกต้องในการให้บริการ เงื่อนไขการให้บริการ และการจัดการข้อผิดพลาดจากการให้บริการ รวมถึงปัจจัยด้านพนักงานที่เกี่ยวข้องกับความสามารถของเจ้าหน้าที่ LSP ในการบริการได้อย่างมีประสิทธิภาพเป็นเกณฑ์ที่สนับสนุนการตัดสินใจเลือกซึ่งสอดคล้องกับปัจจัยด้านคุณภาพการติดต่อสื่อสารของพนักงาน ในทำนองเดียวกันการศึกษาของ Fernandes และคณะ (2018) และการศึกษาของ ชาญชัย เมธาวิรุฬห์ และ สวัสดิ์ วรรณรัตน์ (2563) พบว่า การพัฒนาภาพรวมของคุณภาพการบริการโลจิสติกส์ อาทิ การสื่อสารที่มีประสิทธิภาพ พนักงานของ LSP ให้ความช่วยเหลือแก่ลูกค้า ความรวดเร็วของการจัดส่งมีผลกระทบต่อความพึงพอใจของลูกค้าที่เลือกใช้บริการ LSP

ผลการวิจัยในครั้งนี้ที่สำคัญคือ การชี้ให้เห็นว่าองค์ประกอบคุณภาพการบริการโลจิสติกส์ 8 องค์ประกอบ ที่มีนัยสำคัญต่อการสร้างความพึงพอใจของผู้ใช้บริการซึ่งเป็นกลุ่มลูกค้าของผู้ประกอบการธุรกิจโลจิสติกส์ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งประกอบด้วย คุณภาพการติดต่อสื่อสารของพนักงาน ขั้นตอนการให้บริการ ความถูกต้องในการให้บริการ เงื่อนไขการให้บริการ การจัดการข้อผิดพลาดจากการให้บริการ และเวลาในการให้บริการ ปัจจัยเหล่านี้ผู้ให้บริการขนส่งจำเป็นต้องตระหนักถึงการ พัฒนา ปรับปรุง และสร้างแนวทางการของคุณภาพการบริการโลจิสติกส์ ไม่ว่าจะเป็นในส่วนของแนวทางการอบรมและพัฒนาพนักงานให้มีความรู้ ความสามารถทั้งข้อมูลของบริการ การสื่อสาร ปรับปรุงวิธีการและขั้นตอนในการให้บริการไม่ให้เกิดความล่าช้า แนวทางป้องกันมิให้สินค้าได้รับความเสียหาย มีระบบหรือแนวทางในการรับมือกับปัญหาในการขนส่ง การใช้เทคโนโลยีเพื่อจัดการและวัดประสิทธิภาพของการวางแผน การขนส่ง การจัดเก็บ การติดตาม การกำหนดเส้นทาง และการสื่อสารแบบบูรณาการ รวมถึงมีการขนส่งที่รวดเร็ว ตรงตามเวลาที่ได้ตกลงกับลูกค้าเพื่อที่จะเป็นไปตามความคาดหวังและความต้องการที่เกี่ยวข้องกับการบริการที่จะส่งผลให้สามารถสร้างความพอใจให้กับผู้ใช้บริการหรือลูกค้าได้ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Sivaram Munawar และ Ali (2019) ที่อธิบายว่า การรับรู้คุณภาพเป็นการรับรู้ของลูกค้าเกี่ยวกับการบริการที่บริษัทนำเสนอ คุณภาพคือการรับรู้ของลูกค้าเป็นอันดับแรก การรับรู้ถึงการบริการที่ดีกว่าทั้งด้านคุณภาพของผลิตภัณฑ์ กระบวนการ จะช่วยให้เกิดการรับรู้คุณภาพในเชิงบวกจะช่วยผลักดันการตัดสินใจใช้บริการนั้น ดังนั้นผู้ประกอบการธุรกิจโลจิสติกส์จำเป็นต้องมีการพัฒนาคุณภาพการบริการโลจิสติกส์ของเพื่อเพิ่มโอกาสให้กลุ่มลูกค้าตัดสินใจเลือกใช้บริการขนส่งของตนมากขึ้น และปัจจัยเหล่านี้สามารถช่วยสร้างแนวทางในการดำเนินงานทางด้านการบริการโลจิสติกส์ให้มีคุณภาพที่สามารถตอบสนองความคาดหวังของลูกค้าได้ตลอดจนทำให้เกิดความสามารถทางการแข่งขันให้กับผู้ให้บริการด้านโลจิสติกส์ท่ามกลางแนวโน้มของจำนวนคู่แข่งที่เพิ่มมากขึ้น

การวิจัยในครั้งนี้ได้ดำเนินการวิจัยด้วยวิธีการเชิงปริมาณโดยใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการสอบถามผู้ใช้บริการ การวิจัยในอนาคตอาจมีการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยวิธีการดำเนินการวิจัยเชิงคุณภาพ เพื่อขยายผลการวิจัยให้มีความเข้าใจเชิงลึกมากขึ้นถึงปัจจัยอื่นซึ่งอาจมีตัวแปรอื่นที่เกี่ยวข้อง และการวิจัยในครั้งนี้มีการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างผู้ใช้บริการขนส่งที่ประกอบการธุรกิจกิจกรรมโลจิสติกส์ การวิจัยในอนาคตอาจมีการเก็บรวบรวมข้อมูลอาจมีการแยกประเภทของกิจกรรม เพื่อศึกษาเปรียบเทียบลักษณะของปัจจัยที่อาจเหมือนหรือแตกต่างจากผลการวิจัยครั้งนี้ซึ่งจะสามารถพัฒนาปัจจัยให้เหมาะสมกับลักษณะของกิจกรรมในการบริการนั้น

5. เอกสารอ้างอิง

- กรมพัฒนาธุรกิจการค้า (2564). *ธุรกิจน่าจับตามอง ปี 2564*. สืบค้นเมื่อ 20 มกราคม 2564, จาก https://www.dbd.go.th/download/article/article_20210202161739.pdf
- สำนักงานสภาพัฒนาการ เศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (2564). *รายงานโลจิสติกส์ของประเทศไทยประจำปี 2563*. สืบค้นเมื่อ 20 กุมภาพันธ์ 2565, จาก https://www.nesdc.go.th/ewt_dl_link.php?nid=11803
- ชาญชัย เมธาวิรุฬห์ และสวัสดี วรรณรัตน์ (2563). การสร้างความจงรักภักดีของผู้บริโภคในธุรกิจขนส่งสินค้าผ่านคุณภาพการบริการโลจิสติกส์ ความพึงพอใจ และความผูกพัน: แบบจำลองสมการโครงสร้าง. *วารสารบริหารธุรกิจ*, 43(16), 16-37.
- Abdul, A., Memon, J. A., & Shuaib, A. L. I. (2020). Logistics Capability, Logistics Outsourcing and Firm Performance in Manufacturing Companies in Pakistan. *Journal of Asian Finance, Economics and Business*, 7(8), 435-444.
- DO, Q. H. (2021). Critical Factors Affecting the Choice of Logistics Service Provider: An Empirical Study in Vietnam. *The Journal of Asian Finance, Economics and Business*, 8(4), 145-150.
- Fernandes, D. W., Moori, R. G., & Vitorino Filho, V. A. (2018). Logistic Service Quality as a Mediator between Logistics Capabilities and Customer Satisfaction. *Revista de Gestão*. 25(4), 358-372.
- Fornell, C., & Larcker., F. (1981). Evaluating structural equation models with unobservable variables and measurement errors. *Journal of Marketing Research*, 18(1), 39-50.
- Hair, J. F. J., Bush, R. P., & Ortinau, D. J. (2006). *Marketing research: Within a changing information environment* (3rd ed.). New Delhi: McGraw-Hill.
- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., Anderson, R. E., & Tatham, R. L. (2009). *Multivariate Data Analysis* (7th ed.). Upper Saddle River, New Jersey: Pearson Education Limited.
- Mentzer, J. T., Flint, D. J., & Hult, G. T. M. (2001). Logistics Service Quality as a Segment-Customized Process. *Journal of marketing*, 65(4), 82-104.
- Nunnally, J., & Bernstein, I. (1994). *Psychometric Theory*, 3rd edn, 1994. New York: McGraw-Hill.
- Oliveira Neto, G. C. D., Oliveira, J. C. D., & Librantz, A. F. H. (2017). Selection of Logistic Service Providers for the Transportation of Refrigerated Goods. *Production Planning & Control*, 28(10), 813-828.
- Sivaram, M., Munawar, N. A., & Ali, H. (2019). Determination Of Purchase Intention Determination Of Purchase Intention Through Brand Awareness And Perceived Quality (Case Study: For Consumers Pt. Sentosa Santosa Finance Tangerang Area). *Dinasti International Journal of Management Science*, 1(2), 232-246.
- Xiu, G., & X. Chen. (2012). The Third Party Logistics Supplier Selection and Evaluation. *Journal of Software* 7 (8): 1783-1790.
- Wu, C., & D. Barnes. (2014). Partner Selection in Agile Supply Chains: A Fuzzy Intelligent Approach. *Production Planning & Control*, 25(10): 821-839.
- Younus, S. (2015). Identifying the factors affecting customer purchase intention. *Global Journal of Management and Business Research*, 15(A2), 9-13
- Turner, R. C., & Carlson, L. (2003). Indexes of item-objective congruence for multidimensional items. *International journal of testing*, 3(2), 163-171.

พฤติกรรมกาารเปิดรับสารสนเทศทางสื่อออนไลน์ของนักศึกษา

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

อังคณา แวขอเหาะ และ รพีพรรณ สุฐาปณกุล

สาขาศึกษาทั่วไป มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

e-mail: angkhana.w@rmutp.ac.th, rapeephan.s@rmutp.ac.th Tel: 0830035660, 0652491594

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาพฤติกรรมกาารเปิดรับสารสนเทศทางสื่อออนไลน์ของนักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ในปีการศึกษา 2564 จำนวน 390 คน โดยวิธีการสุ่มแบบบังเอิญ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบสอบถามออนไลน์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัย พบว่า นักศึกษาใช้โทรศัพท์มือถือ (Smartphone) เพื่อเปิดรับสารสนเทศทางสื่อออนไลน์ทุกวัน โดยเฉลี่ยต่อครั้งมากกว่า 4 ชั่วโมง ประเภทของสื่อออนไลน์ที่นักศึกษาใช้เพื่อเปิดรับสารสนเทศมากที่สุด คือ Line โดยมีวัตถุประสงค์กาารเปิดรับสารสนเทศสื่อออนไลน์มากที่สุด คือ การติดต่อสื่อสาร และหรือกาารสนทนา รูปแบบสารสนเทศที่เปิดรับจากสื่อออนไลน์มากที่สุด คือ ความบันเทิง โดยเนื้อหาที่เปิดรับจากสื่อออนไลน์มากที่สุด คือ ภาพยนตร์ ละคร

คำสำคัญ: การเปิดรับสารสนเทศ, สื่อออนไลน์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

Abstract

The purpose of this research was to study the behavior of students of Rajamangala University of Technology Phra Nakhon in receiving information via online media. The sample consisted of 390 undergraduate students of Rajamangala University of Technology Phra Nakhon in the academic year 2021 by accidental sampling. The research instrument was an online questionnaire. The statistics used to analyze the data were percentage, mean, and standard deviation. The results of the study on the behavior of students using online media for information exposure revealed that most of the students used their smart phones to receive information via online media for more than 4 hours on average every day. The type of online media that students use the most is Line. The purposes of the most exposure to online information are for communication and/or conversation. The forms of information that most exposed to online media are entertainment. The content received from online media the most is movies, dramas.

Keywords: Information Exposure, Online media, Rajamangala University of Technology Phra Nakhon

1. บทนำ

การเปิดรับข้อมูล ข่าวสาร สารสนเทศเป็นปัจจัยสำคัญในการดำรงชีวิตของมนุษย์ ในทุก ๆ ด้าน เช่น การวางแผน การศึกษาต่อ การประกอบอาชีพและการสร้างรายได้ การตัดสินใจเลือกซื้อและขายสินค้า การขจัดข้อขัดแย้งในองค์การ การสร้างความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล การปลูกฝังความเชื่อ และค่านิยมในปัจจุบัน และเป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยพัฒนาประเทศให้เท่าทันการเปลี่ยนแปลงในสังคมโลก โดยเฉพาะในยุคสังคมดิจิทัล เนื่องจากการเปิดรับสารสนเทศเป็นการแลกเปลี่ยน และส่งต่อข้อมูล สารสนเทศ ความรู้ ประสบการณ์ ซึ่งกันและกันเพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ เช่น Facebook, Instagram, Line, Web logs, YouTube, Messenger หรือ e-mail เป็นต้น การเปิดรับสารสนเทศทางสื่อออนไลน์ทำให้ผู้รับได้รับความสะดวกสบาย รวดเร็ว เข้าถึงได้ง่าย ค่าใช้จ่ายไม่แพง มีให้เลือกหลากหลายสื่อ และช่องทาง

พฤติกรรมกาารเปิดรับสารสนเทศ เป็นการเปิดรับสารสนเทศเมื่อเกิดความต้องการสารสนเทศที่ตนเองอยากรู้ อยากเห็น สนใจใคร่รู้ หากมีสารสนเทศที่เกี่ยวข้องกับความต้องการของตนเองก็จะให้ความสนใจเป็นพิเศษ โดยการอ่าน การดู หรือกาารฟังอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือพร้อมกันทั้งหมด แต่บางครั้งการเปิดรับสารสนเทศอาจเกิดจากความไม่ตั้งใจ แต่เกิดจากสถานการณ์แวดล้อม นอกจากนี้ยังเป็นกาารเปิดประสบการณ์การเรียนรู้ และการรับรู้ในเรื่องต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องและไม่เกี่ยวข้องไปพร้อม ๆ กันผ่านสื่อ (Becker. 1987 : 74 อังอิงโน สิริลักษณ์ อุบลรัตน์. 2560 : 16) ในปัจจุบันสื่อที่มีบทบาทและอิทธิพลอย่างมากในการเลือกเปิดรับสารสนเทศ คือ สื่อออนไลน์ จากรายงานผลการสำรวจพฤติกรรมผู้ใช้อินเทอร์เน็ตในประเทศไทย ปี 2563 (สำนักงานพัฒนา

ธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์ (องค์การมหาชน). 2564ช : ออนไลน์) พบว่าคนไทยใช้อินเทอร์เน็ตสูงสุดเฉลี่ยต่อวัน 11 ชั่วโมง 25 นาที ช่วงอายุที่ใช้อินเทอร์เน็ตต่อวันสูงที่สุดคือ Gen Z กลุ่มที่ใช้มากที่สุดคือ นักเรียน นักศึกษา โดยเวลาส่วนใหญ่ใช้ไปกับสื่อออนไลน์ ช่วงเวลาที่ใช้นั้นทำงานและวันหยุดใช้เวลาใกล้เคียงกัน กิจกรรมออนไลน์ 10 อันดับยอดนิยม คือ การใช้สื่อออนไลน์ เช่น Facebook, Line, Instagram ร้อยละ 95.30 ดูโทรทัศน์ ดูคลิป ดูหนัง ฟังเพลงออนไลน์ ร้อยละ 85.00 การค้นหาข้อมูล ร้อยละ 82.20 การติดต่อสื่อสารออนไลน์ทั้งการโทรศัพท์ และพูดคุย (Chat) ร้อยละ 77.80 การรับ-ส่งอีเมล ร้อยละ 69.00 การซื้อสินค้าออนไลน์ ร้อยละ 67.30 การอ่านข่าว บทความ หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (e-Book) ร้อยละ 64.20 การเรียนออนไลน์ (e-Learning) ร้อยละ 57.50 การเล่นเกมออนไลน์ ร้อยละ 56.80 การทำธุรกรรมทางการเงินออนไลน์ ร้อยละ 56.50 ส่วนการใช้สื่อออนไลน์ พบว่าสื่อออนไลน์ที่มีผู้ใช้มากที่สุด คือ Facebook ร้อยละ 98.20 รองลงมา คือ YouTube ร้อยละ 97.50 และ Line ร้อยละ 96.00 นอกจากนี้พบว่า TikTok ได้รับความนิยมอย่างรวดเร็ว โดยมีผู้ใช้ร้อยละ 35.80

จากสถิติดังกล่าวแสดงให้เห็นภาพรวมของการเปลี่ยนแปลงของคนในยุคปัจจุบันต่อแนวคิด ทักษะคิดและค่านิยมในการดำเนินชีวิต โดยเฉพาะกลุ่มช่วงอายุ GEN Z ซึ่งเป็นกลุ่มนักศึกษาที่กำลังศึกษา ในปัจจุบันมีการพึ่งพาสื่อสังคมออนไลน์ในการทำกิจกรรมต่างๆ ในชีวิตประจำวันเป็นอย่างมาก โดยสื่อสังคมออนไลน์ดังกล่าวเป็นแหล่งข้อมูล สารสนเทศที่สามารถส่งต่อ รับรู้ และถ่ายทอดไปกลุ่มต่างๆ ได้อย่างง่ายดาย และสะดวกสบาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งสารสนเทศเป็นทรัพยากรทางสังคมที่มีคุณค่าในการเสริมสร้างความรู้ความก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงแนวคิด ทักษะคิด ความเชื่อ และพฤติกรรมของคนในสังคม

จากความสำคัญดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาพฤติกรรมการเปิดรับสารสนเทศทางสื่อออนไลน์ของนักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร เพื่อให้ทราบถึงพฤติกรรมการเปิดรับสารสนเทศทางสื่อออนไลน์ที่มีอิทธิพลต่อแนวคิด ทักษะคิด และพฤติกรรมการรับรู้ เพื่อการเรียนรู้ตลอดชีวิต ซึ่งจะส่งผลต่อการพัฒนาตนเอง และสังคมในอนาคต โดยการวิจัยครั้งนี้จะเป็นประโยชน์ต่ออาจารย์ผู้สอน และมหาวิทยาลัยที่จะนำไปใช้ประโยชน์ในการวางแผน และเตรียมความพร้อมรูปแบบและเนื้อหาของสารสนเทศที่จะตอบสนองต่อวัตถุประสงค์ในการเปิดรับสารสนเทศ กับการเปลี่ยนแปลงของสื่อออนไลน์ที่เข้ามามีบทบาทสำคัญต่อการเรียนรู้และการรับรู้ของนักศึกษา

1.1 วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาพฤติกรรมการเปิดรับสารสนเทศทางสื่อออนไลน์ของนักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

1.2 กรอบแนวคิดการวิจัย

เป็นการศึกษาถึงพฤติกรรมการเปิดรับสารสนเทศทางสื่อออนไลน์ ซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษาและรวบรวมปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเปิดรับสื่อ และวัตถุประสงค์การเปิดรับสื่อสังคมออนไลน์ รวมทั้งรูปแบบข้อมูล และเนื้อหาของสื่อออนไลน์ที่จะส่งผลต่อพฤติกรรมการเปิดรับสารสนเทศทางสื่อออนไลน์ของนักศึกษา โดยครอบคลุมในประเด็นต่าง ๆ ดังนี้

ตัวแปรต้น คือ ปัจจัยส่วนบุคคลของนักศึกษา ประกอบด้วย เพศ ชั้นปีที่ศึกษา คณะที่ศึกษา

ตัวแปรตาม คือ พฤติกรรมการเปิดรับสารสนเทศทางสื่อออนไลน์ ประกอบด้วย เครื่องมือที่ใช้ ความถี่ในการเปิดรับสารสนเทศ ประเภทของสื่อออนไลน์ วัตถุประสงค์การเปิดรับสารสนเทศ รูปแบบสารสนเทศ และเนื้อหาที่เปิดรับ

1.3 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

แนวคิดเกี่ยวกับพฤติกรรมการเปิดรับสารสนเทศและการใช้สื่อออนไลน์

พฤติกรรมการเปิดรับสื่อของบุคคลจะเกิดขึ้นจากความสนใจ ความต้องการที่มีต่อสื่อ และข่าวสาร หรือสิ่งเร้าต่างๆ แต่ในบางสถานการณ์มนุษย์ก็เปิดรับสื่อ โดยไม่ได้ให้ความสนใจ ซึ่งสาเหตุในการเลือกเปิดรับสื่ออันเกิดจากปัจจัยพื้นฐานต่างๆ ดังนี้ (Hunt and Ruben. 1993 อ้างอิงใน สุภวัฒน์ สงวนงาม. 2557 : 12-13)

1. ความต้องการ (Need) เป็นการตอบสนองความต้องการของมนุษย์ เพื่อให้ได้รับข้อมูล ข่าวสารที่ต้องการ เพื่อแสดงรสนิยม เพื่อการยอมรับทางสังคม เพื่อความพอใจ เป็นต้น

2. ทักษะคิดและค่านิยม (Attitude and Values) ทักษะคิด คือ ความชอบและความมีใจโน้มเอียงต่อเรื่องราวต่างๆ ส่วนค่านิยม คือ พื้นฐานของมนุษย์ในการยึดถือว่าสิ่งใดควร สิ่งไม่ควร ซึ่งมีความสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม และคน

3. เป้าหมาย (Goal) คือ ตัวเลือกในการเลือกเปิดรับสื่อเพื่อการดำเนินชีวิตทั้งเรื่องงาน การเข้าสมาคม การทำกิจกรรมต่างๆ

4. ความสามารถ (Capability) ความสามารถเรื่องภาษา การใช้และการเข้าถึงเทคโนโลยีสารสนเทศ การวิเคราะห์สังเคราะห์สารสนเทศ เป็นต้น มีอิทธิพลต่อการเลือกเปิดรับสื่อ การตีความหมาย และเก็บรวบรวมสารสนเทศจากสื่อต่างๆ

5. การใช้ประโยชน์ (Utility) โดยทั่วไปมนุษย์จะให้ความสนใจ และความพยายามในการทำความเข้าใจ และจดจำข้อมูล ข่าวสาร สารสนเทศที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้

6. สไตล์ในการสื่อสาร (Communication Style) เราจะเลือกเปิดรับสื่อเพราะเราชอบรูปแบบ และหรือเนื้อหาของการนำเสนอ

7. สถานะ หรือสถานการณ์ (Context) หมายถึง สถานที่ บุคคล และเวลาที่อยู่ในระหว่างการสื่อสาร สิ่งต่างๆ เหล่านี้มีอิทธิพลต่อการเปิดรับสื่อ

8. ประสบการณ์และนิสัย (Experience and Habit) ในฐานะผู้รับสาร และผู้ส่งสารแต่ละคนพัฒนานิสัยการเปิดรับสื่อเป็นผลจากประสบการณ์ในการเปิดรับสื่อ เราจะพัฒนาความชอบ ความสนใจ รวมทั้งการใช้ประโยชน์จากสื่อใดสื่อหนึ่ง

วัตถุประสงค์ในการเปิดรับสื่อ

ผู้รับสารในปัจจุบันมีฐานะเป็นผู้เลือกเปิดรับสื่อสังคมออนไลน์มีความสำคัญ และมีความจำเป็นในการสื่อสาร สามารถแบ่งตามวัตถุประสงค์ในการเปิดรับสื่อได้ดังนี้ (สุรพงษ์ โสธนะเสถียร. 2533 : 40-44 อ้างอิงใน สิริลักษณ์ อุบลรัตน์. 2560 : 17)

1. เพื่อการรับรู้ (Cognition) หมายถึง การที่ผู้รับสารมีความต้องการสารสนเทศ เพื่อตอบสนองต่อความอยากรู้อยากเห็น
2. เพื่อความหลากหลาย (Diversions) เพื่อตอบสนองความความอยากรู้อยากเห็นในรูปแบบที่แตกต่างกันออกไป เช่น เพื่อการกระตุ้นอารมณ์ เพื่อการพักผ่อน และ เพื่อการหย่อนอารมณ์ เป็นต้น

3. เพื่ออรรถประโยชน์ทางสังคม (Social Utility) หมายถึง ความจำเป็นของบุคคลที่ต้องการสร้างความคุ้นเคย หรือการเป็นส่วนหนึ่งของสังคม

4. การผละสังคัม (Withdrawal) หมายถึง การเปิดรับสื่อ เพื่อหลีกเลี่ยงงานประจำ หรือการสมาคม เช่น การฟังเพลงในรถประจำทาง เพื่อหลีกเลี่ยงความรำคาญใจจากคนรอบข้าง

พฤติกรรมการใช้สื่อออนไลน์

สื่อออนไลน์เป็นรูปแบบการสื่อสารข้อมูลที่น่าเทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสารเข้ามามีส่วนเกี่ยวข้อง โดยมีรูปแบบการสื่อสารที่หลากหลาย ทั้งในรูปแบบของการสร้าง และการเผยแพร่ข้อมูล ข่าวสาร สารสนเทศต่าง ๆ ปัจจุบันเป็นที่นิยมในการใช้เพื่อเปิดรับข้อมูล ข่าวสาร สารสนเทศ เป็นเครื่องมือทางสังคม (Social Tool) เพื่อใช้ในการสื่อสารระหว่างกันในเครือข่ายทางสังคม โดยเน้นให้ผู้ใช้เป็นทั้งผู้ส่งสาร และผู้รับสารมีส่วนร่วมอย่างสร้างสรรค์ ในการผลิตเนื้อหาขึ้นเอง (User Generate Content: UGC) ซึ่งสามารถแยกออกเป็นประเภทต่าง ๆ ตามลักษณะของการนำมาใช้อาติ Weblogs หรือเรียกสั้นๆ ว่า Blogs, Social Networking, Micro Blogging และ Micro Sharing, Video and photo sharing website, Poto Sharing, Wikis, เกมออนไลน์ที่มีผู้เล่นหลายคน, Crowd Sourcing, Podcasting หรือ Podcast, Discuss / Review/ Opinion เป็นต้น (วราพร คำจัน. 2562 : ออนไลน์ ; คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี. 2562 : ออนไลน์) พฤติกรรมการใช้สื่อออนไลน์ของคนที่ใช้สื่อออนไลน์สามารถแบ่งเป็น 5 กลุ่ม ได้แก่ (Li. 2010 อ้างอิงใน สิริลักษณ์ อุบลรัตน์. 2560 : 28-29)

กลุ่มที่ 1 กลุ่มเฝ้าดู (Watching) เป็นกลุ่มที่จะรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการตัดสินใจในสิ่งที่ตนเองสนใจ ซึ่งอาจจะเป็นการเรียนรู้จากคนอื่น หรือเพียงเพื่อหาความบันเทิงจากสื่อออนไลน์เท่านั้น

กลุ่มที่ 2 กลุ่มแบ่งปัน (Sharing) เป็นกลุ่มที่จะแบ่งปันเรื่องราวต่าง ๆ ผ่านรูปภาพ คลิปวิดีโอ บทความ เป็นต้น เพราะต้องการสนับสนุนความคิด ความเชื่อ หรือต้องการแสดงให้เห็นถึงความรู้ความสามารถของตน

กลุ่มที่ 3 กลุ่มแสดงความคิดเห็น (Commenting) เป็นกลุ่มที่จะมีส่วนร่วมสนับสนุน หรือมีส่วนร่วมในความคิด และแสดงความคิดเห็น

กลุ่มที่ 4 กลุ่มผลิต (Producing) เป็นกลุ่มที่จะสร้างสรรค์ หรือผลิตเนื้อหาลงบนเว็บไซต์ บล็อก หรือสื่อออนไลน์ต่าง ๆ เพื่อแสดงความเป็นตัวตน ต้องการที่รู้ว่าเนื้อหาที่พวกเขาเป็นผู้ผลิตนั้นได้รับการยอมรับอย่างน้อยเพียงใด

กลุ่มที่ 5 กลุ่มผู้คัดกรอง (Curating) กลุ่มนี้ คือ เป็นกลุ่มที่มีส่วนร่วมในชุมชนออนไลน์ต่าง ๆ เช่น วิกิพีเดีย หน้าเว็บบอร์ด หรือกระดานสนทนาต่าง ๆ เพื่อความสำเร็จในเรื่องของสินค้า ผลิตภัณฑ์ บริการ หรือชุมชนที่พวกเขาต้องการสิ่งตอบแทนบางอย่างกลับคืน หรือต้องการได้การยอมรับ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กวิทธิ์ ศรีสัจจ์ และนุจรี บุรีรัตน์ (2559 : 40) ได้ศึกษาเรื่อง การเปิดรับข่าวสารบนเครือข่ายสื่อสังคมออนไลน์ของคณะเทคโนโลยีสื่อสารมวลชน โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อวิเคราะห์พฤติกรรมการใช้งาน และการเปิดรับข่าวสารบนเครือข่ายสื่อสังคมออนไลน์ของคณะเทคโนโลยีสื่อสารมวลชน กลุ่มตัวอย่าง คือ ศิษย์เก่า อาจารย์ และนักศึกษากายในคณะจำนวน 306 คน ผลการศึกษาพบว่า ส่วนใหญ่ใช้สมาร์ตโฟนในการทำงาน นิยมเข้าใช้ที่บ้าน ช่วงเวลา 20.01-00.00 น. ใช้งาน 4-6 ชั่วโมงต่อวัน โดยใช้งานทุกวัน มีประสบการณ์การใช้งานมากกว่า 4 ปี มีจุดประสงค์เพื่อรับข่าวสารทั่วไป โดย Facebook ได้รับความนิยมสูงสุด และต้องการให้คณะใช้งาน Facebook การเปิดรับเครือข่ายสื่อสังคมออนไลน์คณะ สามารถพิจารณาเป็นรายด้าน ดังนี้ ด้านข่าวสารที่ได้รับจากเครือข่ายสื่อสังคมออนไลน์คณะ อยู่ในระดับปานกลาง เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่า ชาวพระราชทาน

ปริญญาบัตรปี 2556 มีระดับการเปิดรับมากที่สุด ด้านปฏิสัมพันธ์กับสื่อสังคมออนไลน์ขณะ อยู่ในระดับปานกลาง เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่า พฤติกรรมการกด Like เครือข่ายสื่อสังคมออนไลน์ของคุณะมีค่าเฉลี่ยสูงสุดที่สุด ด้านการใช้เครือข่ายสื่อสังคมออนไลน์ภายในขณะ อยู่ในระดับปานกลาง

พรพรรณ จันทร์แดง (2559 : 44) ได้ศึกษาเรื่อง พฤติกรรมการใช้สื่อสังคมออนไลน์ของนิสิตปริญญาตรี มหาวิทยาลัยพะเยา โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาพฤติกรรมการใช้สื่อสังคมออนไลน์ ทศนคติและความคิดเห็นต่อการใช้สื่อสังคมออนไลน์ ตลอดจนปัญหาการใช้สื่อสังคมออนไลน์ของนิสิตปริญญาตรี มหาวิทยาลัยพะเยา ผลการศึกษาด้านพฤติกรรมการใช้สื่อสังคมออนไลน์พบว่า นิสิตร้อยละ 90.90 มีคอมพิวเตอร์ส่วนตัว และร้อยละ 89.22 มีสมาร์ตโฟน นิสิตร้อยละ 71.32 เมื่อหยิบสมาร์ตโฟนจะใช้งานโซเชียลมีเดียเป็นครั้งแรก โดยใช้งานเฉลี่ยวันละ 5 ชั่วโมงต่อวัน ร้อยละ 50.00 ซึ่งใช้เพื่อการสนทนาหรือแสดงความคิดเห็น ร้อยละ 72.06 นอกจากนี้ นิสิตใช้สื่อสังคมออนไลน์ทำกิจกรรมทั่วไป และกิจกรรมด้านการศึกษาอยู่ในระดับมาก ส่วนทัศนคติในการใช้สื่อสังคมออนไลน์พบว่า นิสิตมหาวิทยาลัยพะเยาร้อยละ 51.04 เคยใช้โซเชียลมีเดีย ขณะเรียนหนังสือ โดยไม่รู้สึกละอายใจ นิสิตมีทัศนคติต่อสื่อสังคมออนไลน์เกี่ยวกับการได้รับความสนุกสนานมากที่สุด ส่วนปัญหาในการใช้สื่อสังคมออนไลน์พบว่า การใช้สื่อสังคมออนไลน์ทำให้เกิดปัญหาสุขภาพมากที่สุด เช่น ทำให้ตาพร่ามัว ปวดคอ ปวดหลัง ปวดหัว การวิเคราะห์เปรียบเทียบพฤติกรรมในการใช้สื่อสังคมออนไลน์พบว่า นิสิตชายกับเพศหญิงมีการใช้สื่อสังคมออนไลน์ในภาพรวมไม่แตกต่างกัน เพศหญิงมีการใช้สื่อสังคมออนไลน์ด้านกิจกรรมเกี่ยวกับการศึกษาสูงกว่าเพศชาย นิสิตเพศชายกับเพศหญิงมีทัศนคติต่อการใช้สื่อสังคมออนไลน์และปัญหาการใช้สื่อสังคมออนไลน์ไม่แตกต่างกัน นิสิตที่มีชั้นปีต่างกันมีพฤติกรรมการใช้สื่อสังคมออนไลน์ในภาพรวมไม่แตกต่างกัน นิสิตที่มีชั้นปีต่างกันมีทัศนคติต่อสื่อสังคมออนไลน์ไม่แตกต่างกัน

อังศณา ณ สงขลา (2560 : 1009) ได้ศึกษาเรื่อง พฤติกรรมมารับข่าวสารผ่านสื่อออนไลน์ของนักศึกษามหาวิทยาลัยหาดใหญ่ โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาพฤติกรรมการรับข่าวสารผ่านสื่อออนไลน์ของนักศึกษามหาวิทยาลัยหาดใหญ่ เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการเลือกรับข่าวสารผ่านสื่อออนไลน์ของนักศึกษามหาวิทยาลัยหาดใหญ่ ผลการศึกษาพบว่า ส่วนใหญ่เลือกรับข่าวสารผ่านโทรศัพท์มือถือเชื่อมต่อกับระบบอินเทอร์เน็ตผ่านรูปแบบการเชื่อมต่อแบบ Wireless เลือกรับข่าวสารประเภทข่าวบันเทิงมากที่สุดผ่านกระดานข่าวประจำเว็บไซต์ เพื่อติดตามข่าวสารในแต่ละวัน โดยเข้าใช้ในช่วงเวลา 16.01- 18.00 น. มากที่สุด นอกจากนี้ปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกรับข่าวสารอย่างต่อเนื่อง คือ ความน่าเชื่อถือของข่าวสารและความรวดเร็วของการนำเสนอข่าวสารของเว็บไซต์ สำหรับปัญหาในการรับข่าวสารผ่านสื่อออนไลน์พบว่า เรื่องความเร็วของระบบอินเทอร์เน็ตยังคงเป็นประเด็นที่นักศึกษาให้ความสำคัญมากที่สุด ทั้งนี้ กลุ่มเป้าหมายต้องการเข้าถึงข้อมูลต่าง ๆ ได้อย่างทันท่วงที อย่างไรก็ตาม นักศึกษายังคงเลือกที่จะรับข่าวสารต่าง ๆ ผ่านสื่อออนไลน์มากกว่าช่องทางอื่น

2. วิธีการดำเนินการวิจัย

2.1 การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรคือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ในปีการศึกษา 2564 จำนวน 10,222 คน (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร. 2564 : ออนไลน์)

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัย คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ในปีการศึกษา 2564 การกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างใช้ตารางของเครจซี่และมอร์แกน (Krejcie & Morgan. 1970 : 607) ได้กลุ่มตัวอย่างขั้นต่ำจำนวน 375 คน จากนั้นใช้วิธีการสุ่มแบบบังเอิญ เป็นการเก็บข้อมูลเฉพาะประชากรที่สะดวกในการตอบแบบสอบถามผ่านแบบสอบถามออนไลน์ตามระยะเวลาของการเก็บรวบรวมข้อมูล จำนวน 390 คน

2.2 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ แบบสอบถามออนไลน์ เรื่องพฤติกรรมการเปิดรับสารสนเทศทางสื่อออนไลน์ของนักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับพฤติกรรมการเปิดรับข่าวสารและสารสนเทศ พฤติกรรมการเปิดรับสื่อ การใช้สารสนเทศ สื่อสังคมออนไลน์ รวมทั้งศึกษาตัวอย่างแบบสอบถาม เพื่อเป็นตัวอย่างในการออกแบบสอบถาม

2. นำข้อมูลที่ได้มาศึกษา และสร้างข้อคำถาม โดยกำหนดขอบเขตของเนื้อหาให้ครอบคลุมถึงพฤติกรรมการเปิดรับสารสนเทศทางสื่อสังคมออนไลน์ โดยแบ่งแบบสอบถามออก 3 ตอน คือ

ตอนที่ 1 แบบสอบถามข้อมูลทั่วไปของนักศึกษา ซึ่งเป็นคำถามแบบเลือกตอบ จำนวน 3 ข้อ
 ตอนที่ 2 แบบสอบถามพฤติกรรมการเปิดรับสารสนเทศทางสื่อออนไลน์ ซึ่งเป็นคำถามแบบเลือกตอบ 5 ข้อ และแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย น้อยที่สุด จำนวน 30 ข้อ

ตอนที่ 3 ปัญหาและข้อเสนอแนะในการเปิดรับสื่อออนไลน์ ซึ่งเป็นคำถามปลายเปิด จำนวน 2 ข้อ
 3. นำแบบสอบถามที่สร้างเสร็จแล้ว ปรีกษาผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง และความเที่ยงตรงของเนื้อหา แล้วนำข้อเสนอแนะดังกล่าวมาปรับปรุงแก้ไขให้ถูกต้อง ส่งกลับให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้อง และความเที่ยงตรงของเนื้อหาอีกครั้ง แล้วนำข้อเสนอแนะเพิ่มเติมในครั้งที่ 2 มาปรับปรุงแก้ไขใหม่ให้ถูกต้อง

4. นำแบบสอบถามสร้างเสร็จแล้ว ไปทดสอบกับนักศึกษาคณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างที่จะศึกษา จำนวน 30 คน เพื่อนำผลมาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์อัลฟาของครอนบาช (Cronbach, 1970 : 161) โดยกำหนดความเชื่อมั่นในแต่ละข้อตั้งแต่ .08 ขึ้นไป หากข้อใดไม่ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้จะตัดทิ้งออกไป แล้วนำไปปรับปรุงแก้ไขให้ถูกต้อง เหมาะสมอีกครั้ง

5. ผลจากการทดสอบค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม ทำให้ได้แบบสอบถามใหม่จำนวน 1 ชุด โดยแบ่งแบบสอบถามออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 แบบสอบถามข้อมูลทั่วไปของนักศึกษา ซึ่งเป็นคำถามแบบเลือกตอบ จำนวน 3 ข้อ
 ตอนที่ 2 แบบสอบถามพฤติกรรมการเปิดรับสารสนเทศทางสื่อออนไลน์ ซึ่งเป็นคำถามแบบเลือกตอบ 3 ข้อ และแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย น้อยที่สุด จำนวน 34 ข้อ
 ตอนที่ 3 ปัญหาและข้อเสนอแนะในการเปิดรับสารสนเทศทางสื่อออนไลน์ ซึ่งเป็นคำถามปลายเปิด จำนวน 1 ข้อ

2.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

คณะผู้วิจัยแจกแบบสอบถามแบบออนไลน์แก่กลุ่มตัวอย่าง และเก็บรวบรวมข้อมูล โดยผู้วิจัยประสานงานกับอาจารย์ผู้สอนในคณะศิลปศาสตร์ และต่างคณะ เพื่อขอความร่วมมือในส่งลิงค์แบบสอบถามออนไลน์ครั้งนี้แก่นักศึกษาที่อาจารย์เป็นผู้สอนโดยตรง โดยกำหนดไม่ให้ซ้ำสาขา ชั้นปี และกลุ่มเรียน ช่วงเวลาในการแจกแบบสอบถามอยู่ระหว่างวันที่ 3 มกราคม 2565 ถึง 31 มกราคม 2565 ได้รับการตอบรับในการตอบแบบสอบถามทั้งสิ้น 390 ฉบับ

2.4 การจัดทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

คณะผู้วิจัยดำเนินการจัดทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูลตามขั้นตอน ดังนี้

1. นำแบบสอบถามตอนที่ 1 มาแจกแจงความถี่ และหาค่าร้อยละ
 2. นำแบบสอบถามตอนที่ 2 ซึ่งเป็นคำถามเลือกตอบมาแจกแจงความถี่ และหาค่าร้อยละ ส่วนคำถามแบบเลือกตอบตามระดับการใช้แบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ เพื่อคำนวณหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยกำหนดค่าคะแนน ดังนี้

มากที่สุด	หมายถึง 5 คะแนน
มาก	หมายถึง 4 คะแนน
ปานกลาง	หมายถึง 3 คะแนน
น้อย	หมายถึง 2 คะแนน
น้อยที่สุด	หมายถึง 1 คะแนน

จากนั้นนำข้อมูลทั้งหมดมาคำนวณหาค่าเฉลี่ยเป็นรายข้อ และรายด้าน โดยใช้อัตราการแปลผล ดังนี้

ค่าเฉลี่ย	4.50 – 5.00	แสดงว่าตรงกับระดับการใช้มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	3.50 – 4.49	แสดงว่าตรงกับระดับการใช้มาก
ค่าเฉลี่ย	2.50 – 3.49	แสดงว่าตรงกับระดับการใช้ปานกลาง
ค่าเฉลี่ย	1.50 – 2.49	แสดงว่าตรงกับระดับการใช้น้อย
ค่าเฉลี่ย	1.00 – 1.49	แสดงว่าตรงกับระดับการใช้น้อยที่สุด

3. นำแบบสอบถามตอนที่ 3 แบบสอบถามปัญหาและข้อเสนอแนะในการเปิดรับสารสนเทศทางสื่อออนไลน์ ซึ่งเป็นคำถามปลายเปิด มาแจกแจงความถี่ และหาค่าร้อยละ

4. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 ค่าสถิติพื้นฐาน

- 4.1.1 ค่าร้อยละ (Percentage)
- 4.1.2 ค่าเฉลี่ย (Mean)
- 4.2 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation)

3. ผลการวิจัยและอภิปรายผล

1. พฤติกรรมการใช้สื่อออนไลน์เพื่อเปิดรับสารสนเทศ

ค่าร้อยละพฤติกรรมการใช้สื่อออนไลน์เพื่อเปิดรับสารสนเทศ ปรากฏผลดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าร้อยละพฤติกรรมการใช้สื่อออนไลน์เพื่อรับสารสนเทศ

พฤติกรรมการใช้สื่อออนไลน์เพื่อรับสารสนเทศ	จำนวน	ร้อยละ
1. เครื่องมือที่ใช้เพื่อเปิดรับสารสนเทศทางสื่อออนไลน์		
โทรศัพท์มือถือ (Smartphone)	278	71.28
โน้ตบุ๊ก (Notebook)	37	9.49
เครื่องคอมพิวเตอร์ (PC, MAC, Laptop)	33	8.42
ไอแพด แท็บเล็ต (iPad, Tablet)	42	10.77
รวม	390	100.00
2. ความถี่ในการเปิดรับสารสนเทศทางสื่อออนไลน์ต่อสัปดาห์		
ทุกวัน	352	90.26
5-6 วันต่อสัปดาห์	19	4.87
3-4 วันต่อสัปดาห์	18	4.61
1-2 วันต่อสัปดาห์	1	0.26
รวม	390	100.00
3. ระยะเวลาโดยเฉลี่ยต่อครั้งในการเปิดรับสารสนเทศทางสื่อออนไลน์		
น้อยกว่า 30 นาทีต่อครั้ง	6	1.54
31 นาที-1 ชั่วโมงต่อครั้ง	27	6.92
1.01-2 ชั่วโมงต่อครั้ง	31	7.95
2.01-4 ชั่วโมงต่อครั้ง	47	12.05
มากกว่า 4 ชั่วโมงต่อครั้ง	279	71.54
รวม	390	100.00

จากตารางที่ 1 แสดงให้เห็นว่า นักศึกษาส่วนใหญ่ใช้โทรศัพท์มือถือ (Smartphone) เพื่อเปิดรับสารสนเทศทางสื่อออนไลน์ ร้อยละ 71.28 โดยเปิดรับสารสนเทศทางสื่อออนไลน์ทุกวันตลอดสัปดาห์ร้อยละ 90.26 มีระยะเวลาโดยเฉลี่ยต่อครั้งในการเปิดรับสารสนเทศทางสื่อออนไลน์มากกว่า 4 ชั่วโมงต่อครั้ง ร้อยละ 71.54

จากพฤติกรรมการใช้สื่อออนไลน์เพื่อรับสารสนเทศ พบว่านักศึกษาเปิดรับสารสนเทศทางสื่อออนไลน์ทุกวันตลอดสัปดาห์ โดยมีระยะเวลาเฉลี่ยต่อครั้งในการเปิดรับสารสนเทศทางสื่อออนไลน์มากกว่า 4 ชั่วโมงต่อครั้ง ทั้งนี้เนื่องจากระยะเวลาดังกล่าวเป็นช่วงเวลาที่นักศึกษาส่วนใหญ่มีความจำเป็นต้องเรียนออนไลน์แทนการเรียนในห้องเรียน เนื่องจากสถานการณ์โควิด-19 ตามมาตรการความปลอดภัยของภาครัฐบาลด้วยการปิดสถานศึกษาให้ทำการเรียนการสอนแบบออนไลน์ ซึ่งในแต่ละครั้งที่เข้าเรียนจะใช้เวลาเฉลี่ย 2-3 ชั่วโมงต่อรายวิชา และในแต่ละวันจะเรียนโดยเฉลี่ย 2 รายวิชา โดยมีเวลาพักอย่างน้อย 1 ชั่วโมงก่อนเริ่มเรียนวิชาใหม่ ในระหว่างเวลาพักจะเป็นเวลาที่นักศึกษาสามารถเข้าถึงสื่อออนไลน์ อื่น ๆ ที่ไม่เกี่ยวข้องกับการเรียน หรืออาจเปิดลิงค์ห้องเรียนออนไลน์เพื่อเตรียมตัวไว้ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของกวิทธิ ศรีสฤทธ์ และนุจรี บุรีรัตน์ (2559 : 40) พบว่า นักศึกษามีพฤติกรรมการใช้งาน และเปิดรับข่าวสารบนเครือข่ายสื่อสังคมออนไลน์ทุกวัน โดยใช้งาน 4-6 ชั่วโมงต่อวัน

2. ประเภทของสื่อออนไลน์ที่ใช้เพื่อเปิดรับสารสนเทศ

ระดับประเภทของสื่อออนไลน์ที่ใช้เพื่อเปิดรับสารสนเทศ ปรากฏผลดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ระดับประเภทของสื่อออนไลน์ที่ใช้เพื่อเปิดรับสารสนเทศ

ประเภทของสื่อออนไลน์ที่ใช้เพื่อเปิดรับสารสนเทศ	\bar{X}	S.D	ระดับการใช้
1. Facebook	3.50	1.34	มาก
2. YouTube	4.25	0.83	มาก
3. Instagram	3.98	1.19	มาก
4. Twitter	2.60	1.58	ปานกลาง
5. Tik Tok	3.39	1.68	ปานกลาง
6. Pinterest	2.28	1.48	น้อย
7. WeChat	1.02	1.35	น้อยที่สุด
8. Line	4.77	0.44	มากที่สุด
9. Messenger	4.55	0.52	มากที่สุด
รวมทั้งสิ้น	3.37	0.45	ปานกลาง

จากตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่า ประเภทของสื่อออนไลน์ที่นักศึกษาใช้เพื่อเปิดรับสารสนเทศ โดยรวมอยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{X} = 3.37$) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่า ประเภทของสื่อออนไลน์ที่นักศึกษาใช้เพื่อเปิดรับสารสนเทศมากที่สุด คือ Line ซึ่งมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.77$) รองลงมา คือ Messenger ซึ่งมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.55$) และ YouTube ซึ่งมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.25$)

จากประเภทของสื่อออนไลน์ที่นักศึกษาใช้เพื่อเปิดรับสารสนเทศ โดยรวมอยู่ในระดับปานกลาง โดยประเภทของสื่อออนไลน์ที่นักศึกษาใช้เพื่อเปิดรับสารสนเทศมากที่สุด คือ Line รองลงมา คือ Messenger จะเห็นได้ว่าสื่อออนไลน์ทั้ง 2 ประเภทนี้ใช้สำหรับติดต่อสื่อสารระหว่างบุคคล หรือกลุ่มบุคคล หรือหน่วยงาน เพื่อติดต่อสื่อสาร สร้างความสัมพันธ์ และสร้างข้อมูลและแลกเปลี่ยนข้อมูล เพื่อแบ่งปันข้อมูลซึ่งกันและกัน ทั้งในบทบาทของผู้รับสาร และผู้ส่งสาร ทั้งนี้การใช้ Line และ Messenger ของนักศึกษาอาจเกิดจากแรงจูงใจ เพื่อสร้างความสัมพันธ์กับบุคคลอื่นๆ ผ่านการสนทนา และการใช้สื่อออนไลน์เป็นเพื่อนในช่วงเวลาที่ต้องการพูดคุย หรือรับความคิดเห็นจากบุคคลอื่นๆ รวมถึงการแสดงความคิดเห็นต่อบุคคลอื่น ๆ (McQuail, Blumler and Brown. 1972 อ้างอิงใน กาญจนา แก้วเทพ และ นิคม ชัยขุนพล. 2556 : 161-162) นอกจากนี้ Line และ Messenger ยังช่วยให้นักศึกษาสนุกกับการพูดคุย และแลกเปลี่ยนความคิดเห็นมากขึ้น เนื่องจากมีบริการให้สามารถใช้สติกเกอร์ และอีโมจิแสดงความรู้สึกต่างๆ แทนข้อความ รวมทั้งสามารถส่งข้อมูล ข่าวสาร สารสนเทศในรูปแบบของไฟล์เอกสาร ภาพ และเสียงได้อีกด้วยทำให้ง่ายต่อการใช้งาน ซึ่งสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเปิดรับสารสนเทศทางสื่อออนไลน์ของนักศึกษา โดยวัตถุประสงค์ที่ทำให้ใช้มากที่สุด คือ การติดต่อสื่อสาร และหรือการสนทนา

3. วัตถุประสงค์การเปิดรับสารสนเทศทางสื่อออนไลน์

ระดับวัตถุประสงค์การเปิดรับสารสนเทศทางสื่อออนไลน์ ปรากฏผลดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ระดับวัตถุประสงค์การเปิดรับสารสนเทศทางสื่อออนไลน์

วัตถุประสงค์การเปิดรับสารสนเทศทางสื่อออนไลน์	\bar{X}	S.D	ระดับการใช้
1. การโชว์ และหรือแชร์ผลงาน เรื่องราวของตนเอง	2.98	1.26	ปานกลาง
2. การโชว์ และหรือแชร์ผลงาน เรื่องราวของคนอื่นที่ตนเองสนใจ	3.49	1.16	ปานกลาง
3. การติดตามเรื่องราวต่าง ๆ ที่น่าสนใจในปัจจุบัน	4.18	0.86	มาก
4. การร่วมทำกิจกรรม เช่น การอบรม การกุศล การโหวต เป็นต้น	2.56	1.14	ปานกลาง
5. การเพิ่มประสบการณ์เสมือนจริง เช่น การเล่นเกม การเรียนออนไลน์ การอบรมเชิงปฏิบัติการ เป็นต้น	3.00	1.16	ปานกลาง
6. การติดต่อสื่อสาร และหรือการสนทนา	4.41	0.91	มาก
7. การใช้เป็นช่องทางในการทำงาน เช่น การซื้อ-ขายออนไลน์ การลงทุนทางการเงิน เป็นต้น	3.70	1.28	มาก
รวมทั้งสิ้น	3.47	0.16	ปานกลาง

จากตารางที่ 3 แสดงให้เห็นว่า นักศึกษามีวัตถุประสงค์การเปิดรับสารสนเทศทางสื่อออนไลน์ โดยรวมอยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{X} = 3.47$) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่า นักศึกษามีวัตถุประสงค์การเปิดรับสารสนเทศสื่อออนไลน์มากที่สุด คือ การติดต่อสื่อสาร และหรือการสนทนา ซึ่งมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.41$) รองลงมา คือ การติดตามเรื่องราวต่าง ๆ ที่น่าสนใจ

ในปัจจุบัน และการใช้เป็นช่องทางในการทำงาน เช่น การซื้อ-ขายออนไลน์ การลงทุนทางการเงิน เป็นต้น ซึ่งมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.18$ และ $\bar{X} = 3.70$ ตามลำดับ)

จากวัตถุประสงค์การเปิดรับสารสนเทศทางสื่อออนไลน์ของนักศึกษา โดยรวมอยู่ในระดับปานกลาง โดยนักศึกษามีวัตถุประสงค์การเปิดรับสารสนเทศทางสื่อออนไลน์มากที่สุด คือ การติดต่อสื่อสาร และหรือสนทนา ทั้งนี้สืบเนื่องจากประเภทการใช้สื่อออนไลน์เพื่อเปิดรับสารสนเทศของนักศึกษามากที่สุดที่ คือ Line รองลงมา คือ Messenger ซึ่งมีระดับการใช้อยู่ในระดับมากที่สุด โดย Line และ Messenger เป็นสื่อออนไลน์ที่เหมาะสมอย่างยิ่งในการติดต่อสื่อสาร และหรือการสนทนาทั้งในประเทศและต่างประเทศสามารถติดตั้งได้ง่าย และสามารถใช้งานผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตโดยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มเติม ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของพรพรรณ จันทร์แดง (2559 : 44) พบว่านิสิตมีพฤติกรรมการใช้สื่อสังคมออนไลน์ เพื่อการสนทนา หรือแสดงความคิดเห็น

4. รูปแบบสารสนเทศที่เปิดรับจากสื่อออนไลน์

ระดับรูปแบบสารสนเทศที่เปิดรับจากสื่อออนไลน์ ปรากฏผลดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ระดับรูปแบบสารสนเทศที่เปิดรับจากสื่อออนไลน์

รูปแบบสารสนเทศที่เปิดรับจากสื่อออนไลน์	\bar{X}	S.D	ระดับการใช้
1. ข่าวสาร	3.79	0.82	มาก
2. ความรู้ทั่วไป	3.95	0.75	มาก
3. ความรู้เชิงวิชาการ	3.16	1.10	ปานกลาง
4. ความบันเทิง	4.54	0.65	มากที่สุด
5. การแสดงความคิดเห็น และหรือสนทนา	2.86	1.24	ปานกลาง
6. การโฆษณา และหรือการประชาสัมพันธ์	2.71	1.26	ปานกลาง
7. คลิปการสอน และหรือการอธิบายวิธีการทำ	3.26	1.18	ปานกลาง
รวมทั้งสิ้น	3.47	0.25	ปานกลาง

จากตารางที่ 4 แสดงให้เห็นว่า รูปแบบสารสนเทศที่นักศึกษาเปิดรับจากสื่อออนไลน์โดยรวมอยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{X} = 3.47$) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่า รูปแบบสารสนเทศที่นักศึกษาเปิดรับจากสื่อออนไลน์มากที่สุด คือ ความบันเทิง ซึ่งมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.54$) รองลงมา คือ ความรู้ทั่วไป และข่าวสาร ซึ่งมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 3.95$ และ $\bar{X} = 3.79$ ตามลำดับ)

จากรูปแบบสารสนเทศที่นักศึกษาเปิดรับจากสื่อออนไลน์โดยรวมอยู่ในระดับปานกลาง โดยรูปแบบสารสนเทศที่นักศึกษาเปิดรับจากสื่อออนไลน์มากที่สุด คือ ความบันเทิง ทั้งนี้ด้วยคุณลักษณะการสื่อสารผ่านระบบออนไลน์ที่นักศึกษาสามารถเป็นทั้งผู้รับสาร และผู้ส่งสารที่สามารถสร้างสรรค์ผลงานเพื่อเผยแพร่ และแบ่งปันแก่ผู้อื่นที่สนใจในเรื่องเดียวกันได้อย่างง่ายดายจากประโยชน์ของสื่อออนไลน์ทำให้นักศึกษาสามารถเข้าถึงความบันเทิงจากแอปพลิเคชัน YouTube, TikTok, Instagram, Facebook เป็นต้น ซึ่งสามารถเข้าถึงได้ทุกกลุ่มโดยไม่ข้อจำกัด และยังสามารถเข้าถึงได้ตลอดเวลา รวมทั้งสามารถดูซ้ำๆ ได้ตามความต้องการ ทำให้สะดวก และรวดเร็ว ประกอบกับวัยของนักศึกษาที่อยู่ใน Generation C ที่มีลักษณะเด่นคือ การให้ความสนใจต่อเทคโนโลยีสื่อสารจนถึงขั้นเสพติด จะมีการอัปเดตสารสนเทศที่สนใจตลอดเวลา ติดตามและเฝ้าดูความเคลื่อนไหวต่างๆ ผ่านคลิปต่างๆ ใน YouTube, TikTok สื่อออนไลน์เปรียบเสมือนส่วนหนึ่งของชีวิตที่ขาดหายไป (กุลธิดา ธรรมวิวัฒน์. 2562 : 23) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของพรพรรณ จันทร์แดง (2559 : 44) พบว่า นิสิตมีทัศนคติต่อสื่อสังคมออนไลน์เกี่ยวกับการได้รับความสนุกสนานมากที่สุด และสอดคล้องกับการศึกษาของอังศณา ณ สงขลา (2560 :1009) พบว่า นักศึกษาเลือกรับข่าวสารประเภทบันเทิงมากที่สุด

5. เนื้อหาที่เปิดรับจากสื่อออนไลน์

ระดับเนื้อหาที่เปิดรับจากสื่อออนไลน์ ปรากฏผลดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ระดับเนื้อหาที่เปิดรับจากสื่อออนไลน์

เนื้อหาที่เปิดรับจากสื่อออนไลน์	\bar{X}	S.D	ระดับการใช้
1. เนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับสาขาวิชาที่กำลังเรียน	3.47	0.92	ปานกลาง
2. เนื้อหาที่กำลังเป็นประเด็นน่าสนใจในปัจจุบัน	3.99	0.84	มาก
3. ดนตรี เนื้อเพลง ทำนองเพลง	4.00	1.07	มาก
4. ภาพยนตร์ ละคร	4.18	0.97	มาก
5. ข่าวสารด้านเศรษฐกิจ สังคม การเมือง การศึกษา เป็นต้น	3.57	1.01	มาก
6. การลงทุน การทำธุรกิจ	2.98	1.26	ปานกลาง
7. การดูแลสุขภาพ และความงาม	3.51	1.10	มาก
8. การทำอาหาร ขนม เครื่องดื่ม	3.52	1.12	มาก
9. การเกษตร เช่น การปลูกต้นไม้ ดอกไม้ ผัก เป็นต้น	2.76	1.30	ปานกลาง
10. การกีฬา และการออกกำลังกาย	2.83	1.42	ปานกลาง
11. เกม	3.42	1.48	ปานกลาง
รวมทั้งสิ้น	3.47	0.20	ปานกลาง

จากตารางที่ 5 แสดงให้เห็นว่า เนื้อหาที่นักศึกษาเปิดรับจากสื่อออนไลน์ โดยรวมอยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{X} = 3.47$) เมื่อพิจารณาเป็นรายพบว่า เนื้อหาที่นักศึกษาเปิดรับจากสื่อออนไลน์มากที่สุด คือ ภาพยนตร์ ละคร ซึ่งมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.18$) รองลงมา คือ ดนตรี เนื้อเพลง ทำนองเพลง และเนื้อหาที่กำลังเป็นประเด็นน่าสนใจในปัจจุบัน ซึ่งมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.00$ และ $\bar{X} = 3.99$ ตามลำดับ)

จากเนื้อหาที่นักศึกษาเปิดรับจากสื่อออนไลน์ โดยรวมอยู่ในระดับปานกลาง โดยเนื้อหาที่นักศึกษาเปิดรับจากสื่อออนไลน์มากที่สุด คือ ภาพยนตร์ ละคร และรองลงมาคือ ดนตรี เนื้อเพลง ทำนองเพลง ซึ่งสอดคล้องกับรูปแบบสารสนเทศที่นักศึกษาเปิดรับจากสื่อออนไลน์มากที่สุดคือ ความบันเทิง โดยเนื้อหาดังกล่าวสามารถเข้าถึงได้ง่ายมีหลากหลายสไตล์ให้นักศึกษาเลือกได้ตามความชอบ ความสนใจของแต่ละคน ทั้งนี้การเปิดรับเนื้อหาจากสื่อออนไลน์จะขึ้นอยู่กับความต้องการ ทัศนคติ เป้าหมาย ความสามารถ การใช้ประโยชน์ สถานการณ์ และประสบการณ์และนิสัย (Hunt and Ruben. 1993 อ้างอิงใน สุภวัฒน์ สงวนงาม. 2557 : 12-13) สำหรับเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับภาพยนตร์ ละคร ดนตรี เนื้อเพลง และทำนองเพลงที่นักศึกษาเปิดรับเป็นการแสดงให้เห็นถึงความต้องการที่ต้องการให้เห็นถึงรสนิยม และการยอมรับทางสังคมในกลุ่มที่สัมพันธ์กันอยู่จะได้ สนทนา แสดงความคิดเห็นไปในทิศทางเดียวกัน รวมถึงการแสดงให้เห็นถึงทัศนคติ และค่านิยมของตนเองเมื่อต้องอยู่ภายในกลุ่ม โดยมีเป้าหมายและการใช้ประโยชน์ในการเข้าสังคม การที่จะเป็นที่ยอมรับและน่าสนใจจำเป็นต้องมีความรู้ในเรื่องนั้น ๆ นอกจากการสร้างความสัมพันธ์ และการยอมรับแล้ว ภาพยนตร์ ละคร และดนตรี จะเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่นักศึกษาสามารถใช้เพื่อหลีกเลี่ยงจากกิจกรรมประจำวันที่ต้องเรียนตลอดทั้งวัน เพื่อผ่อนคลายจากความเครียดจากการเรียนออนไลน์ และเพื่อหลีกเลี่ยงการสมาคม เช่น การดูภาพยนตร์ หรือฟังเพลงในรถประจำทาง เพื่อหลีกเลี่ยงความรำคาญใจจากคนรอบข้าง

4. สรุปผลการวิจัย

จากการวิจัย สามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. ข้อมูลทั่วไปของนักศึกษา

นักศึกษาส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงร้อยละ 68.46 กำลังศึกษาในชั้นปีที่ 1 ร้อยละ 56.67 ในคณะบริหารธุรกิจร้อยละ 32.31

2. พฤติกรรมการใช้สื่อออนไลน์เพื่อเปิดรับสารสนเทศ

นักศึกษาส่วนใหญ่ใช้โทรศัพท์มือถือ (Smartphone) เพื่อเปิดรับสารสนเทศทางสื่อออนไลน์ ร้อยละ 71.28 โดยเปิดรับสารสนเทศทางสื่อออนไลน์ทุกวันตลอดสัปดาห์ร้อยละ 90.26 มีระยะเวลาโดยเฉลี่ยต่อการครั้งในการเปิดรับสารสนเทศทางสื่อออนไลน์มากกว่า 4 ชั่วโมงต่อครั้ง ร้อยละ 71.54

ประเภทของสื่อออนไลน์ที่นักศึกษาใช้เพื่อเปิดรับสารสนเทศมากที่สุด คือ Line รองลงมา คือ Messenger และ YouTube

นักศึกษาที่มีวัตถุประสงค์การเปิดรับสารสนเทศทางสื่อออนไลน์ มากที่สุด คือ การติดต่อสื่อสาร และหรือการสนทนา รองลงมา คือ การติดตามเรื่องราวต่าง ๆ ที่น่าสนใจในปัจจุบัน และการใช้เป็นช่องทางในการทำงาน เช่น การซื้อ-ขายออนไลน์ การลงทุนทางการเงิน เป็นต้น

รูปแบบสารสนเทศที่นักศึกษาเปิดรับจากสื่อออนไลน์มากที่สุด คือ ความบันเทิง รองลงมา คือ ความรู้ทั่วไป และข่าวสาร

เนื้อหาที่นักศึกษาเปิดรับจากสื่อออนไลน์มากที่สุด คือ ภาพยนตร์ ละคร รองลงมา คือ ดนตรี เนื้อเพลง ทำนองเพลง และเนื้อหาที่กำลังเป็นประเด็นน่าสนใจในปัจจุบัน

3. ปัญหาในการเปิดรับสารสนเทศทางสื่อออนไลน์

จากจำนวนนักศึกษาที่ตอบทั้งหมด 106 คน พบว่านักศึกษาส่วนใหญ่พบปัญหาในการเปิดรับสารสนเทศทางสื่อออนไลน์มากที่สุดคือ การเสพติดสื่อ ซึ่งส่งผลต่อสุขภาพกาย และจิตใจ เช่น ความเครียด ออฟฟิศซินโดรม ตาพร่ามัวชั่วคราว นอนไม่พอ เป็นต้น ร้อยละ 34.90 รองลงมาคือ การได้รับเนื้อหาบิดเบือนข้อเท็จจริง นำเสนอเนื้อหาเพียงมุมมองเดียว ร้อยละ 32.07 และการได้รับเนื้อหาจากสื่อที่ไร้ประโยชน์ ขาดการกลั่นกรอง ร้อยละ 9.43

ข้อเสนอแนะเพื่อพัฒนาการเปิดรับสารสนเทศทางสื่อออนไลน์ของนักศึกษามีดังนี้

1. จากผลการวิจัย พบว่า รูปแบบสารสนเทศที่นักศึกษาเปิดรับจากสื่อออนไลน์มากที่สุด คือ ความบันเทิง ดังนั้น หากอาจารย์ผู้สอนมีความต้องการให้นักศึกษานสนใจเข้าถึงสารสนเทศในสื่อการเรียนการสอน อาจต้องปรับรูปแบบการนำเสนอจากเนื้อหาแบบตรงไปตรงมา โดยเพิ่มลูกเล่นและสีสัน มีภาพเคลื่อนไหว มีเสียงดนตรีประกอบให้มีความบันเทิงมากขึ้น

2. จากผลการวิจัย พบว่า นักศึกษาเปิดรับสารสนเทศทางสื่อออนไลน์ทุกวัน ดังนั้นมหาวิทยาลัยควรมีนโยบายสนับสนุนการใช้สื่อออนไลน์ เพื่อการเรียนการสอนของนักศึกษาเพิ่มช่องทางการเข้าถึงสื่อออนไลน์ โดยจัดให้มีโปรแกรมที่สนับสนุนการเรียนการสอนออนไลน์ และการเข้าถึงสื่อออนไลน์ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเรียน และช่วยให้นักศึกษาสามารถเข้าถึงสารสนเทศ และใช้ประโยชน์สารสนเทศได้อย่างรวดเร็ว

3. จากการวิจัย พบว่า นักศึกษาส่วนใหญ่มีปัญหาในการเปิดรับสารสนเทศทางสื่อออนไลน์มากที่สุด คือ การเสพติดสื่อ ซึ่งส่งผลต่อสุขภาพกาย และจิตใจ รองลงมาคือ การได้รับเนื้อหาบิดเบือนข้อเท็จจริง นำเสนอเนื้อหาเพียงมุมมองเดียว ดังนั้นทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องต้องร่วมมือกันเร่งส่งเสริมให้ความรู้ เรื่องทักษะการใช้สื่อออนไลน์ให้แก่ักศึกษา เพื่อให้มีการรู้เท่าทันสื่อออนไลน์

5. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณคณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนครที่สนับสนุนงบประมาณในการทำวิจัยครั้งนี้

6. เอกสารอ้างอิง

กวิทธิ ศรีสุทธิ และนุจรีย์ บุรีรัตน์. 2559, มกราคม-มิถุนายน. “การเปิดรับข่าวสารบนเครือข่ายสื่อสังคมออนไลน์ของคณะเทคโนโลยีสื่อสารมวลชน”. วารสารวิชาการและวิจัย มทร.พระนคร. 1, 1 : 43-57.

กาญจนา แก้วเทพ และนิคม ชัยขุนพล. 2556. **คู่มือสื่อใหม่**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

กุลธิดา ธรรมวิวัฒน์. 2562. **รู้รอบด้านการนำเสนอ**. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี. 2562. **การเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 : สื่อสังคมออนไลน์**. สืบค้นเมื่อ 20 เมษายน 2564, จาก <http://sci.dru.ac.th/dir/files3>

พรพรรณ จันทร์แดง. 2559, พฤษภาคม -สิงหาคม. “พฤติกรรมการใช้สื่อสังคมออนไลน์ของนิสิตปริญญาตรี มหาวิทยาลัยพะเยา”. วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์มหาวิทยาลัยพะเยา. 4, 2 : 44-54.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร. 2564. สถิตินักศึกษาคงอยู่ ปีการศึกษา 2564. สืบค้นเมื่อ 15 พฤศจิกายน 2564, จาก <http://regis.rmutp.ac.th/wp-content/uploads/>

วราพร คำจับ. 2562, กรกฎาคม-ธันวาคม. “สื่อสังคมออนไลน์กับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 = Social Media for Teaching and Learning in the 21st Century”. วารสารศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 7, 2 : 143-159. สืบค้นเมื่อ 24 มกราคม 2564, จาก <https://so03.tci-thaijo.org/index.php/liberalartsjournal/article/download/232338/158697/>

- สุภวัฒน์ สงวนงาม. 2557. ปัจจัยที่ส่งผลต่อพฤติกรรม การเลือกรับชมรายการข่าวของสถานีโทรทัศน์ของผู้ชมในเขต กรุงเทพฯ. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเนชั่น.
- สิริลักษณ์ อุบลรัมย์. 2560. การเปิดรับสื่อ การแบ่งปันข้อมูล และการรู้เท่าทัน ข้อมูลด้านสุขภาพในสื่อสังคมออนไลน์. ปริญญาวารสารศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาสื่อสารมวลชน คณะวารสารศาสตร์และสื่อสารมวลชน มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- สำนักงานพัฒนาธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์. 2564. ETDA เผยผลสำรวจ IUB 63 คนไทยใช้เน็ตยังไม่ไหว เกือบครึ่งวัน โควิด-19 มีส่วน. สืบค้นเมื่อ 15 มีนาคม 2565, จาก <https://www.etda.or.th/th/newsevents/pr-news/ETDA-released-IUB-2020.aspx>
- อังศณา ณ สงขลา. 2560. พฤติกรรมกรับข่าวสารผ่านสื่อออนไลน์ของนักศึกษามหาวิทยาลัยหาดใหญ่สงขลา : มหาวิทยาลัยหาดใหญ่. สืบค้นเมื่อ 15 กุมภาพันธ์ 2564, จาก http://www.tnrr.in.th/2558/?page=result_search&record_id=10437324
- Cronbach, Lee J. 1970. *Essentials of Psychological Testing*. 3 rd ed. New York : Harper.
- Krejcie, Robert V. & Morgan, Daryle W. 1970. Autumn. "Determining Sample Size for Research Activities," *Journal of Educational and Psychological Measurement*. 30 : 607-610.

ผลการจัดการเรียนรู้เชิงรุกแบบทำงานเป็นทีมต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ของนักศึกษาวิชาชีพครู

The effect of Teamwork-based Active Learning on Learning Achievement Research for Learning Development Course for Internship Student Teachers

อัมภาภรณ์ พิรวณิชกุล^{1*}, สุนารี รชตรุจ¹, รุ่งอรุณ พรเจริญ¹, จริญญา เอียบสกุล² และ ณัฐวุฒิ นามบุตดี²
Umpaporn Prerawanichkul^{1*}, Sunaree Rachataruj¹, Rungaroon Porncharoen¹,
Jariya Iabsakul² and Nattawut Nambuddee

¹คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

²สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

¹Faculty of Industrial Education, Rajamangala University of Technology Phra Nakhon

²Office of Vocational Education Commission

*umpapom.p@mutp.ac.th, 089-5298246

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาวิชาชีพครู ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้เชิงรุกแบบทำงานเป็นทีม และ 2) ศึกษาเจตคติต่อการเรียนรู้เชิงรุกแบบทำงานเป็นทีมหลังเข้าร่วมกระบวนการเรียนรู้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาหลักสูตรประกาศนียบัตรบัณฑิต สาขาวิชาชีพครู จำนวน 70 คน ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร โดยการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้เชิงรุกแบบทำงานเป็นทีม แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบสอบถามวัดเจตคติต่อการเรียน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติค่าที ผลการวิจัยพบว่า นักศึกษาวิชาชีพครูที่เรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้เชิงรุกแบบทำงานเป็นทีมหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนรู้เชิงรุกแบบทำงานเป็นทีมอยู่ในระดับมาก ($\bar{x} = 4.33, S.D. = 0.57$)

คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้เชิงรุก การทำงานเป็นทีม วิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้

Abstract

The purposes of this research were 1) to compare the learning achievement of teaching profession students. before and after organizing active learning as a team and 2) to study the attitude towards active learning as a team after participating in the learning process. The sample consisted of graduate diploma students teacher professional, 70 people enrolled in research for learning development course, semester 2 academic year 2022, Faculty of Industrial Education, Rajamangala University of Technology Phra Nakhon by purposive sampling. The research tools were a team-based active learning plan, achievement test and a questionnaire to measure attitude towards learning. Statistics used in data analysis were mean, standard deviation and t-test. The results showed that Teacher professional students who learned with active learning with teamwork after learning were higher than before with statistical significance at the .01 level, and teacher professional students had a good attitude toward active learning with teamwork at a high level ($\bar{x} = 4.33, S.D. = 0.57$)

Keywords: Active Learning, Teamwork-based, Research for Learning Development

1. บทนำ

ศตวรรษที่ 21 การจัดการเรียนการสอนถูกปรับเปลี่ยนจากเน้นครูเป็นสำคัญเป็นเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ส่งผลให้การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่า ผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาเองได้ และผู้เรียนทุกคนมีความสำคัญที่สุด ดังนั้นกระบวนการจัดการศึกษาต้องเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มศักยภาพ (สมเกียรติ จูรอด, 2564) เกิดการเรียนรู้ที่ซับซ้อน เรียนเป็นทีม นำองค์ความรู้สู่การประยุกต์ใช้อย่างเข้าใจ สอดคล้องกับสมรรถนะวิชาชีพที่ผู้ประกอบการต้องมี สมรรถนะด้านความรู้ สมรรถนะด้านทักษะการจัดการเรียนรู้ สมรรถนะด้านคุณธรรม จริยธรรม และสมรรถนะในการดำรงชีวิตใน

ศตวรรษที่ 21 รวมถึงทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างเหมาะสม สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนประยุกต์ใช้ทักษะและเชื่อมโยงองค์ความรู้นำไปปฏิบัติเพื่อแก้ปัญหาหรือประกอบอาชีพในอนาคต

การเรียนรู้เชิงรุกจึงเป็นการจัดการเรียนการสอนที่นำวิธีการสอนและเทคนิคการสอนที่หลากหลายมาออกแบบแผนการสอนและกิจกรรมกระตุ้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในชั้นเรียน ส่งเสริมปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียน และผู้เรียนกับผู้สอน ทำให้ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีคุณลักษณะสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงในยุคศตวรรษที่ 21 ที่มุ่งเน้นการคิด การวิเคราะห์ การสื่อสาร และการทำงานร่วมกับผู้อื่น ในการสร้างองค์ความรู้ของตนเอง ซึ่งกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุกสามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจด้วยการนำเสนอกิจกรรมกระตุ้นความท้าทายของผู้เรียน มีการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนเรียนรู้ร่วมกันกับการทำงานเป็นทีม แลกเปลี่ยนความคิดเห็น และสามารถเชื่อมโยงความรู้เดิมสู่ความรู้ใหม่จากการปฏิบัติได้อย่างเหมาะสม

การทำงานเป็นทีมจึงถือเป็นทักษะที่สำคัญสำหรับผู้เรียนสามารถส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้จากการทำงานเป็นทีมร่วมกับผู้อื่นได้ ส่งผลให้เกิดการพัฒนาทักษะทางสังคม เกิดความคิดที่รอบคอบกว้างขวางมากขึ้น (ทิตนา แชมมณี, 2560) ประกอบกับสมรรถนะด้านทักษะชีวิตในศตวรรษที่ 21 ของวิชาชีพรู ซึ่งเป็นทักษะที่เกี่ยวข้องกับการใช้ชีวิตในสภาพสังคมยุคที่เปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว ผู้เรียนต้องมีการแสวงหาความรู้ตลอดเวลา และทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างเหมาะสมกับบทบาทหน้าที่ของตนเองสามารถออกไปเป็นบุคลากรที่ดีในสังคมได้อย่างมีความสุข ดังนั้นจึงทำให้การจัดการเรียนรู้แบบทำงานเป็นทีมเป็นการจัดการเรียนรู้ที่สมาชิกมีความสามารถต่างกัน 3-6 คน ทำงานร่วมกันและมีความรับผิดชอบในหน้าที่ของตนด้วยความตั้งใจ โดยถือว่าทุกคนสำคัญเท่าเทียมกัน ทำให้งานของกลุ่มดำเนินไปสู่จุดมุ่งหมายของงานได้อย่างลุล่วง

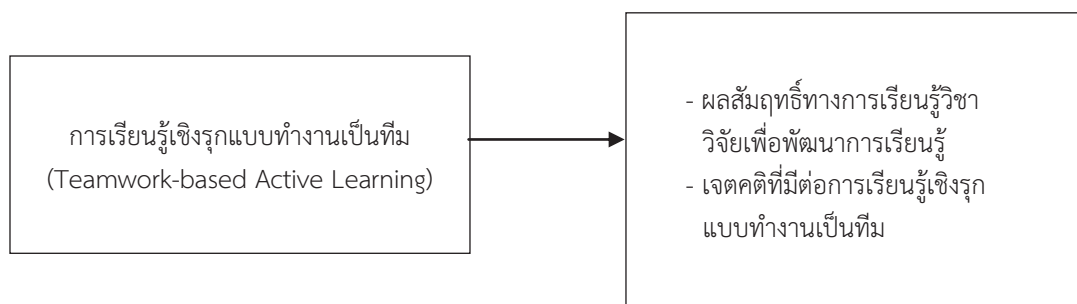
ด้วยเหตุผลดังกล่าว การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุกแบบทำงานเป็นทีมสามารถทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้ความเข้าใจ และคิดวิเคราะห์รายละเอียดเนื้อหาวิชาได้อย่างถูกต้องและลึกซึ้ง เกิดความคงทนถาวร สามารถเชื่อมโยงความรู้ได้เป็นอย่างดี เป็นผลสืบเนื่องมาจากการเรียนรู้ที่ผู้เรียนลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง อีกทั้งยังสามารถช่วยยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนให้สูงขึ้น และเกิดความพึงพอใจในรูปแบบการเรียนรู้ที่ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการลงมือกระทำมากกว่าการเรียนรู้แบบรับฟังเพียงอย่างเดียว ซึ่งการจัดการเรียนการสอนที่ผ่านมา พบว่า ผู้เรียนที่เรียนแบบรับฟังเพียงอย่างเดียวไม่ได้ลงมือปฏิบัติและมีส่วนร่วม นั้น ไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้ที่เกิดขึ้นสู่การปฏิบัติได้อย่างชัดเจน ทำให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ไม่ดีและไม่สามารถประยุกต์ใช้ในการประกอบอาชีพได้ ด้วยเหตุนี้ คณะผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะศึกษาผลการจัดการเรียนรู้เชิงรุกแบบทำงานเป็นทีมต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาวิชาชีพรู ซึ่งเป็นวิชาที่ผู้เรียนต้องทำงานร่วมกับผู้อื่น แก้ปัญหาอย่างเหมาะสม โดยเน้นการร่วมมือกันทำงานเป็นทีม ทั้งนี้เพื่อเป็นการปลูกฝังทัศนคติ ความคิดและค่านิยมในการทำงานให้สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นอันเป็นพื้นฐานสำคัญของการดำเนินชีวิต และสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของโลกในยุคปัจจุบันและในอนาคตต่อไป

1.1 วัตถุประสงค์การวิจัย

1.1.1 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ ของนักศึกษาวิชาชีพรูก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้เชิงรุกแบบทำงานเป็นทีม

1.1.2 เพื่อศึกษาเจตคติต่อการเรียนรู้เชิงรุกแบบทำงานเป็นทีมหลังเข้าร่วมกระบวนการเรียน วิชาวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้

1.2 กรอบแนวคิดในการวิจัย



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

2. วิธีดำเนินการวิจัย

คณะผู้วิจัยใช้รูปแบบการวิจัยกึ่งทดลองแบบกลุ่มเดียวทดสอบก่อนหลัง (One group Pretest-Posttest Design) ซึ่งมีขั้นตอนการดำเนินการวิจัย ดังนี้

2.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรในการศึกษาชั้นตอนนี้ ได้แก่ นักศึกษาหลักสูตรประกาศนียบัตรบัณฑิต สาขาวิชาชีวพศร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 162 คน โดยกลุ่มตัวอย่างคือนักศึกษาหลักสูตรประกาศนียบัตรบัณฑิต สาขาวิชาชีวพศรที่ลงทะเบียนเรียนวิชาวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ จำนวน 70 คน โดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

2.2.1 แผนการจัดการเรียนรู้ วิชาวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ จำนวน 13 แผน ซึ่งผู้วิจัยใช้การจัดการเรียนรู้เชิงรุกเน้นการทำงานเป็นทีม (Teamwork-based Active Learning) และกระบวนการเรียนรู้มากกว่าเนื้อหาวิชา ฝึกให้ผู้เรียนเชื่อมโยงความรู้และสร้างความรู้ได้ด้วยการลงมือปฏิบัติจริงผ่านกิจกรรมการเรียนรู้แบบทำงานเป็นทีม ซึ่งคณะผู้วิจัยเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ แผนการจัดการเรียนรู้นี้ได้ผ่านการหาคุณภาพด้านความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) จากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน แล้วนำผลการประเมินมาคำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Object Congruence: IOC) ผลการประเมินพบว่า ผู้เชี่ยวชาญให้ค่าดัชนีความสอดคล้องของเนื้อหาค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0.67 แสดงให้เห็นว่า แผนการจัดการเรียนรู้วิชาวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้มีคุณภาพเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด สามารถนำไปใช้ทดลองกับกลุ่มตัวอย่างได้อย่างมีคุณภาพ

2.2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้เป็นแบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 100 ข้อ ซึ่งทำการวิเคราะห์ค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.32-0.49 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.21-0.47 และมีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.79 แสดงให้เห็นว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสามารถนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างได้อย่างมีคุณภาพ

2.2.3 แบบสอบถามวัดเจตคติต่อการเรียนรู้เชิงรุกแบบทำงานเป็นทีมหลังเข้าร่วมกระบวนการเรียน วิชาวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ตามรูปแบบของลิเคิร์ต (Likert's Scale) แบบสอบถามความพึงพอใจแบ่งออกเป็น 4 ด้าน ได้แก่ ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านสื่อการสอน ด้านการทำงานเป็นทีม และด้านการวัดและประเมินผล ซึ่งทำการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Object Congruence: IOC) จากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน พบว่า ผู้เชี่ยวชาญให้ค่าดัชนีความสอดคล้องของเนื้อหาค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0.71 แสดงให้เห็นว่า แบบสอบถามมีคุณภาพเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

2.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

คณะผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่าง ดังนี้

1. ดำเนินการชี้แจงวัตถุประสงค์การจัดการเรียนรู้เชิงรุกแบบทำงานเป็นทีมให้กับกลุ่มตัวอย่าง และให้นักศึกษาทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ก่อนเรียน จำนวน 100 ข้อ
2. ทำการแบ่งกลุ่มเพื่อทำงานเป็นทีม โดยแบ่งกลุ่มละ 5-6 คน จากนั้นให้นักศึกษาเลือกประธานกลุ่ม
3. ดำเนินกระบวนการจัดการเรียนรู้เชิงรุกแบบทำงานเป็นทีมตลอด 13 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 4 ชั่วโมง และเมื่อจบกระบวนการเรียนรู้แต่ละครั้งจะให้นักศึกษาทำการสะท้อนกลับประเด็นปัญหาที่พบ และแนวทางแก้ไข เพื่อนำมาปรับปรุงการจัดการกิจกรรมครั้งต่อไป
4. เมื่อจบกระบวนการจัดการเรียนรู้เชิงรุกแบบทำงานเป็นทีมแต่ละหัวเรื่อง จะมีการประเมินผลการเรียนรู้ระหว่างเรียน (Formative Assessment) เพื่อดูพัฒนาการระหว่างเรียนของนักศึกษา
5. ภายหลังจากสิ้นสุดกระบวนการเรียนรู้แล้ว คณะผู้วิจัยให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้หลังเรียน จำนวน 100 ข้อ ซึ่งเป็นแบบทดสอบฉบับเดียวกันกับแบบทดสอบก่อนเรียน
6. หลังจากนักศึกษาทำแบบสอบถามวัดเจตคติต่อการเรียนรู้เชิงรุกแบบทำงานเป็นทีมหลังเข้าร่วมกระบวนการเรียน วิชาวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ จากนั้นนำข้อมูลมาวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

2.4 การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิจัย

ผลการจัดการเรียนรู้เชิงรุกแบบทำงานเป็นทีมต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ ของนักศึกษาวิชาชีวพศร การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ ของนักศึกษาวิชาชีวพศรก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้เชิงรุกแบบทำงานเป็นทีม ใช้การหาค่าเฉลี่ย (Mean) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) และทดสอบค่าที (Dependent t-test) และทำการแปลความหมายของค่าเฉลี่ยเจตคติ (บุญชม ศรีสะอาด, 2560) มีลักษณะดังนี้

- ค่าเฉลี่ย 4.51 – 5.00 หมายถึง มีเจตคติอยู่ในระดับมากที่สุด
- ค่าเฉลี่ย 3.51 – 4.50 หมายถึง มีเจตคติอยู่ในระดับมาก
- ค่าเฉลี่ย 2.51 – 3.50 หมายถึง มีเจตคติอยู่ในระดับปานกลาง
- ค่าเฉลี่ย 1.51 – 2.50 หมายถึง มีเจตคติอยู่ในระดับน้อย
- ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.50 หมายถึง มีเจตคติอยู่ในระดับน้อยที่สุด

3. ผลการวิจัยและอภิปรายผล

จากวัตถุประสงค์การวิจัย คณะผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ผลการวิจัยและอภิปรายผลได้ ดังนี้

3.1 ผลการวิจัย

3.1.1 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้อ่อนและหลังการจัดการเรียนรู้เชิงรุกแบบทำงานเป็นทีม

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาในกลุ่มตัวอย่าง คณะผู้วิจัยได้วิเคราะห์ค่าเฉลี่ย (\bar{x}) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($S. D.$) และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุกแบบทำงานเป็นทีม ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุกแบบทำงานเป็นทีม

การทดสอบ	n	\bar{x}	$S. D.$	t	p-value
ก่อนเรียน	70	55.87	34.69	1.667	.000**
หลังเรียน	70	77.31	22.93		

**มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตารางที่ 1 นักศึกษาวิชาชีพรูที่เรียนวิชาวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้อ่อนก่อนได้รับการเรียนรู้เชิงรุกแบบทำงานเป็นทีมเท่ากับ 55.87 และคะแนนเฉลี่ยหลังได้รับการเรียนรู้เชิงรุกแบบทำงานเป็นทีมเท่า 77.31 ซึ่งเมื่อทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า นักศึกษาวิชาชีพรูที่เรียนวิชาวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้อ่อนโดยการจัดการเรียนรู้เชิงรุกแบบทำงานเป็นทีมมีค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01

3.1.2 ผลการศึกษาเจตคติต่อการเรียนรู้เชิงรุกแบบทำงานเป็นทีมหลังเข้าร่วมกระบวนการเรียน วิชาวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้อ่อน

การศึกษาเจตคติต่อการเรียนรู้เชิงรุกแบบทำงานเป็นทีมครั้งนี้ ประกอบด้วย 4 ด้าน ได้แก่ ด้านกิจกรรมการเรียนรู้อ่อน ด้านสื่อการสอน ด้านการทำงานเป็นทีม และด้านการวัดและประเมินผล ซึ่งคณะผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บข้อมูลหลังจากเสร็จสิ้นการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้อ่อนเชิงรุกแบบทำงานเป็นทีม โดยทำการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย (\bar{x}) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($S. D.$) มีรายละเอียดดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการการศึกษาเจตคติต่อการเรียนรู้เชิงรุกแบบทำงานเป็นทีมจำแนกตามรายด้าน

ด้าน	\bar{x}	$S. D.$	แปลผล
ด้านกิจกรรมการเรียนรู้อ่อน	4.59	0.62	มากที่สุด
ด้านสื่อการสอน	3.89	0.53	มาก
ด้านการทำงานเป็นทีม	4.39	0.51	มาก
ด้านการวัดและประเมินผล	4.45	0.62	มาก
รวม	4.33	0.57	มาก

จากตารางที่ 2 การศึกษาเจตคติต่อการเรียนรู้เชิงรุกแบบทำงานเป็นทีมหลังเข้าร่วมกระบวนการเรียน วิชาวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้อ่อน พบว่า นักศึกษาวิชาชีพรูที่เข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้อ่อนเชิงรุกแบบทำงานเป็นทีม วิชาวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้อ่อนมีเจตคติอยู่ในระดับมาก ($\bar{x} = 4.33, S. D. = 0.57$) เมื่อพิจารณารายด้าน พบว่า ด้านที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดได้แก่

ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ ($\bar{x} = 4.59, S.D. = 0.62$) รองลงมาได้แก่ ด้านการวัดและประเมินผล ($\bar{x} = 4.45, S.D. = 0.62$) และด้านการทำงานเป็นทีม ($\bar{x} = 4.39, S.D. = 0.51$)

3.2 อภิปรายผล

3.2.1 นักศึกษาวิชาชีพครูที่เรียนวิชาวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้อยู่เชิงรุกแบบทำงานเป็นทีม มีค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 ทั้งนี้เนื่องมาจากการเรียนรู้เชิงรุกเป็นการมุ่งเน้นให้นักศึกษามีปฏิสัมพันธ์ในการเรียน สามารถสร้างและส่งเสริมองค์ความรู้ด้วยการลงมือปฏิบัติในทุก ๆ ด้าน และส่งเสริมให้มีกระบวนการทำงานเป็นกลุ่มจึงทำให้นักศึกษาเกิดทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น เกิดองค์ความรู้ที่คงทน (ภริมา วิธาสิทธิ์กุล และชนินันท์ แยมขวัญยืน, 2565) สอดคล้องกับแนวคิดทฤษฎีการเรียนรู้เชิงรุกที่เน้นบทบาทและการมีส่วนร่วมของผู้เรียนกระตุ้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในชั้นเรียน ส่งเสริมปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียนและผู้เรียนกับผู้สอน ดังนั้น การจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นพัฒนากระบวนการเรียนรู้ ส่งเสริมให้ผู้เรียนประยุกต์ใช้ทักษะ และเชื่อมโยงองค์ความรู้นำไปปฏิบัติเพื่อแก้ไขปัญหาหรือประกอบอาชีพในอนาคต และถือเป็นการจัดการเรียนรู้ประเภทหนึ่งที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีคุณลักษณะสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงในยุคปัจจุบัน (สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 35, 2562) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของคณะเยอะ อ่อนนาง (2564) ได้ทำการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้เชิงรุกที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะการจัดการเรียนรู้ และเจตคติต่อวิชาชีพครูของนักศึกษาวิชาชีพครู พบว่า นักศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักศึกษามีทักษะในการจัดการเรียนรู้เฉลี่ยโดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก แสดงให้เห็นว่า กระบวนการจัดการเรียนรู้เชิงรุกเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ทำให้มีส่วนร่วมและปฏิบัติสัมพันธ์ระหว่างกัน ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะต่าง ๆ ทั้งด้านความคิดวิเคราะห์ คิดสร้างสรรค์ อีกทั้งยังกระตุ้นให้ผู้เรียนรู้สึกมีส่วนร่วม มีความสนใจใฝ่เรียนรู้ และนำไปประยุกต์กับรายวิชาอื่น ๆ ได้

3.2.2 นักศึกษาวิชาชีพครูที่เข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุกแบบทำงานเป็นทีม วิชาวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้อยู่มีเจตคติอยู่ในระดับมาก ทั้งนี้เนื่องจากคณะผู้วิจัยมีการวางแผนการจัดการเรียนรู้เชิงรุกแบบทำงานเป็นทีมจึงทำให้นักศึกษามีโอกาสทำกิจกรรมร่วมกันอย่างเป็นระบบ อีกทั้งยังมีการจัดลำดับเนื้อหาสาระและฝึกปฏิบัติทักษะการทำวิจัยอย่างต่อเนื่องและสอดคล้องกันเหมาะสม ทำให้นักศึกษาสามารถนำเอาองค์ความรู้ภาคทฤษฎีมาเชื่อมโยงสู่การปฏิบัติได้อย่างชัดเจน ส่งผลทำให้นักศึกษาเห็นคุณค่าการประกอบวิชาชีพครูมากขึ้น ด้วยเหตุนี้จึงทำให้นักศึกษาวิชาชีพครูมีเจตคติที่ดีต่อวิชาชีพครู สอดคล้องกับงานวิจัยของสร้อยญา เนตรธานนท์ (2563) ได้ทำการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้เชิงรุกที่มีต่อพฤติกรรมการเรียนรู้และทัศนคติต่อการเรียนสำหรับนักศึกษาวิชาชีพครู พบว่า ก่อนเข้าร่วมกระบวนการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ผู้เรียนมีพฤติกรรมการเรียนรู้และทัศนคติต่อการเรียนอยู่ในระดับปานกลางและหลังจากเข้าร่วมกระบวนการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ผู้เรียนมีพฤติกรรมการเรียนรู้และทัศนคติต่อการเรียนอยู่ในระดับมากที่สุด ในภาพรวมนักศึกษามีเจตคติที่ดีต่อการประกอบวิชาชีพครู สะท้อนให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้เชิงรุกแบบทำงานเป็นทีมช่วยเสริมสร้างเจตคติที่ดีต่อวิชาชีพครูได้ และสอดคล้องกับแนวคิดของพรทิพย์ วงศ์ไพบูลย์ (2560) ที่ได้กล่าวถึงการเรียนรู้เชิงรุกและการมีส่วนร่วมของผู้เรียน เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างมีความหมายโดยการร่วมมือระหว่างผู้เรียนด้วยกัน ผู้เรียนสามารถแสวงหาความรู้ และประยุกต์ใช้ทักษะต่าง ๆ สร้างความเข้าใจด้วยตนเองจนเกิดเป็นทักษะการเรียนรู้ ซึ่งตรงกับเป้าหมายของการจัดการศึกษาที่เน้นให้ผู้เรียนได้รับประโยชน์สูงสุดในการจัดการเรียนการสอน

4. สรุป

ผลการจัดการเรียนรู้เชิงรุกแบบทำงานเป็นทีมต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้อยู่ของนักศึกษาวิชาชีพครูครั้งนี้ เป็นการจัดการเรียนรู้เชิงรุกที่เน้นการทำงานเป็นทีม (Teamwork-based Active Learning) และกระบวนการเรียนรู้มากกว่าเนื้อหาวิชา ฝึกให้ผู้เรียนเชื่อมโยงความรู้และสร้างความรู้ได้ด้วยการลงมือปฏิบัติจริงผ่านกิจกรรมการเรียนรู้แบบทำงานเป็นทีม ส่งผลให้นักศึกษาสาขาวิชาชีพครูที่มีความแตกต่างกันได้มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น มีการช่วยเหลือพึ่งพากันและกัน และมีความรับผิดชอบร่วมมือทั้งในตนเองและส่วนรวม จึงทำให้นักศึกษาเกิดความรู้และความเข้าใจ สามารถหาแนวทางแก้ปัญหาตามเป้าหมายที่วางไว้ได้ ซึ่งเป็นสมรรถนะวิชาชีพครูด้านทักษะชีวิตในศตวรรษที่ 21 ในการทำงานร่วมกับผู้อื่น สามารถปฏิบัติตนเป็นผู้นำหรือผู้ตามได้อย่างเหมาะสม

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนครที่ให้การสนับสนุนการวิจัยครั้งนี้ และขอขอบคุณนักศึกษาหลักสูตรประกาศนียบัตรบัณฑิต สาขาวิชาชีพครู คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลครั้งนี้

6. เอกสารอ้างอิง

คะเนาะ อ่อนนาง. (2564). ผลการจัดการเรียนรู้เชิงรุกที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะการจัดการเรียนรู้ และเจตคติต่อวิชาชีวคณของนักศึกษาวิชาชีวคณ. *ศึกษาศาสตร์สาร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่*, 5(2), 15-24.

พรทิพย์ วงศ์ไพบูลย์. (2560). การเรียนรู้เชิงรุกและการมีส่วนร่วมของผู้เรียน. *วารสารสถาบันวิจัยญาณสังวร*, 8(2), 327-336.

ทีศนา แคมมณี. (2560). *รูปแบบการเรียนการสอนทางเลือกที่หลากหลาย*. พิมพ์ครั้งที่ 9. กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภริมา วิธธาสิทธิ์กุล และชนินันท์ แย้มขวัญยืน. (2565). การเรียนรู้เชิงรุก: แนวทางการเรียนการสอนที่เป็นเลิศในศตวรรษที่ 21. *วารสารนวัตกรรมการศึกษาและการวิจัย*, 6(3), 921-933.

สมเกียรติ จูรอด. (2564). การจัดการเรียนรู้กับทักษะที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนในศตวรรษที่ 21. *วารสารภาวนาสารปริทัศน์*, 1(1), 25-36.

สรัญญา เนตรธานนท์. (2563). ผลการจัดการเรียนรู้เชิงรุกที่มีต่อพฤติกรรมการเรียนรู้และทัศนคติต่อการเรียนสำหรับนักศึกษาวิชาชีวคณ. *วารสารวิชาการศรีปทุม ชลบุรี*, 16(4), 100-110.

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 35. (2562). *แนวทางการจัดการเรียนรู้เชิงรุก*. สืบค้น 26 พฤศจิกายน 2565 จาก <http://www.sesalpglpn.go.th/wp-content/uploads/2019/12/book10-62.pdf>

พฤติกรรม การเปิดรับ ความพึงพอใจ และการนำไปใช้ประโยชน์ของผู้ชมรายการท่องเที่ยวผ่านยูทูป

Exposure, Satisfaction and Utility of the Audience of Tourist Program via YouTube

นิศากร ไพบูลย์สิน

สาขาวิชาเทคโนโลยีการโทรทัศน์และวิทยุกระจายเสียง คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
nisakorn.p@rmutp.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อศึกษาพฤติกรรมการเปิดรับสื่อความพึงพอใจและการใช้ประโยชน์ของผู้ชมรายการท่องเที่ยว ผ่านยูทูป 2) เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความพึงพอใจกับพฤติกรรมการเปิดรับสื่อของผู้ชมรายการท่องเที่ยว ผ่านยูทูป 3) เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความพึงพอใจกับการใช้ประโยชน์ของผู้ชมรายการท่องเที่ยวผ่านยูทูป โดยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 400 คน โดยใช้แบบสอบถามออนไลน์เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลและมีการทดสอบสมมติฐานโดยการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ซึ่งกำหนดค่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ผลการทดสอบสมมติฐานพบว่า 1) พฤติกรรมการเปิดรับรายการท่องเที่ยวจากยูทูป (Youtube) มีความสัมพันธ์กับความพึงพอใจจากการเปิดรับรายการท่องเที่ยวจากยูทูป (Youtube) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 2) พฤติกรรมการเปิดรับรายการท่องเที่ยวจากยูทูป (Youtube) มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการตัดสินใจท่องเที่ยว (การนำไปใช้ประโยชน์) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 3) ความพึงพอใจจากการเปิดรับรายการท่องเที่ยวจากยูทูป (Youtube) มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการตัดสินใจท่องเที่ยว (การนำไปใช้ประโยชน์) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติพบว่าถ้าผู้ชมรายการท่องเที่ยวมีความพึงพอใจจากการเปิดรับรายการท่องเที่ยว จากยูทูป (Youtube) มากขึ้นจะทำให้ผู้ชมรายการท่องเที่ยวมีพฤติกรรมการตัดสินใจท่องเที่ยว (การนำไปใช้ประโยชน์) มากขึ้น ในทางกลับกันถ้าผู้ชมรายการท่องเที่ยวมีความพึงพอใจจากการเปิดรับรายการท่องเที่ยวจากยูทูป (Youtube) น้อยลงจะทำให้ผู้ชมรายการท่องเที่ยวมีพฤติกรรมการตัดสินใจท่องเที่ยว (การนำไปใช้ประโยชน์) น้อยลง

Keywords: Media Exposure tourist program, Satisfaction of Media, Travel Decision-Making Behavior, YouTube

Abstract

The objectives of this research 1) To study the media exposure behavior, the satisfaction of media relations travel decision-making behavior. 2) To study the satisfaction of media relations tourist program toward the media exposure behavior 3) To study the satisfaction of media relations tourist program toward travel decision-making behavior. The sample population consisted of 400. By using online questionnaires to collect information. In hypothesis testing, statistical used Pearson's Co-efficient Analysis at statistical significance level of 0.05. The results of this research found 1) The media exposure of media relations tourist program positive effect on travel decision-making behavior at statistical significance. 2) The satisfaction of media relations tourist program positive effect on travel decision-making behavior at statistical significance. 3) The media exposure behavior relations tourist program positive effect on travel decision-making behavior at statistical significance. By variable the media exposure of tourist program, the media exposure behavior relations the satisfaction and the most satisfaction of tourist program relations effect on travel decision-making behavior.

Keywords: Media Exposure tourist program, Satisfaction of Media, Travel Decision-Making Behavior, YouTube

บทนำ

ปัจจุบันพฤติกรรมในการเปิดรับสื่อ และการใช้ประโยชน์จากการเปิดรับสื่อของผู้บริโภคนั้นได้เปลี่ยนแปลงไปตามยุคสมัย ประจวบกับการดำเนินชีวิตในยุคสมัยใหม่ที่มีความเปลี่ยนแปลงด้านเทคโนโลยี แหล่งข้อมูลข่าวสารส่งสารด้วยความสะดวกรวดเร็ว ทำให้ผู้บริโภคสามารถสืบหาความรู้เพื่อตอบสนองความต้องการและปรับตัวให้ทันต่อสิ่งที่เกิดขึ้นได้ภายในระยะเวลาอันสั้น นักท่องเที่ยวหรือผู้ที่เตรียมตัวจะเดินทางท่องเที่ยวจำนวนมาก นิยมใช้สื่ออินเทอร์เน็ตเพื่อการค้นหาข้อมูลและเพื่อเตรียมตัวในการเดินทาง รวมไปถึงการจองโรงแรม และการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ด้านการท่องเที่ยว (บัญญัติ พิลา, 2560) ยูทูป (Youtube) นับได้ว่าเป็นสื่อสังคมออนไลน์ ที่มีรูปแบบหรือลักษณะเป็นวิดีโอภาพเคลื่อนไหว จากรูปแบบลักษณะดังกล่าวส่งผลให้ยูทูป (Youtube) เป็นสื่อที่ได้รับความนิยมของคนทั่วโลก (Marketingoops, 2564) ยูทูปจึงเป็นอีกหนึ่งช่องทางสำคัญของสถานีโทรทัศน์ที่ทำให้ผู้ชมสามารถเลือกสิ่งที่ต้องการรับชมได้ตามใจชอบ และสามารถรับชมได้ทุกที่ ทุกเวลา (ปณชัย อารีเพิ่มพร, 2561) ดังนั้น ผู้วิจัยจึงต้องการศึกษาพฤติกรรมในการเปิดรับสื่อ ความพึงพอใจและการใช้ประโยชน์ของผู้ชมรายการท่องเที่ยวผ่านยูทูปโดยศึกษาว่าหลังจากที่ประชาชนได้เปิดรับรายการท่องเที่ยวผ่านยูทูป ผู้ชมรายการจะมีความพึงพอใจและส่งผลการนำไปใช้ประโยชน์จากสื่อมากน้อยแค่ไหนเพื่อจะได้นำผลการศึกษาไปใช้เป็นแนวทางพัฒนารายการท่องเที่ยวให้มีประสิทธิภาพและวางแผนในการใช้เทคโนโลยีสื่อสังคมออนไลน์ให้เกิดประโยชน์กับผู้ชมรายการ นอกจากนี้ยังสามารถดำเนินงานธุรกิจท่องเที่ยวเพื่อกระตุ้นให้เกิดการท่องเที่ยวเพิ่มขึ้น และประเทศชาติจะมีรายได้เข้าประเทศมากขึ้น

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาพฤติกรรมในการเปิดรับสื่อ ความพึงพอใจและการใช้ประโยชน์ของผู้รับชมรายการท่องเที่ยวผ่านยูทูป
2. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความพึงพอใจกับพฤติกรรมในการเปิดรับสื่อของผู้ชมรายการท่องเที่ยวผ่านยูทูป
3. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความพึงพอใจกับการใช้ประโยชน์ของผู้รับชมรายการท่องเที่ยวผ่านยูทูป

ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative Research) โดยกำหนดกลุ่มตัวอย่างคือประชาชนที่เปิดดูรายการท่องเที่ยวผ่านยูทูปเท่านั้นซึ่งใช้กลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 400 คนโดยใช้แบบสอบถาม (Questionnaire) เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นระบบวัดครั้งเดียว (One-Shot Descriptive Study)

การกำหนดกลุ่มตัวอย่างคือ ประชาชนที่เปิดรับชมรายการ การเลือกตัวอย่างใช้การสุ่มตัวอย่างโดยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purpostive Research) มีรูปแบบการวิจัยเชิงสำรวจ (Survey Research Method) โดยการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ใช้แบบสอบถาม (Questionnaire) เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลทำการเก็บตัวอย่างกับประชาชนที่เปิดดูรายการท่องเที่ยวผ่านยูทูปเท่านั้น การตรวจสอบความเที่ยงตรงของแบบสอบถามโดยผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบและให้ข้อเสนอแนะเพื่อการแก้ไขปรับปรุง จากนั้นได้นำไปทดสอบความเชื่อมั่น (Reliability) ตามสูตรของครอนบาค (Cronbach's Alpha) มีค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามโดยรวมเท่ากับ 0.932 แสดงว่าแบบสอบถามมีความน่าเชื่อถือ ทั้งนี้สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าความถี่ (Frequency) ค่าร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ส่วนสถิติในการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร ประกอบด้วย Pearson's Correlation

ผลการทดสอบสมมติฐาน

สมมติฐานการวิจัยที่ 1 พฤติกรรมในการเปิดรับรายการท่องเที่ยว จากยูทูป (Youtube) มีความสัมพันธ์กับความพึงพอใจจากการเปิดรับรายการท่องเที่ยว จากยูทูป (Youtube) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 พบว่า ค่า Sig (2-tailed) = 0.000 ซึ่งน้อยกว่าระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ 0.05 จึงปฏิเสธสมมติฐานว่าง (H_0) และยอมรับสมมติฐานทางเลือก (H_1) กล่าวคือ พฤติกรรมในการเปิดรับรายการท่องเที่ยว จากยูทูป (Youtube) มีความสัมพันธ์กับความพึงพอใจจากการเปิดรับรายการท่องเที่ยว จากยูทูป (Youtube) หมายถึงผู้ชมรายการท่องเที่ยวมีพฤติกรรมในการเปิดรับรายการท่องเที่ยว จากยูทูป (Youtube) มากขึ้น จะทำให้ผู้ชมรายการท่องเที่ยวมีความพึงพอใจจากการเปิดรับรายการท่องเที่ยว จากยูทูป (Youtube) มากขึ้น ผลการศึกษาพบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีพฤติกรรมในการเปิดรับรายการท่องเที่ยว จากยูทูป (Youtube) โดยรวมทั้งหมดอยู่ในระดับมาก คิดเป็นค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.11 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.50

สมมติฐานการวิจัยที่ 2 พฤติกรรมในการเปิดรับรายการท่องเที่ยว จากยูทูป (Youtube) มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการตัดสินใจท่องเที่ยว (การนำไปใช้ประโยชน์) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 พบว่า ค่า Sig (2-tailed) = 0.000 ซึ่งน้อยกว่าระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ 0.05 จึงปฏิเสธสมมติฐานว่าง (H_0) และยอมรับสมมติฐานทางเลือก (H_1) กล่าวคือ พฤติกรรมในการเปิดรับรายการท่องเที่ยว จากยูทูป (Youtube) มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการตัดสินใจท่องเที่ยว (การนำไปใช้

ประโยชน์) ถ้าผู้ชมรายการท่องเที่ยวมีพฤติกรรมกรรมการเปิดรับรายการท่องเที่ยว จากยูทูป (Youtube) มากขึ้น จะทำให้ผู้ชมรายการท่องเที่ยวมีพฤติกรรมการตัดสินใจท่องเที่ยว(การนำไปใช้ประโยชน์) มากขึ้น ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีความพึงพอใจจากการเปิดรับรายการท่องเที่ยว จากยูทูป (Youtube) โดยรวมทั้งหมดอยู่ในระดับมากที่สุด คิดเป็นค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.28 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.55

สมมติฐานการวิจัยที่ 3 ความพึงพอใจจากการเปิดรับรายการท่องเที่ยว จากยูทูป (Youtube) มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการตัดสินใจท่องเที่ยว(การนำไปใช้ประโยชน์) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 พบว่า ค่า Sig (2-tailed) = 0.000 ซึ่งน้อยกว่าระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ 0.05 จึงปฏิเสธสมมติฐานว่าง (H_0) และยอมรับสมมติฐานทางเลือก (H_1) กล่าวคือ ความพึงพอใจจากการเปิดรับรายการท่องเที่ยว จากยูทูป (Youtube) มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการตัดสินใจท่องเที่ยว(การนำไปใช้ประโยชน์) ถ้าผู้ชมรายการท่องเที่ยวมีความพึงพอใจจากการเปิดรับรายการท่องเที่ยว จากยูทูป (Youtube) มากขึ้น จะทำให้ผู้ชมรายการท่องเที่ยวมีพฤติกรรมการตัดสินใจท่องเที่ยว(การนำไปใช้ประโยชน์) มากขึ้น ผลการศึกษาพบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีพฤติกรรมการตัดสินใจท่องเที่ยว(การนำไปใช้ประโยชน์) โดยรวมทั้งหมดอยู่ในระดับมากที่สุด คิดเป็นค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.20 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.59

สรุปและอภิปรายผล

พฤติกรรมกรรมการเปิดรับชมรายการท่องเที่ยว ความพึงพอใจต่อรายการท่องเที่ยวและการใช้ประโยชน์ของผู้ชมรายการมีความสัมพันธ์กัน ทั้งพฤติกรรมกรรมการเปิดรับชมรายการท่องเที่ยว ความพึงพอใจต่อรายการท่องเที่ยวและการใช้ประโยชน์ของผู้ชมรายการ ทั้งนี้กลุ่มตัวอย่างของการศึกษาได้มุ่งไปที่รายการท่องเที่ยวจากสื่อยูทูป ดังนั้น**พฤติกรรมกรรมการเปิดรับชมรายการท่องเที่ยว** มีโอกาสเข้าถึงผู้ชมผ่านการเลือกดู เลือกฟัง เลือกสนใจข่าวสารเกี่ยวกับรายการท่องเที่ยวโดยเปิดรับสื่อยูทูปตามความต้องการและความสนใจของผู้ชมในทุกช่วงเวลาและทุกเนื้อหาย้อนหลังหรือปัจจุบัน ซึ่งพฤติกรรมกรรมการเปิดรับชมรายการท่องเที่ยวเป็นกลุ่มคนที่ชอบท่องเที่ยวและสนใจเรื่องราวเกี่ยวกับการท่องเที่ยว และการเปิดรับสื่อยูทูปในรายการท่องเที่ยวทำให้เกิดพฤติกรรมการตัดสินใจท่องเที่ยวตามมา จึงมีความสัมพันธ์สอดคล้องกับสมมติฐาน ได้แก่ ขั้นตอนแรกคือการเลือกเปิดรับสาร (Selective Exposure) บุคคลจะเลือกเปิดรับสื่อและข่าวสารจากช่องทางหรือแหล่งข้อมูล คือยูทูป ขั้นที่ 2 การเลือกให้ความสนใจ(Selective Attention) บุคคลมีแนวโน้มที่จะเลือกให้ความสนใจสารจากรายการท่องเที่ยวจากสื่อยูทูปตามความสนใจ ตามความคิดเห็นของตนเอง เพื่อสนับสนุนทัศนคติ และความเชื่อดั้งเดิมของบุคคล ขั้นที่ 3 การเลือกรับรู้และตีความหมาย (Selective Perception and Selective Interpretation) ผู้ชมสามารถเลือกรับรู้และเลือกตีความสารที่ได้รับในรายการท่องเที่ยวแต่ละรายการตามความสนใจหรือประสบการณ์ของแต่ละบุคคล และผู้ชมจะตีความสารที่ได้รับมาตามประสบการณ์ความเข้าใจหรือทัศนคติ ซึ่งแต่ละบุคคลจะตีความหมายที่แตกต่างกันออกไปตามสารที่ได้รับชม และขั้นที่ 4 คือการเลือกจดจำ (Selective Retention) เป็นขั้นสุดท้ายของการเปิดรับสาร เลือกสนใจ เลือกรับรู้และตีความข่าวสารตามที่ตนคิด และประสบการณ์ของแต่ละบุคคล ซึ่งสอดคล้องกับ Atkin (1973) กล่าวว่า การเลือกเปิดรับสื่อมีแนวโน้มที่จะเลือกเปิดรับสื่อที่สามารถจัดหามาได้และมีความสะดวกในการเปิดรับมากที่สุด รวมถึงเป็นสื่อที่ผู้รับสารเปิดรับเป็นประจำ และด้วยเทคโนโลยีต่างๆ จึงทำให้สื่อออนไลน์เป็นสื่อที่มีความสะดวกในการเข้าถึง สามารถติดตามได้ทุกช่วงเวลา เมื่อผู้ชมชมรายการท่องเที่ยวทางสื่อยูทูป หากมีความพึงพอใจจะเลือกจดจำเนื้อหาสาระของสารเป็นประสบการณ์ และนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป และมักจะจดจำในสิ่งที่ตนเองไม่สนใจหรือขัดแย้งกับ ความคิด ทัศนคติตนเอง

ความพึงพอใจต่อรายการท่องเที่ยวส่งผลทางบวกกับการนำรายการมาใช้ประโยชน์ในการตัดสินใจเดินทางท่องเที่ยว ไม่ว่าจะเป็นความทันสมัยของเนื้อหา ความถูกต้องของเนื้อหา ความสะดวกในการค้นหาและรูปแบบการนำเสนอที่มีความแปลกใหม่ เช่นคลิปวิดีโอ หรือการบอกเล่าด้วยภาพ มากกว่าการเขียนบรรยายข้อมูล นอกจากนี้พบว่าผู้ชมพึงพอใจจากปริมาณของเนื้อหาที่ไม่สั้นหรือยาวเกินไป ผู้ดูแลแฟนเพจบนยูทูปมีการโต้ตอบสื่อสารและให้ข้อมูลดี และการมีส่วนร่วมในรายการ มีการร่วมสนทนาคำตอบ หรือมีกิจกรรมการประกวด ภาพถ่ายวิดีโอของสถานที่ท่องเที่ยวในรายการ เพื่อชิงรางวัลหรือมีของตอบแทนสมนาคุณผู้ชม แสดงให้เห็นว่าการนำเสนอรายการท่องเที่ยวสามารถตอบสนองความต้องการและความคาดหวังของผู้ชมบนสื่อยูทูปตามที่พวกเขาได้คาดหวังไว้เพราะหากการตอบสนองนั้นไม่ได้เป็นไปตามที่บุคคลคนนั้นคาดหวังไว้ ความไม่พึงพอใจก็จะเกิดขึ้นอาจทำให้ผู้ชมเกิดทัศนคติในแง่ลบซึ่งจะส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพในการปฏิเสธการนำเสนอข้อมูลข่าวสารนั้น ๆ สอดคล้องกับ Kotler (2000) พบว่าความพึงพอใจเป็นความรู้สึกส่วนบุคคล ถ้าการรับรู้ต่อสิ่งที่ต้องการเหมาะสมกับความคาดหวังก็จะเกิดความพึงพอใจขึ้น

ความพึงพอใจด้านพฤติกรรมการตัดสินใจท่องเที่ยว(การนำไปใช้ประโยชน์)พบว่ากลุ่มตัวอย่างสนใจและมีความชื่นชอบที่จะท่องเที่ยว หลังจากเปิดรับรายการท่องเที่ยวบนสื่อยูทูป รายการท่องเที่ยวสื่อยูทูปมีส่วนช่วยในการวางแผนการเดินทาง มี

การค้นหาสถานที่หรือข้อมูลการท่องเที่ยวเพิ่มเติม และมีการเปรียบเทียบสถานที่ที่ต้องการจะเดินทาง สอดคล้องกับพฤติกรรมการตัดสินใจเดินทางท่องเที่ยว ถ้าผู้ชมรายการท่องเที่ยวมีพฤติกรรมการเปิดรับรายการท่องเที่ยวจากสื่อ YouTube มากขึ้น จะทำให้ผู้ชมรายการท่องเที่ยวมีพฤติกรรมการตัดสินใจท่องเที่ยว(การนำไปใช้ประโยชน์) มากขึ้น บัญญัติ พิลา (2560) พบว่าการใช้สื่อสังคมออนไลน์มีผลต่อการตัดสินใจเลือกแหล่งท่องเที่ยว ดังนั้นกระบวนการตัดสินใจในการท่องเที่ยว จึงไม่ใช่สิ่งที่เกิดขึ้นมาลอย ๆ การวางแผนหาข้อมูลจึงเป็นสิ่งจำเป็นที่ควรทำ ดังนั้นรายการท่องเที่ยวจึงเป็นแหล่งข้อมูลอันหนึ่งที่สามารถเป็นตัวช่วยในการตัดสินใจของนักท่องเที่ยวได้

เอกสารอ้างอิง

- บัญญัติ พิลา, (2560). แรงจูงใจในการเดินทาง ความน่าเชื่อถือของข้อมูล การสื่อสารปากต่อปาก แบบออนไลน์ ทักษะคติในการเดินทาง และการใช้สื่อสังคมออนไลน์ที่มีผลต่อการตัดสินใจ อิเล็กทรอนิกส์ (E-decision) เพื่อเลือกแหล่งท่องเที่ยวในประเทศไทยของผู้บริโภคในจังหวัดสระบุรี. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ. มหาวิทยาลัยกรุงเทพ.
- ปณชัย อารีเพิ่มพร, (2561). สถิติเฟซบุ๊กไทยที่พ่อค้าแม่ค้าออนไลน์ควรรู้. จาก <https://www.Thestandard.co/facebook-Thailand-statistic>
- Atkin, C. K. (1973). *New model for mass communication research*. New York: Free Press.
- Kotler, P. (2000). *Marketing Management The Millennium Edition*. Person Prentice Hall, Upper Saddle River.
- Marketingoops, (2564). *Digital life*. สืบค้นจาก [https:// www.marketingoops.com/digital-life/digital-2021](https://www.marketingoops.com/digital-life/digital-2021)

การมีส่วนร่วมของชุมชนในการจัดการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมอย่างยั่งยืน เทศบาลเมืองเพชรบุรี จังหวัดเพชรบุรี

The Participation in the Management of Sustainable Cultural Tourism: Phetchaburi Municipality, Phetchaburi Province

เมธิกา พ่วงแสง¹ ชัยวุฒิ ชัยฤกษ์¹ พงศ์รัชต์ธวัช วิวังสุ¹ และ ปาริชาติ ชวนรักธรรม²
Maythika Puangsang¹, Chaiwut Chairerk¹, Pongratchadhawat Wiwangsu¹,
and Parichat Chuanrakthum²

¹คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

²คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

¹Faculty of Liberal Arts, Rajamangala University of Technology Phra Nakhon

³Faculty of Business Administration, Rajamangala University of Technology Phra Nakhon

Maythika.p@rmutp.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาระดับการมีส่วนร่วมของชุมชนในการจัดการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมอย่างยั่งยืน เทศบาลเมืองเพชรบุรี จังหวัดเพชรบุรี 2) เปรียบเทียบระดับการมีส่วนร่วมของชุมชนในการจัดการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมอย่างยั่งยืน เทศบาลเมืองเพชรบุรี จังหวัดเพชรบุรี จำแนกตามปัจจัยส่วนบุคคล และการรับรู้ข้อมูลข่าวสารของประชาชนเกี่ยวกับการจัดการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรม และ 3) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการรับรู้ข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการจัดการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมอย่างยั่งยืน เทศบาลเมืองเพชรบุรี จังหวัดเพชรบุรี กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา จำนวน 400 คน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นแบบสอบถาม วิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ สถิติที่ใช้ คือ ค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน T-test One way ANONA และการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ พบว่า

1) ระดับการมีส่วนร่วมของประชาชนในการจัดการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมอย่างยั่งยืน พบว่า ประชาชนมีระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับการมีส่วนร่วมโดยรวมและรายด้านอยู่ในระดับมาก โดยด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ การมีส่วนร่วมในการดำเนินงาน และด้านที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด คือ การมีส่วนร่วมในการติดตามและประเมินผล 2) การรับรู้ข้อมูลข่าวสารของประชาชนเกี่ยวกับการจัดการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมอย่างยั่งยืน ภาพรวมกลุ่มตัวอย่างมีการรับรู้ข้อมูลข่าวสารในระดับปานกลาง โดยประเด็นรับรู้ข้อมูลข่าวสารจากผู้นำชุมชนและสมาชิกสภาเทศบาล มากที่สุด 3) ประชาชนกลุ่มตัวอย่างที่มีปัจจัยส่วนบุคคลด้านอายุ ระดับการศึกษา อาชีพ และระยะเวลาอาศัยในพื้นที่ แตกต่างกัน มีส่วนร่วมในการจัดการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมอย่างยั่งยืน แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แต่กลุ่มตัวอย่างที่มีเพศแตกต่างกัน มีส่วนร่วมในการจัดการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมอย่างยั่งยืน ไม่แตกต่างกัน นอกจากนี้ พบว่า การรับรู้ข้อมูลข่าวสารในการจัดการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมอย่างยั่งยืนของประชาชนมีความสัมพันธ์อยู่ในระดับมากกับการมีส่วนร่วมของประชาชนในการจัดการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมอย่างยั่งยืน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ความสำคัญ การมีส่วนร่วม การจัดการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรม การท่องเที่ยวที่ยั่งยืน เทศบาลเมืองเพชรบุรี

Abstract

This research aims to 1) study the level of community participation in Sustainable Cultural Tourism management, Phetchaburi Municipality Phetchaburi Province 2) Compare the level of community participation in Sustainable Cultural Tourism management in Phetchaburi Municipality. Phetchaburi Province Classified by personal factors and public awareness of information about cultural tourism management and 3) study the relationship between perception of information about Sustainable Cultural Tourism management in Phetchaburi Municipality. Phetchaburi Province The sample group used in the study consisted of 400 people. The instrument used to collect data was a questionnaire. The data were analyzed by computer program. The statistics used were frequency, percentage, mean, standard deviation, T-test, One way ANONA and correlation analysis.

1) The level of people's participation in Sustainable Cultural Tourism management found that people had a high level of opinions about participation in overall and each aspect. The aspect with the highest average was the participation in the operation. and the aspect with the lowest mean was participation in monitoring and evaluation. 2) Public awareness of information about Sustainable Cultural Tourism management Overall, the sample group had a moderate level of information perception. The issue received information from community leaders and council members the most. 3) People in the sample group with personal factors of age The educational level, occupation and length of residence in the area were different. The participation in Sustainable Cultural Tourism management was significantly different at the 0.05 level, but the samples with different sexes. Participate in cultural tourism management no different. In addition, it was found that people's perception of information in Sustainable Cultural Tourism management was at a high level correlated with people's participation in Sustainable Cultural Tourism management. statistically significant at the 0.05 level

Keyword Participation Cultural Tourism Management Sustainable Cultural Tourism Petchaburi Municipality

1. บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

การท่องเที่ยวเป็นส่วนหนึ่งของมนุษย์ในยุคปัจจุบันด้วยวิถีชีวิต สภาพแวดล้อม หรือความเครียดที่เกิดขึ้นในการดำเนินชีวิต การท่องเที่ยวจึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่ช่วยผ่อนคลาย ฟื้นฟูสภาพร่างกายและจิตใจของมนุษย์ให้มีความพร้อมเพื่อกลับไปเผชิญกับชีวิตเดิมอีกครั้ง นอกจากการนี้การท่องเที่ยวยังเป็นการเดินทางเพื่อการเรียนรู้ แสวงหาประสบการณ์แปลกใหม่ หรือการแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับวัฒนธรรมที่แตกต่าง (ชัยยุทธ ถาวรานุรักษ์, 2564: 2) และธุรกิจที่เกี่ยวข้องกับการท่องเที่ยวถือได้ว่าเป็นมีความสำคัญต่อทุกประเทศเป็นอย่างมาก เนื่องจากธุรกิจที่เกี่ยวข้องกับการท่องเที่ยวที่นำมาซึ่งรายได้เข้าสู่ประเทศอย่างมหาศาล เป็นการกระตุ้นเศรษฐกิจด้านต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี และการท่องเที่ยวถือเป็นธุรกิจที่สร้างรายได้ให้กับประเทศไทยเป็นอันดับต้น ๆ เช่นเดียวกับประเทศอื่น ๆ สำหรับประเทศไทยสำหรับประเทศไทยเป็นประเทศหนึ่งที่มีศักยภาพด้านทรัพยากรการท่องเที่ยวสูง มีความอุดมสมบูรณ์ และมีความหลากหลายทั้งในด้านของทรัพยากรที่เป็นแหล่งท่องเที่ยวทางธรรมชาติที่สร้างความประทับใจ ในเรื่องของความงามความเป็นธรรมชาติตลอดจนมีแหล่งท่องเที่ยวด้านประวัติศาสตร์ โบราณสถาน โบราณวัตถุ ศาสนา อันแสดงถึงอารยธรรม ความเจริญของท้องถิ่นนั้น ๆ รวมถึงแหล่งท่องเที่ยวที่เป็นศิลปวัฒนธรรม ประเพณี และกิจกรรมที่มีความแตกต่างกันไปในแต่ละสังคม ซึ่งมีความโดดเด่นเป็นเอกลักษณ์ทางวัฒนธรรม ซึ่งสามารถสร้างภาพลักษณ์และมีชื่อเสียงเป็นที่รู้จักไปทั่วโลก ในปัจจุบัน แหล่งท่องเที่ยวต่าง ๆ เหล่านี้สามารถดึงดูดความสนใจของนักท่องเที่ยวได้เป็นอย่างมาก ทั้งนักท่องเที่ยว ชาวไทยและชาวต่างชาติทำให้มีการพัฒนาการท่องเที่ยวอย่างต่อเนื่อง (พจนาน บุญคุ้ม, 2550: 23) และหนึ่งจังหวัดที่ได้รับความนิยมของนักท่องเที่ยวก็คือ จังหวัดเพชรบุรี

เขาวังคู่บ้าน ขนมหวาน เมืองพระ เลิศล้ำศิลปะ แดนธรรมะ ทะเลงาม คำขวัญของจังหวัดเพชรบุรีที่สะท้อนถึงเมืองอันมีวัฒนธรรมที่งดงาม และในปี 2564 จังหวัดเพชรบุรียังได้รับให้เป็นเมืองสร้างสรรค์ด้านอาหารของ UNESCO หรือองค์การศึกษาวิทยาศาสตร์และวัฒนธรรมแห่งสหประชาชาติ ซึ่งได้ประกาศให้จังหวัดเพชรบุรี ได้รับคัดเลือกเป็นเครือข่ายเมืองสร้างสรรค์โลกด้าน (City of Gastronomy) หรือ UNESCO Creative Cities Network-UCCN โดยเป็น 1 ใน 49 เมืองจากทั่วโลก สำหรับจังหวัดเพชรบุรี เป็นอีกหนึ่งจังหวัดท่องเที่ยวที่อยู่ไม่ไกลจากกรุงเทพฯ ซึ่งนักท่องเที่ยวที่เดินทางเที่ยวจังหวัดมาเพชรบุรี จะได้เที่ยวทั้งชุมชน ประวัติศาสตร์ ทะเล ภูเขา เรียกว่ามาทีเดียว สามารถเที่ยวครบทุกรูปแบบ ซึ่งสถานที่ท่องเที่ยวแต่ละที่นั้นต่างมีความสวยงามแตกต่างกันออกไป ซึ่งจังหวัดเพชรบุรีมีแหล่งท่องเที่ยวหลากหลายและงดงามมากมาย จังหวัดเล็ก ๆ ที่มีทรัพยากรทางการท่องเที่ยวอุดมสมบูรณ์ ไม่ว่าจะเป็นทะเลอย่างชายหาดชะอำ ชายหาดเจ้าสำราญ แหล่งท่องเที่ยวธรรมชาติอย่างแก่งกระจาน และแหล่งเที่ยวอันทรงคุณค่าอย่างแหล่งท่องเที่ยวด้านศิลปวัฒนธรรมที่มีอยู่มากมายในพื้นที่ของเทศบาลเมืองเพชรบุรี เช่น เขาวัง วัดมหาธาตุวรวิหาร วัดใหญ่สุวรรณาราม หนังกใหญ่วัดพลับ เป็นต้น หรือแม้แต่ในเรื่องของวัฒนธรรมทางอาหาร เช่น ขนมหม้อแกง ขนมไทยชนิดต่าง ๆ เป็นต้น ซึ่งเราอาจจะกล่าวได้ว่าเมืองเพชรเป็นดินแดนแห่งประวัติศาสตร์ หรือเมื่อเปรียบเทียบกับอยุธยา ก็เป็น เมืองอยุธยาที่ยังมีชีวิต นั่นเอง

ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษา การมีส่วนร่วมของชุมชนในการจัดการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมอย่างยั่งยืน เพื่อนำผลการวิจัยเป็นแนวทางการจัดทำแผนพัฒนาแหล่งท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมในพื้นที่เทศบาลเมืองเพชรบุรีให้เกิดความยั่งยืน

รองรับรูปแบบการท่องเที่ยวที่มีการเปลี่ยนแปลงไป รวมถึง เป็นข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนาเส้นทางของพื้นที่และรองรับการฟื้นฟูการท่องเที่ยวหลังสถานการณ์โควิด 19

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาระดับการมีส่วนร่วมของชุมชนในการจัดการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมอย่างยั่งยืน ในพื้นที่เทศบาลเมืองเพชรบุรี จังหวัดเพชรบุรี
2. เพื่อเปรียบเทียบระดับการมีส่วนร่วมของชุมชนในการจัดการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมอย่างยั่งยืน ในพื้นที่เทศบาลเมืองเพชรบุรี จังหวัดเพชรบุรี
3. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการรับรู้ข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการจัดการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมอย่างยั่งยืน ในพื้นที่เทศบาลเมืองเพชรบุรี จังหวัดเพชรบุรี

1.3 แนวคิดทฤษฎี

แนวคิดสำคัญที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ได้นำแนวคิดการมีส่วนร่วมของ สัญญา เคนาภูมิ (2551) ได้กล่าวถึง การมีส่วนร่วม หมายถึง การที่สมาชิกได้มีโอกาสร่วมคิด ร่วมตัดสินใจ ร่วมวางแผน ร่วมปฏิบัติตามโครงการ ร่วมติดตามประเมินผล เพื่อให้บรรลุเป้าหมายที่พึงประสงค์ ทั้งนี้ การมีส่วนร่วมจะต้องมาจากความสมัครใจ พึงพอใจ และได้รับผลประโยชน์ที่เกิดจากชุมชนโดยส่วนรวมร่วมกัน และสมบัติ นามบุรี (2562) กล่าวว่า การมีส่วนร่วม หมายถึง การเปิดโอกาสให้ทุกคนเข้ามามีส่วนเกี่ยวข้องในการดำเนินงานพัฒนาไม่ว่าจะเป็นทางตรงหรือทางอ้อม โดยการร่วมคิด ร่วมตัดสินใจเพื่อกำหนด เป้าหมายของสังคม และการจัดสรรทรัพยากรเพื่อให้บรรลุเป้าหมาย และปฏิบัติตามแผนการหรือโครงการต่าง ๆ ด้วยความเต็มใจ และ Cohen, J.M., & Uphoff, N.T. (1981: 17-19) ได้อธิบายขั้นตอนของการมีส่วนร่วมดังนี้

ขั้นที่ 1 การมีส่วนร่วมในการตัดสินใจ (Decision Making) ในกระบวนการของการตัดสินใจนั้น ประการแรกสุดที่ต้องกระทำ คือ การกำหนดความต้องการและการจัดลำดับความสำคัญต่อจากนั้นก็เลือกนโยบายและประชาชนที่เกี่ยวข้อง การตัดสินใจนี้เป็นกระบวนการต่อเนื่องที่ต้อง ดำเนินการไปเรื่อย ๆ ตั้งแต่การตัดสินใจในช่วงเริ่มต้น การตัดสินใจในช่วงดำเนินการวางแผน และการตัดสินใจในช่วงการปฏิบัติตามแผนที่วางไว้

ขั้นที่ 2 การมีส่วนร่วมในการดำเนินงาน (Implementation) ในส่วนที่เป็นองค์ประกอบของการดำเนินงานโครงการนั้นได้มาจากคำถามว่าใครจะทำประโยชน์ให้แก่โครงการได้บ้างและจะทำประโยชน์ได้โดยวิธีใด เช่น การช่วยเหลือด้านทรัพยากร การบริหารการงานและการประสานงานและการขอความช่วยเหลือ เป็นต้น

ขั้นที่ 3 การมีส่วนร่วมในการรับผลประโยชน์ (Benefits) ในส่วนที่เกี่ยวกับผลประโยชน์นอกจากความสำคัญของผลประโยชน์ในเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพแล้ว ยังจะต้องพิจารณาถึงการกระจายผลประโยชน์ภายในกลุ่มด้วยผลประโยชน์ของโครงการนี้รวมทั้งผลที่เป็นประโยชน์ทางบวกและผลที่เกิดขึ้นในทางลบที่เป็นผลเสียของโครงการ ซึ่งจะเป็นประโยชน์และเป็นโทษต่อบุคคลและสังคมด้วย

ขั้นที่ 4 การมีส่วนร่วมในการประเมินผล (Evaluation) การมีส่วนร่วมในการประเมินผลนั้นสิ่งสำคัญจะต้องสังเกต คือ ความเห็น (Views) ความชอบ (Preferences) และความคาดหวัง (Expectation) ซึ่งมีอิทธิพลสามารถแปรเปลี่ยนพฤติกรรมของบุคคลในกลุ่มต่าง ๆ ได้

แนวคิดการท่องเที่ยวอย่างยั่งยืน (อพท.,2017)

นิยามการท่องเที่ยวอย่างยั่งยืนของ อพท.การท่องเที่ยวทำให้เกิดการพัฒนาอย่างสมดุลทั้ง 3 มิติ คือ ด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม ด้วย กระบวนการมีส่วนร่วมของทุกภาคส่วนเพื่อนำไปสู่ความ อยู่ดีมีสุขของชุมชนท้องถิ่นในพื้นที่พิเศษ กล่าวคือการ ท่องเที่ยวเป็นที่มาของรายได้ เป็นเครื่องมือในการอนุรักษ์ ประเพณีวัฒนธรรม วิถีชีวิตอันดีงาม และเป็นเครื่องมือ ในการรักษาสิ่งแวดล้อม โดยผู้ที่ได้รับประโยชน์จาก การพัฒนาการท่องเที่ยวให้เกิดความยั่งยืนนั้น ได้แก่ นักท่องเที่ยว เจ้าของแหล่งท่องเที่ยว และผู้ประกอบการ

การพัฒนาการท่องเที่ยวอย่างยั่งยืนของ อพท. ได้มีการดำเนินงานพัฒนาการท่องเที่ยวอย่างยั่งยืนภายใต้แนวทางที่ สอดคล้องกับเกณฑ์การท่องเที่ยวอย่างยั่งยืนโลก (GSTC Criteria) ซึ่งจะช่วย ยกระดับการพัฒนาการท่องเที่ยวของไทยให้เกิดความยั่งยืนอย่างเป็นระบบในด้านการ จัดการแหล่งท่องเที่ยว ดังนี้

- 1) การพัฒนาด้านเศรษฐกิจ ส่งเสริมการใช้ศักยภาพของหน่วยงานต่างๆ ทั้ง ภาครัฐและเอกชน ในการพัฒนาตลาดการท่องเที่ยว เพื่อมุ่งเน้นให้เกิดการเพิ่มมูลค่าอัตลักษณ์วิถีความเป็น ไทยให้ได้รับการยกระดับ และนำเสนอผ่านการท่องเที่ยวที่เป็นเอกลักษณ์ในพื้นที่พิเศษ

2) การพัฒนาด้านสังคม มุ่งพัฒนาการท่องเที่ยวโดยชุมชนเพื่อสร้างความ มั่นคงและความอยู่ดีกินดีของ ประชาชนในพื้นที่พิเศษ โดยไม่ได้เน้นพัฒนาเพียงแคให้เกิดกระบวนการ เท่านั้น แต่ได้พัฒนาเพื่อให้เกิดความยั่งยืนใน เชิงสินค้า และผลิตภัณฑ์

3) การพัฒนาด้านสิ่งแวดล้อม ให้ความสำคัญในการส่งเสริมให้มีการลดภาวะ โลกร้อนในภาคการท่องเที่ยว โดย มีการกำหนด นโยบาย Low Carbon Tourism เป็นนโยบายหลักของ ทุกพื้นที่พิเศษ

1.4 สมมติฐาน

1. กลุ่มตัวอย่างที่มีเพศ อายุ อาชีพ ระดับการศึกษา และระยะเวลาอาศัยอยู่ในพื้นที่แตกต่างกัน มีความคิดเห็น ต่อการมีส่วนร่วมในการจัดการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมอย่างยั่งยืน ของประชาชนในพื้นที่เทศบาลเมืองเพชรบุรี จังหวัดเพชรบุรี แตกต่างกัน

2. การรับรู้ข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการจัดการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรม ของประชาชนมีความสัมพันธ์กับการมี ส่วนร่วมในการจัดการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมอย่างยั่งยืน ในพื้นที่เทศบาลเมืองเพชรบุรี จังหวัดเพชรบุรี

2. วิธีการศึกษา

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรในการวิจัยครั้งนี้ คือ ประชาชนในพื้นที่เทศบาลเมืองเพชรบุรี จังหวัดเพชรบุรี ซึ่งมีทะเบียนบ้านและมาอาศัย โดยไม่มีชื่อในทะเบียนบ้าน จึงทำให้ไม่ทราบจำนวนที่แน่นอน

กลุ่มตัวอย่าง เนื่องจากไม่ทราบจำนวนประชากรที่แน่นอน ผู้วิจัยจึงใช้สูตรการหากลุ่มตัวอย่างของ W.G. Cochran (1953)

$$n = \frac{P(1-P)Z^2}{d^2}$$

โดย

n คือ จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ต้องการ

P คือ สัดส่วนของประชากรที่ผู้วิจัยต้องการสุ่ม เท่ากับ .05

Z คือ ระดับความมั่นใจที่ 0.05 เท่ากับ 1.96 (ความเชื่อมั่น95%) >> Z = 1.96

d คือ ระดับความเชื่อมั่น 95%

สัดส่วนความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 0.05

แทนค่าจากสูตรดังกล่าว

$$n = \frac{(.05)(1-.5)1.96^2}{.05^2} = 384.16$$

ได้จำนวนประชากร 384 คน โดยมีระดับความมั่นใจ ร้อยละ 5 และระดับความเชื่อมั่น

ร้อยละ 95 เพื่อความสะดวกในการวิเคราะห์ข้อมูล จึงกำหนดกลุ่มตัวอย่างที่ 400 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นแบบสอบถามเกี่ยวกับการมีส่วนร่วมของประชาชนที่ส่งผลต่อการจัดการท่องเที่ยว เชิงวัฒนธรรมอย่างยั่งยืน เทศบาลเมืองเพชรบุรี จังหวัดเพชรบุรี โดยมีเนื้อหาในการสอบถามแบ่ง ออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม คือ เพศ อายุ การศึกษา อาชีพ และระยะเวลาที่อยู่อาศัยในพื้นที่ ลักษณะ ของคำถามเป็นคำถามแบบเลือกตอบ (Check List)

ตอนที่ 2 เป็นแบบสอบถามเกี่ยวกับการมีส่วนร่วมของประชาชนที่ส่งผลต่อการจัดการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมอย่างยั่งยืน เทศบาลเมืองเพชรบุรี จังหวัดเพชรบุรี ประกอบด้วย เนื้อหาเกี่ยวกับการมีส่วนร่วมของประชาชน ได้แก่ 1) การมีส่วนร่วมในการ ตัดสินใจและการวางแผน 2) การมีส่วนร่วมในการดำเนินงาน 3) การมีส่วนร่วมในการรับผลประโยชน์ 4) การมีส่วนร่วมในการ ประเมินผล ลักษณะคำถามเป็นแบบมาตราประมาณค่า (Rating Scale)

ตอนที่ 3 เป็นแบบสอบถามเกี่ยวกับการรับรู้ข้อมูลข่าวสาร ของประชาชนเกี่ยวกับการจัดการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมอ อย่างยั่งยืน เทศบาลเมืองเพชรบุรี จังหวัดเพชรบุรี ลักษณะคำถามเป็นแบบมาตราประมาณค่า (Rating Scale)

โดยมีการกำหนดหลักเกณฑ์วัดคะแนนเฉลี่ยของระดับการมีส่วนร่วมของประชาชนที่วัดได้ออกเป็น 5 ระดับ (วิชิต อุ๋อัน , 2550: 181) ดังนี้

ช่วงค่าเฉลี่ย

การแปลความหมาย

ค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 4.21 – 5.00

มีการรับรู้ข่าวสารและมีส่วนร่วมอยู่ในระดับมากที่สุด

ค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 3.41 – 4.20	มีการรับรู้ข่าวสารและมีส่วนร่วมอยู่ในระดับมาก
ค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 2.61 – 3.40	มีการรับรู้ข่าวสารและมีส่วนร่วมอยู่ในระดับปานกลาง
ค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 1.81 – 2.60	มีการรับรู้ข่าวสารและมีส่วนร่วมอยู่ในระดับน้อย
ค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 1.00 – 1.80	มีการรับรู้ข่าวสารและมีส่วนร่วมอยู่ในระดับน้อยที่สุด

การทดสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. การหาความเที่ยงตรง (Validity) ผู้วิจัยนำแบบสอบถามที่สร้างขึ้นไปเสนอผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ของคำถามและปรับปรุงตามข้อเสนอแนะ

2. การหาความเชื่อมั่น (Reliability) เมื่อผู้วิจัยแก้ไขแบบสอบถามตามข้อเสนอแนะแล้วจึงนำแบบสอบถามไปทำการทดสอบ (try-out) กับกลุ่มประชากรที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างที่ทำการศึกษา จำนวน 30 คน และนำมาหาความเชื่อมั่นด้วยการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของ Cronbach (Cronbach's Reliability Coefficient Alpha) โดยได้ค่าความเชื่อมั่นภาพรวมของแบบสอบถามเท่ากับ .94

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปโดยสถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะของกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้สถิติพรรณนา ได้แก่ การแจกแจงความถี่ (Frequency) ค่าร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย (Mean) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) วิเคราะห์ข้อมูลการมีส่วนร่วม ของตัวแปรอิสระกับตัวแปรตาม สำหรับตัวแปรอิสระที่แบ่งเป็น 2 กลุ่มย่อย ใช้สถิติ T-test (T-test for statistical analysis) ส่วน ตัวแปรที่มากกว่า 2 กลุ่มย่อยขึ้นไป ใช้สถิติผันแปรทางเดียว (Oneway Analysis of Variance: One way ANOVA) และการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ (Correlation coefficient (r))

เกณฑ์การแปลความหมายค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ซูกรี วงศ์รัตน์ (2544 : 316) กำหนด ดังนี้

ถ้าค่า r มีค่ามากกว่า 0.91	แสดงว่า มีความสัมพันธ์ในระดับสูงมาก
ถ้าค่า r มีค่ามากกว่า 0.71 – 0.90	แสดงว่า มีความสัมพันธ์ในระดับสูง
ถ้าค่า r มีค่ามากกว่า 0.31 – 0.70	แสดงว่า มีความสัมพันธ์ในระดับปานกลาง
ถ้าค่า r มีค่ามากกว่า 0.01 – 0.30	แสดงว่า มีความสัมพันธ์ในระดับน้อย
ถ้าค่า r มีค่าเท่ากับ 0	แสดงว่า ไม่มีความสัมพันธ์

โดยกำหนดค่านัยสำคัญทางสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ครั้งนี้ไว้ที่ระดับ.05

3. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

1. ผลการศึกษาการมีส่วนร่วมของประชาชนที่ส่งผลต่อการจัดการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรม อย่างยั่งยืน เทศบาลเมืองเพชรบุรี จังหวัดเพชรบุรี พบว่าโดยภาพรวมและรายด้านซึ่งประกอบด้วย การมีส่วนร่วมในการตัดสินใจและการวางแผน การมีส่วนร่วมในการดำเนินงาน การมีส่วนร่วมในการรับผลประโยชน์ การมีส่วนร่วมในการติดตามและประเมินผล ทุกด้านอยู่ในระดับมาก สำหรับด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ การมีส่วนร่วมในการดำเนินงาน และด้านที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด คือ การมีส่วนร่วมในการติดตามและประเมินผล นิพล เชื้อเมืองพาน และคณะ (2561, น.1260) ทำการศึกษารูปแบบการมีส่วนร่วมของชุมชนเพื่อการพัฒนาการท่องเที่ยวโดย ชุมชน แหล่งน้ำพุร้อนหนองหญ้าปล้อง จังหวัดเพชรบุรี พบว่า ชุมชนในพื้นที่แหล่งน้ำพุร้อนหนองหญ้าปล้องมีความโดดเด่นด้านการมีส่วนร่วมในการ พัฒนาเพื่อเป็นต้นแบบในการท่องเที่ยวตามบริบทชุมชน กล่าวคือ ชุมชนในแหล่งให้ความสนใจและ ตั้งใจในการจัดการ และพัฒนาศักยภาพแหล่งท่องเที่ยวในพื้นที่ของตน เพื่อพัฒนาเป็นแหล่ง ท่องเที่ยวเชิงสุขภาพต้นแบบ โดยเฉพาะผู้นำชุมชนมีความมุ่งมั่นในการพัฒนาศักยภาพน้ำพุร้อน โดย ชุมชนต้องการให้เกิดการจัดรูปแบบการท่องเที่ยวที่เป็นต้นแบบ ก่อให้เกิดการท่องเที่ยวอย่างแท้จริง และสามารถเชื่อมแหล่งท่องเที่ยวอื่นๆ ในพื้นที่ และพื้นที่ใกล้เคียง พร้อมทั้งมีทิศทางความร่วมมือที่จะเกิดขึ้นในการพัฒนาศักยภาพแหล่งท่องเที่ยวของตนให้ดียิ่งขึ้น โดยมีการเสนอแนะความคิด และ ความต้องการ รวมถึงทิศทางและรูปแบบการพัฒนาการท่องเที่ยวที่ชุมชนอยากให้เป็น ซึ่งมุ่งเน้นไปที่ การท่องเที่ยวเชิงสุขภาพ โดยใช้ประโยชน์จากทรัพยากรน้ำพุร้อนที่มีในชุมชน ในขณะที่ ชานนท์ ภัทรจารี (2563) ทำการศึกษารูปแบบการมีส่วนร่วมของชุมชนและปัจจัยการมีส่วนร่วมของชุมชน ที่ส่งผลต่อการจัดการท่องเที่ยวที่ดีของเทศบาลเมืองชะอำ จังหวัดเพชรบุรี พบว่า ระดับการมีส่วนร่วมของชุมชนในการจัดการท่องเที่ยวที่ดี ในภาพรวมอยู่ ในระดับมาก พิจารณาเป็นรายด้าน พบว่าการมีส่วนร่วมของชุมชนด้านที่มีค่าเฉลี่ย มากที่สุด คือ ด้านการวางแผน รองลงมาคือ ด้านการปฏิบัติการ และด้านการติดตามประเมินผล และการมี ส่วนร่วมของชุมชนด้านที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ ด้านการแบ่งปันผลประโยชน์

2. ผลการทดสอบสมมติฐานการมีส่วนร่วมของประชาชนที่ส่งผลต่อการจัดการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมอย่างยั่งยืน เทศบาลเมืองเพชรบุรี จังหวัดเพชรบุรี จำแนกตาม เพศ อายุ อาชีพ ระดับการศึกษา และระยะเวลาอาศัยอยู่ในพื้นที่ พบว่า ประชาชนกลุ่มตัวอย่างที่มีปัจจัยส่วนบุคคลด้านอายุ ระดับการศึกษา อาชีพ และระยะเวลาอาศัยในพื้นที่ แตกต่างกัน มีส่วนร่วมในการจัดการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรม แตกต่างกัน แต่กลุ่มตัวอย่างที่มีเพศแตกต่างกัน มีส่วนร่วมในการจัดการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรม ไม่แตกต่างกัน นอกจากนี้ พบว่า การรับรู้ข้อมูลข่าวสารในการจัดการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรม มีความสัมพันธ์อยู่ในระดับมากกับการมีส่วนร่วมของประชาชนในการจัดการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมอย่างยั่งยืน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ จริยาภรณ์ เจริญชีพ (2560) ทำการศึกษาการมีส่วนร่วมของชุมชนในการจัดการท่องเที่ยวอย่างยั่งยืน: กรณีศึกษาตำบลถ้ำรงค์ อำเภอบ้านลาด จังหวัดเพชรบุรี โดยการเปรียบเทียบปัจจัยส่วนบุคคลต่อปัจจัยด้านความรู้ความเข้าใจและด้านการรับรู้ข่าวสารกับการมีส่วนร่วมของชุมชนในการท่องเที่ยวอย่างยั่งยืน พบว่ากลุ่มตัวอย่างที่มีเพศ สถานภาพแตกต่างกัน จะมีส่วนร่วมของชุมชนในการท่องเที่ยวอย่างยั่งยืนที่ไม่แตกต่างกัน ในขณะที่ กฤติยา สมศิลา และ กนกกานต์ แก้วนุช (2561) ทำการศึกษาปัจจัยการมีส่วนร่วมที่ส่งผลต่อการจัดการการท่องเที่ยวโดยชุมชนบ้านโพน อำเภอคำม่วง จังหวัดกาฬสินธุ์ พบว่า ปัจจัยการมีส่วนร่วมของประชาชนมี อิทธิพลเชิงบวกต่อการจัดการการท่องเที่ยวโดยชุมชนบ้านโพน แสดงว่า เมื่อชุมชนบ้านโพนมีปัจจัยการมีส่วนร่วมของประชาชนสูงจะส่งผลให้ผลการจัดการการท่องเที่ยวโดยชุมชน บ้านโพนอยู่ในระดับที่สูงขึ้น และปัจจัยขีดความสามารถของการจัดการการท่องเที่ยวโดยชุมชนมีอิทธิพลเชิงบวกต่อการจัดการการท่องเที่ยวโดยชุมชนบ้านโพน แสดงว่า เมื่อชุมชน บ้านโพนมีปัจจัยขีดความสามารถของการจัดการการท่องเที่ยวโดยชุมชนสูงจะส่งผลให้ผลการจัดการการท่องเที่ยวโดยชุมชนบ้านโพนอยู่ในระดับที่สูงขึ้นด้วย

4. สรุป

การจัดการท่องเที่ยวอย่างยั่งยืนควรเกิดจากการมีส่วนร่วมของทุกภาคส่วนเพื่อให้สามารถรักษาความมั่นคงของระบบนิเวศ ทรัพยากรในพื้นที่ ตลอดจนวัฒนธรรมในพื้นที่และวิถีชีวิตของชุมชน ซึ่งการจัดการท่องเที่ยวอย่างยั่งยืน ควรมีลักษณะสำคัญเช่น ท่องเที่ยวในแหล่งท่องเที่ยวทุกประเภท เน้นคุณค่าและความเป็นเอกลักษณ์ของแต่ละที่ มีท่องเที่ยวอย่างรับผิดชอบต่อทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมได้รับความรู้และประสบการณ์เกี่ยวข้องกับธรรมชาติและวัฒนธรรม การจัดการท่องเที่ยวต้องให้ผลตอบแทนแก่เจ้าของแหล่งท่องเที่ยวอย่างยั่งยืนยาว และท่องเที่ยวที่ให้ผลประโยชน์ต่อชุมชนท้องถิ่น และคืนผลประโยชน์กลับสู่ทรัพยากรท่องเที่ยวและสิ่งแวดล้อมของท้องถิ่น และควรต้องก่อให้เกิดความสำคัญในด้านต่าง ๆ เช่น 1) เป็นการท่องเที่ยวที่มีความต่อเนื่อง ซึ่งเป็นลักษณะของความต่อเนื่องของทรัพยากรธรรมชาติและต่อเนื่องของวัฒนธรรมซึ่งจัดเป็นทรัพยากรหลักในการท่องเที่ยว และสามารถมอบประสบการณ์นันทนาการที่ดีให้แก่นักท่องเที่ยว 2) เป็นการท่องเที่ยวที่มีคุณภาพ ซึ่งเป็นการเน้นคุณภาพของสามส่วนหลัก คือ คุณภาพของสิ่งแวดล้อม คุณภาพของประสบการณ์ นันทนาการที่นักท่องเที่ยวได้รับ และคุณภาพชีวิตของคนในชุมชน 3) เป็นการท่องเที่ยวที่มีความสมดุล ซึ่งความสมดุลระหว่างความต้องการอุตสาหกรรมการท่องเที่ยว ความต้องการของชุมชนท้องถิ่นและขีดความสามารถของทรัพยากร

5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการวิจัยเรื่อง การพัฒนาทักษะอนาคตสำหรับผู้ประกอบการชุมชนบนฐานวัฒนธรรมเพื่อเพิ่มศักยภาพและพัฒนาเศรษฐกิจชุมชน พื้นที่เทศบาลเมืองเพชรบุรี เมืองแห่งการเรียนรู้วิถีเมืองเพชร ซึ่งได้รับการสนับสนุนงบประมาณ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2565 จากหน่วยบริหารและจัดการทุนด้านการพัฒนาระดับพื้นที่ (บพท.) ภายใต้กรอบการวิจัย “การพัฒนาเมืองแห่งการเรียนรู้ (Learning City)”

6. เอกสารอ้างอิง

- กฤติยา สมศิลา และ กนกกานต์ แก้วนุช. 2561. ปัจจัยการมีส่วนร่วมที่ส่งผลต่อการจัดการการท่องเที่ยวโดยชุมชนบ้านโพน อำเภอคำม่วง จังหวัดกาฬสินธุ์. วารสารวิทยาลัยดุสิตธานี. 12(1), 103-123
- จริยาภรณ์ เจริญชีพ. 2560. การมีส่วนร่วมของชุมชนในการจัดการท่องเที่ยวอย่างยั่งยืน: กรณีศึกษาตำบลถ้ำรงค์ อำเภอบ้านลาด จังหวัดเพชรบุรี. วารสารสารสนเทศ. 16(2),85-97
- ชัยยุทธ ถาวรานุรักษ์. 2564. ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับอุตสาหกรรมการท่องเที่ยว. อ่างทอง: วรศิลป์การพิมพ์ 89.
- ชานนท์ ภัทรจารี. 2563. การมีส่วนร่วมของชุมชนและปัจจัยการมีส่วนร่วมของชุมชน ที่ส่งผลต่อการจัดการท่องเที่ยวที่ดีของ

เทศบาลเมืองชะอำ จังหวัดเพชรบุรี. วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ วไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์. 15(2), 147-169

ชูศรี วงศ์รัตน์. 2544. เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย.

นิพล เชื้อเมืองพาน และคณะ. 2561. การศึกษารูปแบบการมีส่วนร่วมของชุมชนเพื่อการพัฒนาการท่องเที่ยวโดยชุมชนแหล่งลงน้ำพุร้อนหนองหญ้าปล้อง จังหวัดเพชรบุรี. (1250 – 1264). การประชุมวิชาการนำเสนอผลงานระดับชาติ UTCC Academic Day ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย

วิจิต อุ๋อัน. 2550. การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยเชิงคุณภาพ. พิมพ์ครั้งที่ 9. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พจนา สวนศรี. 2550. *คู่มือการจัดการท่องเที่ยวโดยชุมชน*: โครงการท่องเที่ยวเพื่อชีวิตและธรรมชาติ. กรุงเทพฯ

สัญญา เคนาภูมิ. 2551. ความสำเร็จของวิสาหกิจชุมชนใน 4 จังหวัดชายแดนลุ่มน้ำโขง. วิทยานิพนธ์รัฐประศาสนศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชารัฐประศาสนศาสตร์. ปทุมธานี: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์.

สมบัติ นามบุรี. 2562. ทฤษฎีการมีส่วนร่วมในงานรัฐประศาสนศาสตร์. วารสารวิจัยวิชาการ. 2(1), 183-197.

องค์การบริหารการพัฒนาพื้นที่พิเศษเพื่อการท่องเที่ยวอย่างยั่งยืน (องค์การมหาชน). (2017). Sustainable Tourism การท่องเที่ยวอย่างยั่งยืน(ออนไลน์). จาก <http://110.78.114.133/sec39/e-loader/data/P1L5fLIAN52347ThuJan2017.pdf>

Cohen, J.M., & Uphoff, N.T. 1981. Rural Development Participation: Concept and Measure for Project Design Implementation and Evaluation: Rural Development Committee Center for international Studies. New York: Cornell University Press.

Taro Yamane(1973).Statistics: An Introductory Analysis.3rdEd.New

Cochran, W.G. (1953). Sampling Techiques. New York : John Wiley & Sons. Inc.

การมีส่วนร่วมของชุมชนในการพัฒนาอาชีพเพื่อเพิ่มรายได้จากทรัพยากรในพื้นที่
ของตำบลบ้านบึง ตำบลบ้านบึง อำเภอบ้านคา จังหวัดราชบุรี
Community Involvement in Career Dvelopment to Increase Income from Local
Resources of Ban Bueng Sub-district, Ban Bueng Sub-district, Ban Kha District,
Ratchaburi Province

ทรงสิริ วิชิรานนท์ และ เมธิกา พ่วงแสง

Songsiri Wichiranon and Maythika Puangsang

คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

Faculty of Liberal Arts, Rajamangala University of Technology Phra Nakhon

songsiri.w@rmutp.ac.th หมายเลขโทรศัพท์ 081-9889558

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาระดับการมีส่วนร่วมของชุมชนในการพัฒนาอาชีพเพื่อเพิ่มรายได้จากทรัพยากรในพื้นที่ ของตำบลบ้านบึง อำเภอบ้านคา จังหวัดราชบุรี 2) เปรียบเทียบการมีส่วนร่วมของชุมชนในการพัฒนาอาชีพเพื่อเพิ่มรายได้จากทรัพยากรในพื้นที่ ของตำบลบ้านบึง อำเภอบ้านคา จังหวัดราชบุรี กับปัจจัยส่วนบุคคล เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา คือ แบบสอบถาม กลุ่มตัวอย่างจำนวน 370 คน ใช้การสุ่มแบบบังเอิญ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ สถิติที่ใช้คือ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบสมมติฐานด้วย T-test และ One way ANOVA พบว่า

ระดับความคิดเห็นต่อการมีส่วนร่วมของชุมชนในการพัฒนาอาชีพเพื่อเพิ่มรายได้จากทรัพยากรในพื้นที่ ของตำบลบ้านบึง อำเภอบ้านคา จังหวัดราชบุรี โดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 4.32 และด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด การมีส่วนร่วมในการรับผลประโยชน์ มีค่าเฉลี่ย 4.56 และด้านที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดคือ การมีส่วนร่วมในการติดตามและประเมินผล มีค่าเฉลี่ย 3.97 และการทดสอบสมมติฐานปัจจัยส่วนบุคคลแตกต่างกันมีความคิดเห็นต่อระดับการมีส่วนร่วมของชุมชนในการพัฒนาอาชีพเพื่อเพิ่มรายได้จากทรัพยากรในพื้นที่ ของตำบลบ้านบึง อำเภอบ้านคา จังหวัดราชบุรี ไม่แตกต่างกัน ยกเว้นปัจจัยด้านระยะเวลาที่อาศัยในพื้นที่มีส่วนร่วมในการพัฒนาอาชีพเพื่อเพิ่มรายได้จากทรัพยากรในพื้นที่ที่แตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

คำสำคัญ: การมีส่วนร่วม การพัฒนาอาชีพ ตำบลบ้านบึง อำเภอบ้านคา จังหวัดราชบุรี

Abstract

The objective of this study is to 1) investigate the community's level of participation in vocational development to increase income from local resources in Ban Bueng, Bang Ka District, Ratchaburi Province, and 2) compare the community's level of participation in vocational development to increase income from local resources in Ban Bueng, Bang Ka District, Ratchaburi Province, with individual factors. The research tools used in this study were questionnaires administered to a sample group of 370 individuals selected randomly. The data were analyzed using computer software, including percentage, mean, standard deviation, and hypothesis testing with T-test and One-way ANOVA. The findings revealed that

The level of community participation in the development of occupations to increase income from local resources in Ban Bung Subdistrict, Ban Ka District, Ratchaburi Province, is generally at the highest level, with an average score of 4.32. The aspect with the highest average score is participation in benefit sharing, with an average score of 4.56. The aspect with the lowest average score is participation in monitoring and evaluation, with an average score of 3.97. The test of the hypothesis on personal factors shows no significant difference in opinions regarding the level of community participation in the development of occupations to increase income from local resources in Ban Bung Subdistrict, Ban Ka District, Ratchaburi Province, except for the factor of duration of residence in the area, which differs significantly at a statistical significance level of 0.05

Keywords: Participation, Career Development, Ban Bueng Subdistrict Ban Kha District Ratchaburi Province

1. บทนำ

สำหรับตำบลบ้านบึง เป็นตำบลหนึ่งในอำเภอบ้านคา จังหวัดราชบุรี มีเนื้อที่ทั้งหมด 553 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณ 345,625 ไร่ การเดินทางห่างจากที่ว่าการอำเภอบ้านคา โดยทางรถยนต์ประมาณ 12 กิโลเมตร ห่างจากจังหวัดราชบุรี โดยทางรถยนต์ประมาณ 79 กิโลเมตร ตำบลบ้านบึงเป็นแหล่งผลิตในภาคเกษตรกรรมที่สำคัญ ประชาชนส่วนใหญ่ในพื้นที่มีอาชีพเกษตรกรผู้ปลูกสับปะรดชื่อ สับปะรดบ้านคา มีลักษณะพิเศษเฉพาะตัว คือ มีรสหวานฉ่ำไม่กัดลิ้น มีกลิ่นหอม เนื้อมีสีเหลืองสวย เนื้อละเอียด หนานุ่ม มีตาผลค่อนข้างตื้น ทำให้ปอกเปลือกง่าย เมื่อปอกเปลือกแล้วออกส่วนของตาผลจะติดไปกับเปลือกเลย ไม่จำเป็นต้องแกะเอาตาออกอีก ลักษณะพิเศษเฉพาะตัวของสับปะรดหวานบ้านคาจึงทำให้ได้การรับรองสิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ (Geographical Indications: GI) กว่าจะเป็นผลสับปะรดหวานบ้านคา เกษตรกรกลุ่มแปลงใหญ่สับปะรด อำเภอบ้านคา จังหวัดราชบุรี ต้องดูแลเอาใจใส่แปลงสับปะรดทุกขั้นตอนการผลิตเพื่อให้เป็นไปตามมาตรฐานเกษตรดีที่เหมาะสม (GAP) เป็นเวลานานถึง 1 ปีครึ่ง เพื่อให้ได้สับปะรดหวานฉ่ำ ปลอดภัยต่อผู้บริโภค สามารถรับประทานได้หมดทั้งผล ทั้งเนื้อผลและแกน และเนื่องจากตำบลบ้านบึงเป็นสังคมที่ประกอบขึ้นมาจากคนหลายกลุ่ม วัฒนธรรม ประเพณี จึงแตกต่างกันออกไปบ้าง คือ วัฒนธรรมประเพณีแบบของไทยภาคกลาง ได้แก่ ประเพณีการแต่งงาน การทำศพ การขึ้นบ้านใหม่ การบวช ประเพณีสงกรานต์ ประเพณีขึ้นปีใหม่ และงานบุญต่าง ๆ วัฒนธรรมประเพณีของชาวกะเหรี่ยง การแต่งกาย ผู้ชายนุ่งผ้าโจงกระเบน สวมเสื้อขาวแขนยาว เด็กผู้หญิงสวมเสื้อสีขาวตัวเดียว ถ้าอายุเกิน 15 ปี จะนุ่งผ้าถุงที่เป็นผ้าฝ้ายปักลาย สวมเสื้อคลุมยาวเลยเข่า อาจเป็นสีดำหรือสีเงิน ปักลูกปัดหลากสี นิยมเครื่องประดับที่ทำด้วยเงิน ประเพณีกินข้าวห่อ ทำกันเป็นประจำทุกปี ในเดือน 9 ซึ่งไม่กำหนดวันตายตัวแล้วแต่จะกำหนดนัดหมายในแต่ละปีประเพณีย่องสาวและการแต่งงาน ปัจจุบันได้ผสมกลมกลืนกับประเพณีการแต่งงานทางภาคกลางจึงไม่มีให้เห็นเด่นชัด ภาษา ภาษาท้องถิ่น ได้แก่ภาษาไทย ลาว มอญ พม่า และกะเหรี่ยง (องค์การบริหารส่วนตำบลบ้านบึง, 2564)

อย่างไรก็ตามการสร้างและพัฒนาชุมชนให้เกิดความเข้มแข็งถือว่าเป็นเรื่องที่มีความท้าทาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งการสร้าง ความเข้มแข็งให้แก่ชุมชนที่มีความหลากหลายในมิติต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นความหลากหลายทางวัฒนธรรม อาชีพ ความเป็นอยู่ ฯลฯ องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในหลายพื้นที่ต้องเผชิญกับปัญหาต่าง ๆ มากมายในกระบวนการพัฒนาชุมชนเพื่อเสริมสร้างความเข้มแข็งให้กับชุมชนและการส่งเสริมการพัฒนาชุมชน กระบวนการที่จะทำให้เกิดการพัฒนาชุมชนดำเนินได้อย่างราบรื่นคือการเปิดโอกาสให้ประชาชนในพื้นที่ได้เข้ามามีส่วนร่วมในการพัฒนา ซึ่งการมีส่วนร่วมของประชาชน เป็นกระบวนการที่ประชาชนได้รับโอกาส และได้ใช้โอกาสที่ได้รับ แสดงออกซึ่งความรู้สึกนึกคิด แสดงซึ่งสิ่งที่เขาต้องการ แสดงออกซึ่งปัญหาที่เขาเผชิญ และแสดงออกซึ่งวิธีกแก้ปัญหาและลงมือปฏิบัติ (วารุณี ซาคำรุณ, 2551: 9) เพื่อให้การพัฒนาสามารถตอบสนองความต้องการของประชาชนในพื้นที่และเกิดการพัฒนาย่างยั่งยืน วนิดา เสร็จกิจ (2563 : 73) สรุปไว้ว่า การพัฒนาชุมชนให้มีความยั่งยืนเป็นเรื่องที่มีความจำเป็น เนื่องจากชุมชนคือหน่วยย่อยของสังคม เป็นพื้นฐานเบื้องต้นของคนในสังคม และเป็นพื้นฐานสำคัญของการพัฒนาประเทศ การที่ชุมชนสามารถพึ่งพาตนเองได้อย่างยั่งยืนจะเป็นพื้นฐานที่นำไปสู่การพัฒนาประเทศที่ดีด้วยเช่นกัน

จากความหลากหลายทางสังคม วัฒนธรรม และการเป็นพื้นที่สำคัญทางการเกษตรของตำบลบ้านบึง อำเภอบ้านคา จังหวัดราชบุรี การพัฒนาและสร้างความเข้มแข็งทางเศรษฐกิจจากทรัพยากรในพื้นที่จึงเป็นสิ่งที่ท้าทายและมีความสำคัญสำหรับผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในพื้นที่ และต้องได้รับความร่วมมือจากทุกภาคส่วนอีกด้วย จากปัจจัยข้างต้นผู้วิจัยจึงสนใจทำการศึกษา “การมีส่วนร่วมของชุมชนในการพัฒนาอาชีพเพื่อเพิ่มรายได้จากทรัพยากรในพื้นที่ ของตำบลบ้านบึง อำเภอบ้านคา จังหวัดราชบุรี” ซึ่งผลจากการศึกษาครั้งนี้สามารถเป็นแนวทางในการพัฒนาอาชีพให้ประชาชนในพื้นที่ต่อไป

1.1 วัตถุประสงค์

- 1) เพื่อศึกษาระดับการมีส่วนร่วมของชุมชนในการพัฒนาอาชีพเพื่อเพิ่มรายได้จากทรัพยากรในพื้นที่ ของตำบลบ้านบึง อำเภอบ้านคา จังหวัดราชบุรี
- 2) เพื่อเปรียบเทียบการมีส่วนร่วมของชุมชนในการพัฒนาอาชีพเพื่อเพิ่มรายได้จากทรัพยากรในพื้นที่ ของตำบลบ้านบึง อำเภอบ้านคา จังหวัดราชบุรี กับปัจจัยส่วนบุคคล

1.2 แนวคิดทฤษฎี

แนวคิดสำคัญที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ได้นำแนวคิดการมีส่วนร่วมของ สัญญา เคนาภูมิ (2551) ได้กล่าวถึง การมีส่วนร่วม หมายถึง การที่สมาชิกได้มีโอกาสร่วมคิด ร่วมตัดสินใจ ร่วมวางแผน ร่วมปฏิบัติตามโครงการ ร่วมติดตามประเมินผลเพื่อให้บรรลุเป้าหมายที่พึงประสงค์ ทั้งนี้ การมีส่วนร่วมจะต้องมาจากความสมัครใจ พึงพอใจ และได้รับผลประโยชน์ที่เกิดจากชุมชนโดยส่วนรวมร่วมกัน และสมบัติ นามบุรี (2562) กล่าวว่า การมีส่วนร่วม หมายถึง การเปิดโอกาสให้ทุกคนเข้ามามีส่วนเกี่ยวข้องในการ

ดำเนินงานพัฒนาไม่ว่าจะเป็นทางตรงหรือทางอ้อม โดยการร่วมคิด ร่วมตัดสินใจเพื่อกำหนด เป้าหมายของสังคมและการจัดสรรทรัพยากรเพื่อให้บรรลุเป้าหมาย และปฏิบัติตามแผนการหรือโครงการต่าง ๆ ด้วยความเต็มใจ

Cohen, J.M., & Uphoff, N.T. (1981: 17-19) ได้อธิบายขั้นตอนของการมีส่วนร่วมดังนี้

ขั้นที่ 1 การมีส่วนร่วมในการตัดสินใจ (Decision Making) ในกระบวนการของการตัดสินใจนั้น ประการแรกสุดที่ต้องกระทำ คือ การกำหนดความต้องการและการจัดลำดับความสำคัญต่อนั้นก็เลือกนโยบายและประชาชนที่เกี่ยวข้อง การตัดสินใจเป็นกระบวนการต่อเนื่องที่ต้อง ดำเนินการไปเรื่อย ๆ ตั้งแต่การตัดสินใจในช่วงเริ่มต้น การตัดสินใจในช่วงดำเนินการวางแผน และการตัดสินใจในช่วงการปฏิบัติตามแผนที่วางไว้

ขั้นที่ 2 การมีส่วนร่วมในการดำเนินงาน (Implementation) ในส่วนที่เป็นองค์ประกอบของการดำเนินงานโครงการนั้นได้มาจากคำถามว่าใครจะทำประโยชน์ให้แก่โครงการได้บ้างและจะทำประโยชน์ได้โดยวิธีใด เช่น การช่วยเหลือด้านทรัพยากร การบริหารการงานและการประสานงานและการขอความช่วยเหลือ เป็นต้น

ขั้นที่ 3 การมีส่วนร่วมในการรับผลประโยชน์ (Benefits) ในส่วนที่เกี่ยวกับผลประโยชน์นอกจากความสำคัญของผลประโยชน์ในเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพแล้ว ยังจะต้องพิจารณาถึงการกระจายผลประโยชน์ภายในกลุ่มด้วยผลประโยชน์ของโครงการนี้รวมทั้งผลที่เป็นประโยชน์ทางบวกและผลที่เกิดขึ้นในทางลบที่เป็นผลเสียของโครงการ ซึ่งจะเป็ประโยชน์และเป็นโทษต่อบุคคลและสังคมด้วย

ขั้นที่ 4 การมีส่วนร่วมในการประเมินผล (Evaluation) การมีส่วนร่วมในการประเมินผลนั้นสิ่งสำคัญจะต้องสังเกต คือ ความเห็น (Views) ความชอบ (Preferences) และความคาดหวัง (Expectation) ซึ่งมีอิทธิพลสามารถแปรเปลี่ยนพฤติกรรมของบุคคลในกลุ่มต่าง ๆ ได้

1.3 สมมติฐาน

กลุ่มตัวอย่างที่มีปัจจัยส่วนบุคคลแตกต่างกันมีความคิดเห็นต่อระดับการมีส่วนร่วมของชุมชนในการพัฒนาอาชีพเพื่อเพิ่มรายได้จากทรัพยากรในพื้นที่ ของตำบลบ้านบึง อำเภอบ้านคา จังหวัดราชบุรี ไม่แตกต่างกัน

2. วิธีการทดลองหรือวิธีการศึกษา

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร : ประชาชนในเขตพื้นที่ตำบลบ้านบึง อำเภอบ้านคา จังหวัดราชบุรี จำนวน 9,112 คน (องค์การบริหารส่วนตำบลบ้านบึง, 2564)

กลุ่มตัวอย่าง : กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ ประชาชนในเขตพื้นที่ตำบลบ้านบึง อำเภอบ้านคา จังหวัดราชบุรี ที่มีอายุตั้งแต่ 18 ปี ขึ้นไป โดยคำนวณ กลุ่มตัวอย่างโดยใช้สูตรการคำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่างของเครซี่และมอร์แกน (Krejcie&Morgan,1970) กำหนดให้ยอมรับค่าความคลาดเคลื่อนของกลุ่มตัวอย่างที่ร้อยละ 5 หรือ 0.05 ภายในความเชื่อมั่นที่ 95% ได้ขนาดกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 368.60 คน เพื่อความสะดวกผู้วิจัยจำกำหนดกลุ่มตัวอย่างที่ 370 คน โดยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบบังเอิญ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นแบบสอบถามเกี่ยวกับการมีส่วนร่วมของชุมชนในการพัฒนาอาชีพเพื่อเพิ่มรายได้จากทรัพยากรในพื้นที่ ของตำบลบ้านบึง อำเภอบ้านคา จังหวัดราชบุรี

โดยมีเนื้อหาในการสอบถามแบ่ง ออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม คือ เพศ อายุ การศึกษา อาชีพ รายได้ และระยะเวลาที่อยู่อาศัยในพื้นที่ ลักษณะของคำถามเป็นคำถามแบบเลือกตอบ (Check List)

ตอนที่ 2 เป็นแบบสอบถามเกี่ยวกับการมีส่วนร่วมของประชาชนที่ส่งผลต่อการพัฒนาอาชีพเพื่อเพิ่มรายได้จากทรัพยากรในพื้นที่ ของตำบลบ้านบึง อำเภอบ้านคา จังหวัดราชบุรี ประกอบด้วย เนื้อหาเกี่ยวกับการมีส่วนร่วมของประชาชน ได้แก่ 1) การมีส่วนร่วมในการตัดสินใจและการวางแผน 2) การมีส่วนร่วมในการดำเนินงาน 3) การมีส่วนร่วมในการรับผลประโยชน์ 4) การมีส่วนร่วมในการประเมินผล ลักษณะคำถามเป็นแบบมาตราประมาณค่า (Rating Scale)

ตอนที่ 3 เป็นคำถามปลายเปิดเกี่ยวกับข้อเสนอแนะอื่น ๆ

โดยมีการกำหนดหลักเกณฑ์วัดคะแนนเฉลี่ยของระดับการมีส่วนร่วมของประชาชนที่วัดได้ออกเป็น 5 ระดับ (วิชิต อุ๋อัน , 2550: 181) ดังนี้

ช่วงค่าเฉลี่ย

การแปลความหมาย

ค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 4.21 – 5.00

มีส่วนร่วมอยู่ในระดับมากที่สุด

ค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 3.41 – 4.20	มีส่วนร่วมอยู่ในระดับมาก
ค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 2.61 – 3.40	มีส่วนร่วมอยู่ในระดับปานกลาง
ค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 1.81 – 2.60	มีส่วนร่วมอยู่ในระดับน้อย
ค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 1.00 – 1.80	มีส่วนร่วมอยู่ในระดับน้อยที่สุด
การทดสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	

1. การหาความเที่ยงตรง (Validity) นำแบบสอบถามที่สร้างขึ้นไปเสนอผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ของคำถามและปรับปรุงตามข้อเสนอแนะ ผลการวิเคราะห์ความตรงเชิงเนื้อหาของภาพรวมได้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 0.82 และคัดเลือกเฉพาะคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 -1.00 มาใช้ (กิตติพงษ์ พิพิธกุล: 2561)

2. การหาความเชื่อมั่น (Reliability) นำแบบสอบถามไปทำการทดสอบ (try-out) กับกลุ่มประชากรที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างที่ทำการศึกษ จำนวน 30 คน และนำมาหาความเชื่อมั่นเป็นรายข้อ (Item Analysis) และหาความเชื่อมั่นรวมของ Cronbach (Cronbach's Reliability Coefficient Alpha) (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2543: 125) โดยได้ค่าความความเชื่อมั่นภาพรวมของแบบสอบถามเท่ากับ .94

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปโดยสถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะของกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้สถิติพรรณนา ได้แก่ การแจกแจงความถี่ (Frequency) ค่าร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย (Mean) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) วิเคราะห์ข้อมูลการมีส่วนร่วม ใช้สถิติ T-test (T-test for statistical analysis) และ Oneway Analysis of Variance (One way ANONA) สำหรับการทดสอบสมมติฐาน

3. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

การมีส่วนร่วมของชุมชนในการพัฒนาอาชีพเพื่อเพิ่มรายได้จากทรัพยากรในพื้นที่ ของตำบลบ้านบึง อำเภอบ้านคา จังหวัดราชบุรี ผู้วิจัยนำเสนอผลการศึกษตามขั้นตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

พบว่า กลุ่มตัวอย่างเป็นเพศชาย คิดเป็นร้อยละ 34.60 และเพศหญิง คิดเป็นร้อยละ 65.40 ส่วนใหญ่มีอายุระหว่าง 41-50 ปี คิดเป็นร้อยละ 40.60 โดยส่วนใหญ่มีการศึกษาระดับปริญญาตรี คิดเป็นร้อยละ 35.70 ส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเกษตรกร คิดเป็นร้อยละ 64.06 ส่วนใหญ่มีรายได้ไม่เกิน 15,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 37.00 และอาศัยอยู่ในพื้นที่เป็นระยะเวลามากกว่า 10 ปี คิดเป็นร้อยละ 64.30

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นต่อการมีส่วนร่วมของชุมชนในการพัฒนาอาชีพเพื่อเพิ่มรายได้จากทรัพยากรในพื้นที่ ของตำบลบ้านบึง อำเภอบ้านคา จังหวัดราชบุรี

ตารางที่ 1 ระดับการมีส่วนร่วมของชุมชนในการพัฒนาอาชีพเพื่อเพิ่มรายได้จากทรัพยากรในพื้นที่ ของตำบลบ้านบึง อำเภอบ้านคา จังหวัดราชบุรี

การมีส่วนร่วมของประชาชนในการพัฒนาชุมชน	ระดับความคิดเห็น			
	\bar{X}	S.D.	แปลผล	ลำดับที่
1. การมีส่วนร่วมในการตัดสินใจและการวางแผน	4.08	.613	มาก	3
2. การมีส่วนร่วมในการดำเนินงาน	4.44	.465	มาก	2
3. การมีส่วนร่วมในการรับผลประโยชน์	4.56	.410	มาก	1
4. การมีส่วนร่วมในการติดตามและประเมินผล	3.97	.587	มาก	4
ภาพรวม	4.32	.340	มาก	

จากตารางที่ 1 ผู้ตอบแบบสอบถามมีความคิดเห็นต่อการมีส่วนร่วมของชุมชนในการพัฒนาอาชีพเพื่อเพิ่มรายได้จากทรัพยากรในพื้นที่ ของตำบลบ้านบึง อำเภอบ้านคา จังหวัดราชบุรี โดยภาพรวมมีค่าเฉลี่ย 4.32 และรายด้าน คือ การมีส่วนร่วมในการตัดสินใจและการวางแผน มีค่าเฉลี่ย 4.08 การมีส่วนร่วมในการดำเนินงาน มีค่าเฉลี่ย 4.44 การมีส่วนร่วมในการรับผลประโยชน์ มีค่าเฉลี่ย 4.56 การมีส่วนร่วมในการติดตามและประเมินผล มีค่าเฉลี่ย 3.97

ตอนที่ 3 การทดสอบสมมติฐาน กลุ่มตัวอย่างที่มีปัจจัยส่วนบุคคลแตกต่างกันมีความคิดเห็นต่อระดับการมีส่วนร่วมของชุมชนในการพัฒนาอาชีพเพื่อเพิ่มรายได้จากทรัพยากรในพื้นที่ ของตำบลบ้านบึง อำเภอบ้านคา จังหวัดราชบุรี ไม่แตกต่างกัน

ตารางที่ 2 สรุปผลการทดสอบสมมติฐาน

สมมติฐาน	ค่านัยสำคัญ	ผลการทดสอบสมมติฐาน	
		เป็นไปตามสมมติฐาน	ไม่เป็นไปตามสมมติฐาน
1. เพศ	.004	✓	
2. อายุ	.000*	✓	
3. ระดับการศึกษา	.000*	✓	
4. อาชีพ	.000*	✓	
5. รายได้	.000*	✓	
6. ระยะเวลาอาศัยในพื้นที่	.081*		✓

*นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการทดสอบสมมติฐานการมีส่วนร่วมของชุมชนในการพัฒนาอาชีพเพื่อเพิ่มรายได้จากทรัพยากรในพื้นที่ ของตำบลบ้านบึง อำเภอบ้านคา จังหวัดราชบุรี จำแนกตามปัจจัยส่วนบุคคล พบว่าประชาชนกลุ่มตัวอย่างที่มีปัจจัยส่วนบุคคลด้านเพศ อายุ ระดับการศึกษา และอาชีพ แตกต่างกัน มีส่วนร่วมในการพัฒนาชุมชนไม่แตกต่างกัน แต่กลุ่มตัวอย่างที่มีระยะเวลาอาศัยในพื้นที่แตกต่างกัน มีส่วนร่วมในการพัฒนาชุมชนแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. สรุป

ผลการศึกษาการมีส่วนร่วมของชุมชนในการพัฒนาอาชีพเพื่อเพิ่มรายได้จากทรัพยากรในพื้นที่ ของตำบลบ้านบึง อำเภอบ้านคา จังหวัดราชบุรี พบว่าโดยภาพรวมและรายด้าน คือ มีความคิดเห็นต่อการมีส่วนร่วมของชุมชนในการพัฒนาอาชีพเพื่อเพิ่มรายได้จากทรัพยากรในพื้นที่ ของตำบลบ้านบึง อำเภอบ้านคา จังหวัดราชบุรี โดยภาพรวมมีค่าเฉลี่ย 4.32 และรายด้าน คือ การมีส่วนร่วมในการตัดสินใจและการวางแผน มีค่าเฉลี่ย 4.08 การมีส่วนร่วมในการดำเนินงาน มีค่าเฉลี่ย 4.44 การมีส่วนร่วมในการรับผลประโยชน์ มีค่าเฉลี่ย 4.56 การมีส่วนร่วมในการติดตามและประเมินผล มีค่าเฉลี่ย 3.97 ในขณะที่ สุธาวิ กลิ่นอุบล (2562) ได้ทำการศึกษาศึกษาการมีส่วนร่วมของชุมชนต่อความสำเร็จในการพัฒนาชุมชนตามแนวทางปรัชญา ของเศรษฐกิจพอเพียง บ้านหัวเขาเงิน ตำบลห้วยยางโทน อำเภอบางแพ จังหวัดราชบุรี พบว่า ระดับการมีส่วนร่วมของชุมชนต่อความสำเร็จในการพัฒนาชุมชนตามแนวทางปรัชญาของเศรษฐกิจ พอเพียง บ้านหัวเขาเงิน ตำบลห้วยยางโทน อำเภอบางแพ จังหวัดราชบุรีทุกด้านอยู่ในระดับมาก เรียงลำดับดังนี้การมีส่วนร่วมในการ ตัดสินใจ มีคะแนนเฉลี่ยสูงที่สุด รองลงมาคือ การมีส่วนร่วมในการรับผลประโยชน์การมีส่วนร่วมในการประเมินผล และด้านที่ต่ำสุดคือ การมีส่วนร่วมในการดำเนินงาน และ ผลการเปรียบเทียบการมีส่วนร่วมของชุมชนต่อความสำเร็จในการพัฒนาชุมชนตามแนวทางปรัชญา ของเศรษฐกิจพอเพียง จำแนกตามปัจจัยส่วนบุคคลและปัจจัยสภาพแวดล้อม พบว่า ประชาชนที่มีเพศ ระดับการศึกษา รายได้ สถานภาพในชุมชนและการเข้าร่วมเป็นสมาชิกกลุ่มต่าง ๆ ในชุมชนต่างกัน มีส่วนร่วมต่อความสำเร็จ ในการพัฒนาชุมชน ไม่แตกต่างกัน ขณะที่ประชาชนที่มีอายุอาชีพ ระยะเวลาการอาศัยอยู่ในชุมชน ต่างกัน มีส่วนร่วมต่อความสำเร็จในการพัฒนาชุมชนต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งจากผลการทดสอบสมมติฐานการมีส่วนร่วมของชุมชนในการพัฒนาอาชีพเพื่อเพิ่มรายได้จากทรัพยากรในพื้นที่ ของตำบลบ้านบึง อำเภอบ้านคา จังหวัดราชบุรี จำแนกตามปัจจัยส่วนบุคคล พบว่าประชาชนกลุ่มตัวอย่างที่มีปัจจัยส่วนบุคคลด้านเพศ อายุ ระดับการศึกษา และอาชีพ แตกต่างกัน มีส่วนร่วมในการพัฒนาชุมชนไม่แตกต่างกัน แต่กลุ่มตัวอย่างที่มีระยะเวลาอาศัยในพื้นที่ แตกต่างกัน มีส่วนร่วมในการพัฒนาชุมชนแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากกลุ่มตัวอย่างที่อยู่อาศัยในพื้นที่เป็นเวลาที่มีความคุ้นชินกับสภาพในพื้นที่และไม่ต้องการย้ายไปประกอบอาชีพที่อื่น ซึ่ง พิรพัฒน์ พันศิริ (2559: 14) กล่าวว่า การพัฒนาชุมชน คือ กระบวนการในการหนุนเสริมให้พื้นที่และกลุ่มคนที่อาศัย อยู่ในพื้นที่นั้น มีพัฒนาการที่ดีขึ้นทั้งในด้านบริบทในการดำเนินชีวิตและวิถีชีวิตของ ผู้คน โดยมีกระบวนการในการพัฒนาผ่านคนที่อาศัยอยู่ในชุมชน ผ่านกระบวนการมีส่วนร่วม การเรียนรู้ร่วมกันและร่วมกันพัฒนาโดยอาศัยทรัพยากรและทุนที่มีอยู่ในชุมชน และการหนุนเสริมจากหน่วยงานภาครัฐในลักษณะการมีส่วนร่วมจากภายในและภายนอก ซึ่งหากกระบวนการในการพัฒนามีการจัดการที่ดีย่อมส่งผลต่อคุณภาพชีวิตของคนที่อยู่ในชุมชนและนำไปสู่ความเจริญด้านกายภาพในเชิงพื้นที่ด้วย ซึ่ง กลุ่มพัฒนาระบบบริหาร กรมป่าไม้ (ม.ป.ป.: 2) กล่าวว่า การมีส่วนร่วมของประชาชน จึงเป็นกระบวนการซึ่งประชาชน หรือผู้มีส่วนได้ส่วนเสียได้มีโอกาสแสดงทัศนะ และเข้าร่วมในกิจกรรมต่าง ๆ ที่มีผลต่อความเป็นอยู่ของประชาชนรวมทั้งมีการนำความคิดเห็นดังกล่าวไปประกอบการพิจารณากำหนดนโยบายและการตัดสินใจของรัฐ การมี

ส่วนร่วมของประชาชนเป็นกระบวนการสื่อสารในระบบเปิด กล่าวคือ เป็นการสื่อสารสองทางทั้งอย่างเป็นทางการและไม่เป็นทางการ ซึ่งประกอบไปด้วยการแบ่งสรรข้อ มูลร่วมกัน ระหว่างผู้มีส่วนได้ส่วนเสียและเป็นการเสริมสร้างความสามัคคีในสังคม ทั้งนี้ เพราะการมีส่วนร่วม ร่วมของประชาชนเป็นการเพิ่มคุณภาพของการตัดสินใจ การลดค่าใช้จ่ายและการสูญเสียเวลา เป็นการสร้างฉันทามติและทำให้ง่ายต่อการนำไปปฏิบัติอีกทั้งช่วยหลีกเลี่ยงการเผชิญหน้าใน กรณีที่อาจจะรุนแรง” ช่วยให้เกิดความน่าเชื่อถือและความชอบธรรม และช่วยให้ทราบความ ห่วงกังวลของประชาชนและค่านิยมของสาธารณชนรวมทั้งเป็นการพัฒนาความเชี่ยวชาญ และ ความคิดสร้างสรรค์ของสาธารณชน

5. กิตติกรรมประกาศ

บทความนี้เป็นส่วนหนึ่งการวิจัยเรื่องการจัดการความรู้ภูมิปัญญาท้องถิ่นเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ชุมชนสู่ความยั่งยืน ซึ่งดำเนินการในพื้นที่ตำบลบ้านบึง อำเภอบ้านคา จังหวัดราชบุรี โดยได้รับการสนับสนุนงบประมาณจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร และชุมชนในพื้นที่ตำบลบ้านบึง อำเภอบ้านคา จังหวัดราชบุรี ในการดำเนินงานวิจัยและพื้นที่ถ่ายทอดองค์ความรู้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อสร้างอาชีพ

6. เอกสารอ้างอิง

- กลุ่มพัฒนาระบบบริหาร กรมป่าไม้. ม.ป.ป.. คู่มือการบริหารราชการแบบมีส่วนร่วม. กรุงเทพฯ : กรมป่าไม้.
- กิตติพงษ์ พิพิธกุล. 2561. คุณภาพเครื่องมือแบบสอบถาม : Validity กับ Reliability ในการวิจัยทางรัฐประศาสนศาสตร์. วารสารวิชาการและวิจัย มหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. 8(2), 104-110.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2543. วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ : สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- วารุณีชาคารณ์. 2551. การมีส่วนร่วมของประชาชนในการจัดเวทีประชาคมชุมชนเพื่อจัดทำแผนพัฒนาเทศบาลตำบลนาแห้ว อำเภอนาแห้ว จังหวัดเลย. วิทยานิพนธ์รัฐศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการปกครองสวนท้องถิ่น บัณฑิตวิทยาลัย. มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย.
- วนิดา เสรีจกิจ. 2563. การพัฒนาชุมชนอย่างยั่งยืนในบริบทของการพัฒนาประเทศ. วารสารเศรษฐศาสตร์การเมืองบูรพา, 8(1), 73-98.
- วิชิต อุ่ออัน. 2550. การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยเชิงคุณภาพ. พิมพ์ครั้งที่ 9. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พีรพัฒน์ พันศิริ. (2559). เอกสารประกอบการสอนรายวิชา การพัฒนาองค์กรชุมชน. นครปฐม: คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม.
- สัญญา เคนาภูมิ. 2551. ความสำเร็จของวิสาหกิจชุมชนใน 4 จังหวัดชายแดนลุ่มน้ำโขง. วิทยานิพนธ์รัฐประศาสนศาสตร์ดุสิต บัณฑิต สาขาวิชารัฐประศาสนศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย. มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์.
- สุธาวิ กลิ่นอุบล. 2562. ศึกษาการมีส่วนร่วมของชุมชนต่อความสำเร็จในการพัฒนาชุมชนตามแนวทางปรัชญา ของเศรษฐกิจพอเพียง บ้านหัวเขาจีน ตำบลห้วยยางโทน อำเภอบางแพ จังหวัดราชบุรี. วิทยานิพนธ์ ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิตสาขาพัฒนศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย. มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- องค์การบริหารส่วนตำบลบ้านบึง. 2564. สภาพทั่วไปองค์การบริหารส่วนตำบลบ้านบึง. จาก <http://www.banbunglocal.go.th/site/>
- Cohen, J.M., & Uphoff, N.T. 1981. Rural Development Participation: Concept and Measure for Project Design Implementation and Evaluation: Rural Development Committee Center for international Studies. New York: Cornell University Press.
- Krejcie, R.V., & D.W. Morgan. (1970). Determining Sample Size for Research Activities. Educational and Psychological Measurement. 30(3), 607 – 610.

การศึกษาศักยภาพแหล่งท่องเที่ยวที่โดดเด่นในพื้นที่ตำบลโคกขาม
อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร

A Study of the Potential of Outstanding Tourist Attractions
in Khok Kham, Samut Sakhon Province

ชาญณรงค์ ผาดจันทิก¹ สักยะ บุศย์จันทร์² และพะเยาว์ สายทองสุข³

Channarong Padjuantuk¹, Sakya Butchan² and Payao Saytongsuk³

¹สาขาวิชาวิศวกรรมการท่องเที่ยวและมัคคุเทศก์ คณะอุตสาหกรรมการโรงแรมและการท่องเที่ยว มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์

²สาขาวิชาการโรงแรม วิทยาลัยอาชีวศึกษาเพชรบุรี

³สาขาวิชาการโรงแรม คณะอุตสาหกรรมการโรงแรมและการท่องเที่ยว มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์

E-mail: payao.say@rmutr.ac.th

บทคัดย่อ

การศึกษาศักยภาพแหล่งท่องเที่ยวที่โดดเด่นในพื้นที่ตำบลโคกขาม อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร มีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจและประเมินแหล่งท่องเที่ยวในพื้นที่ตำบลโคกขาม อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร สำหรับรองรับนักท่องเที่ยวเชิงสุขภาพ โดยเครื่องมือที่ใช้คือแบบสอบถาม และแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง ซึ่งกลุ่มเป้าหมายคือผู้นำชุมชน ตัวแทนจากหน่วยงานภาครัฐ ตัวแทนจากกลุ่มวิสาหกิจชุมชน ผลการวิจัยพบว่า แหล่งท่องเที่ยวในพื้นที่ตำบลโคกขาม ประกอบด้วย แหล่งท่องเที่ยวทางธรรมชาติมีศักยภาพอยู่ในระดับสูง แหล่งท่องเที่ยวทางศาสนาและวัฒนธรรมมีศักยภาพอยู่ในระดับสูง แหล่งท่องเที่ยวตามวิถีชีวิตมีศักยภาพอยู่ในระดับปานกลาง และแหล่งท่องเที่ยวแบบแต่งเติมมีศักยภาพอยู่ในระดับปานกลาง ส่วนแนวทางการพัฒนาแหล่งท่องเที่ยวที่โดดเด่นในพื้นที่ตำบลโคกขาม อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร คือการส่งเสริมการสร้างกิจกรรมการท่องเที่ยวที่ใช้ภูมิปัญญาดั้งเดิมพร้อมกับการสื่อความหมายอย่างน่าสนใจเพื่อสร้างความประทับใจให้กับนักท่องเที่ยวเชิงสุขภาพ

คำสำคัญ: ศักยภาพแหล่งท่องเที่ยว

Abstract

A Study of the Potential of Outstanding Tourist Attractions in Khok Kham Subdistrict, Muang District, Samut Sakhon Province The purpose was to survey and assess tourist attractions in Khok Kham Subdistrict, Muang District, Samut Sakhon Province. for supporting health tourists The tool used was a questionnaire. and a semi-structured interview The target audience is community leaders. Representatives from government agencies Representatives from community enterprise groups the results showed that Tourist attractions in Khok Kham Sub-district include natural attractions with high potential. Religious and cultural tourist sites have high potential. Lifestyle tourist attractions have moderate potential. and additive tourist attractions have moderate potential. As for the guidelines for the development of outstanding tourist attractions in Khok Kham Subdistrict, Muang District, Samut Sakhon Province is to promote the creation of tourism activities that use traditional wisdom along with interesting interpretations to impress wellness tourists.

Keywords: Tourist attraction potential

การผลิตอาหารเพื่อการเลี้ยงสัตว์น้ำเศรษฐกิจของอำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี

Food Production for Economic Aquaculture of Ban Laem District Phetchaburi Province

ธนภพ โสตรโยม

Thanapop Soteyome

คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

Faculty of Home Economics Technology Rajamangala University of Technology Phra Nakhon

Thanapop.s@rmutp.ac.th 0896629666

บทคัดย่อ

การดำเนินโครงการวิจัยเรื่องการประยุกต์ใช้วัตถุดิบท้องถิ่นในการผลิตอาหารเพื่อการเลี้ยงสัตว์น้ำเศรษฐกิจ ของอำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี มีวัตถุประสงค์ 1. เพื่อศึกษาข้อมูลพื้นฐานของเกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์น้ำเศรษฐกิจ ปัญหาและความต้องการสร้างอาชีพด้วยการเลี้ยงสัตว์น้ำเศรษฐกิจของอำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี 2. ศึกษาสูตรพื้นฐานและกรรมวิธีการผลิตสารเสริมในอาหารสัตว์น้ำเศรษฐกิจโดยใช้ประโยชน์จากเชื้อจุลินทรีย์โพรไบโอติกเพื่อเป็นสารเสริมในอาหารเลี้ยงสัตว์น้ำเศรษฐกิจ 3. เพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีนวัตกรรมอาหารเพื่อการเลี้ยงสัตว์น้ำเศรษฐกิจและ 4. เพื่อสร้างนักวิจัยชาวบ้านหรือนักวิชาการชาวบ้าน ผลการศึกษาพบว่าเกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์น้ำเศรษฐกิจในอำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรีประสบปัญหาด้านการขายผลผลิตไม่ได้ราคามีกำไรน้อย เนื่องจากมีต้นทุนทางด้านอาหารในการเลี้ยงที่สูงประมาณร้อยละ 70 ของต้นทุนในการเลี้ยง ประกอบกับราคาซื้อ-ขายขึ้นลงตามราคากลางของตลาดหรือพ่อค้าคนกลางที่มารับซื้อหน้าบ่อ การศึกษาสูตรพื้นฐานและสารเสริมจากเชื้อจุลินทรีย์โพรไบโอติกพบว่าอาหารกึ่งที่พัฒนาได้เป็นอาหารกึ่งที่มีสูตรส่วนผสมจากจุลินทรีย์โพรไบโอติกชนิดสังเคราะห์แสงที่แยกได้จากเชื้อจุลินทรีย์ของกลุ่มชาวบ้าน โดยที่กลุ่มชาวบ้านเรียกว่า เชื้อน้ำแดง และใช้สารเสริมหรือที่เรียกกันว่าพรีมิกซ์ซึ่งมีส่วนผสมของ amino acids ที่ช่วยเร่งปฏิกิริยาการจับอาหารของกุ้งรวมถึงการย่อยอาหารของกุ้งผลจากการวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารด้านโปรตีนพบว่า มีโปรตีนอยู่ที่ประมาณร้อยละ 35 ถึง 39 ผลจากการทดลองในสภาวะจำลองเพื่อเลี้ยงกุ้งพบว่า การใช้สูตรพรีมิกซ์ผสมกับอาหารปกติที่เลี้ยงกุ้งของเกษตรกร สามารถลดระยะเวลาในการเลี้ยงกุ้งลงได้จาก 90 วัน เหลือเพียง 60 วัน ซึ่งกุ้งมีขนาด 50 ตัว/กิโลกรัม กุ้งสามารถค้นพบอาหารได้ไวขึ้น ร้อยละ 15 เมื่อเทียบกับอาหารที่ไม่ผสมสูตรพรีมิกซ์ และกุ้งมีขนาดโตขึ้น ร้อยละ 5.43 เมื่อเทียบกับระยะเวลา 90 วัน ช่วยลดต้นทุนค่าอาหารลง ร้อยละ 16.8 และเหมาะสมกับการเลี้ยงในระยะที่ 2 ซึ่งเป็นระยะที่โตแล้ว เนื่องจากกุ้งเมื่อโตแล้วจะมีความต้องการโปรตีนในอาหาร การถ่ายทอดเทคโนโลยีใช้นักวิชาการชาวบ้านที่เข้าร่วมโครงการกับนักวิจัยในครั้งนี้จำนวนทั้งสิ้น 3 ท่าน ประกอบด้วย 1. นายสมศักดิ์ สอนขาว 2. นายสุชาติ รุ่งเพียรและ 3. นายมาลัย เสงี่ยม ซึ่งเป็นวนักวิชาการชาวบ้านที่ได้รับการถ่ายทอดองค์ความรู้จากงานวิจัยครั้งนี้ และมีเกษตรกรที่สนใจเข้าร่วมอีกจำนวน 37 ท่านซึ่งเป็นเกษตรกรในพื้นที่และนอกพื้นที่ ผลการประเมินโครงการที่ได้รับจากผู้เข้ารับการอบรม มีผลการประเมินความพึงพอใจอยู่ในระดับมากถึงมากที่สุด เมื่อนำมาวิเคราะห์ต้นทุนพบว่าสามารถลดต้นทุนลดรายจ่ายค่าอาหารกุ้งขาวได้ถึง 20,210 บาท/บ่อ ผลต่างต้นทุนอาหารที่ลดลง คิดเป็นร้อยละ 26.1 เมื่อคิดผลตอบแทนของการลงทุน (ROI) จะอยู่ที่ร้อยละ 31.7 หากพิจารณาการลดลงของรายจ่ายภาพรวมจะพบว่า มีการเปลี่ยนแปลงต้นทุนลดลงคิดเฉลี่ยเป็นร้อยละ 19.5

คำสำคัญ: กุ้ง เศรษฐกิจ นวัตกรรมชุมชน เพชรบุรี

Abstract

Implementation of a research project on the application of local raw materials in food production for economic aquaculture of Ban Laem District Phetchaburi Province Objectives: 1. study the basic information of economic aquaculture farmers, their problems, and the need for creating a career through economic aquaculture in Ban Laem District. Phetchaburi Province 2. study the basic formula and production process of feed additives in economic aquatic animals by utilizing probiotic microorganisms as additives in economic aquaculture feed. 3. transfer innovative feed technology for animal farming. Economic water and 4. create village researchers or village innovators. The results of the study showed that farmers who raise economic aquatic animals in Ban Laem District Phetchaburi province faces the problem of not selling the product at a price and making a small profit due to the high cost of food in rearing, about 70 percent of the

cost of rearing. In addition, the buying-selling price goes up and down according to the middle market price or middlemen who come to buy in front of the pond. The study of the base formulation and additive from probiotic microorganisms showed that the developed shrimp feed was formulated from photosynthetic probiotic microorganisms isolated from the microorganisms of the group. villager the group of villagers called Nam Dang germ and used additives, known as premixes, which contain amino acids that accelerate the food capture reaction of shrimp, including shrimp digestion. The protein diet was found to contain approximately 35 to 39 percent of protein. The use of primic formula mixed with normal feed for shrimp farmers. Able to shorten shrimp rearing time from 90 days to 60 days, which is 50 shrimp/kg. Shrimp can find food by 15% compared to the diet without primic formula. And shrimp grew in size by 5.43 percent compared to a period of 90 days, reducing feed costs by 16.8 percent, and suitable for raising in the second stage, which is the mature stage because shrimp, when grown, need protein in food Technology transfer uses village innovators participating in this project with a total of 3 researchers: 1.Mr. Somsak Sornkhao 2.Mr. Suchat Rungpian and 3. Mr. Malai Sengkhayan, a village innovator who has been transferring knowledge from this research And there are 37 interested farmers who are farmers in the area and outside the area. Project evaluation results received from trainees The results of satisfaction assessment were at the very highest level. When analyzing the costs, it was found that the cost of shrimp feed can be reduced by 20,210 baht/pond. Representing 26.1 percent when considering the return on investment (ROI) will be 31.7 percent. There is a change in cost, reducing the average of 19.5 percent.

Keywords: Shrimp, Economic, Community Innovation, Phetchaburi

1. บทนำ

ในปัจจุบันอุตสาหกรรมการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำทั่วทุกภูมิภาคของโลกได้มีการพัฒนาและขยายตัวเพิ่มขึ้นเนื่องจากการที่ประชากรทั่วโลกมีจำนวนเพิ่มมากขึ้นส่งผลให้ความต้องการอาหารสัตว์น้ำสูงขึ้นตามไปด้วยโดยเฉพาะอุตสาหกรรมการเพาะเลี้ยงกุ้งซึ่งมีมูลค่าหลายแสนล้านบาทในตลาดโลกประเทศไทยเป็นประเทศหนึ่งที่มีการส่งออกกุ้งโดยเฉพาะกุ้งขาวสูงเป็นอันดับ 1 มาติดต่อกันหลายปีจึงจัดว่ากุ้งขาวมีบทบาทสำคัญในธุรกิจการเกษตรด้านการเพาะเลี้ยงกุ้งของไทยในปัจจุบันเป็นอย่างมากดังจะเห็นได้จากรายงานของกรมประมงปีพ.ศ. 2561 รายงานว่ากุ้งขาวมีปริมาณผลผลิตเพิ่มสูงขึ้นทุกปีจากข้อมูลในปี พ.ศ. 2561 มีปริมาณ 37,450 ตันและเพิ่มสูงขึ้นเป็น 57,120 ตันในปี พ.ศ. 2562 ซึ่งมีมูลค่าสูงถึง 66,480 ล้านบาทโดยประมาณและในอนาคตคาดว่าผลผลิตกุ้งขาวของประเทศไทยจะมีปริมาณเพิ่มสูงขึ้นตามปริมาณความต้องการที่เพิ่มมากขึ้น แต่ปัญหาของการเลี้ยงกุ้งขาวที่เกิดขึ้นในปัจจุบันคือปัญหาในเรื่องต้นทุนในการผลิตกุ้งขาวที่เพิ่มสูงขึ้นเป็นอย่างมากโดยเฉพาะต้นทุนค่าอาหารเนื่องจากวัตถุดิบที่จำเป็นในการผลิตอาหารกุ้งเช่นปลาป่นมีราคาเพิ่มสูงส่งผลกระทบต่อราคาอาหารกุ้งเพิ่มสูงขึ้นตามไปด้วย ทำให้ไม่คุ้มค่างกับการลงทุนซึ่งอาจเป็นสาเหตุให้เกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้งขาวเลิกกิจการไปในที่สุดซึ่งในปัจจุบันราคาอาหารกุ้งตกอยู่ที่กระสอบละ 800-1,200 บาท

ประเทศไทยเป็นประเทศหนึ่งที่มีการเลี้ยงกุ้งขาวเป็นจำนวนมากกระจายอยู่ทั่วไปตามพื้นที่ชายฝั่งทะเล โดยพื้นที่เลี้ยงมากที่สุดคืออำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี เนื่องจากตั้งอยู่ในพื้นที่ของภาคกลางตอนล่างและเป็นพื้นที่ราบชายทะเลของแม่น้ำเพชรบุรีตอนปลาย ชายฝั่งทะเลบริเวณนี้จึงเป็นแหล่งเลี้ยงกุ้งขาวที่เหมาะสม จึงทำให้มีการเลี้ยงกุ้งขาวกันเป็นจำนวนมากที่ผ่านมา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ได้ทำวิจัยเชิงพื้นที่เขตพื้นที่ภาคกลางตอนล่างประกอบด้วยจังหวัด เพชรบุรี ราชบุรี กาญจนบุรี สมุทรสาคร สมุทรสงคราม นครปฐม ประจวบคีรีขันธ์ และสมุทรปราการ เป็นการทำวิจัยและทำบริการวิชาการลงพื้นที่ชุมชน เพื่อส่งเสริม สนับสนุน แก้ไขปัญหาให้กับกลุ่ม ชุมชน ในพื้นที่มาอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะพื้นที่จังหวัดเพชรบุรี มหาวิทยาลัยได้ทำความร่วมมือกับหน่วยงานในพื้นที่และเข้าให้ความช่วยเหลือในทุกมิติที่มหาวิทยาลัยจะมีองค์ความรู้ที่เข้าไปช่วยได้ ประกอบกับการได้รับทุนวิจัยจาก สกสว. ในโครงการการสร้างนวัตกรรมและเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์หนึ่งตำบล หนึ่งผลิตภัณฑ์ (OTOP) ประเภทขนมหวานพื้นเมืองเพื่อสุขภาพ จังหวัดเพชรบุรี ทำให้มหาวิทยาลัยมีข้อมูลเชิงลึกของพื้นที่ ข้อมูลชุมชน ข้อมูลหน่วยงานต่าง ๆ ในพื้นที่ มีเครือข่ายความร่วมมือหลายภาคส่วน ประกอบด้วย พัฒนาการจังหวัด (พข.) องค์การบริหารส่วนตำบล (อบต.) องค์การบริหารการพัฒนาพื้นที่พิเศษเพื่อการท่องเที่ยวอย่างยั่งยืน (อพท.) สำนักงานการท่องเที่ยวและกีฬาจังหวัดเพชรบุรี สำนักงานเทศบาล สำนักงานเกษตร ผู้ประกอบการ วิสาหกิจต่าง ๆ เป็นต้น ข้อมูลเหล่านี้จึงเป็นฐานข้อมูลที่สำคัญในการวางแผนตัดสินใจคัดเลือกแผนงานวิจัยเพื่อพัฒนาเชิงพื้นที่ จะช่วยขับเคลื่อนการบริหารจัดการเศรษฐกิจชุมชนในระดับฐานรากได้และจากการลงพื้นที่พบว่า เกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้งในจังหวัดเพชรบุรี สร้างรายได้มากกว่าปีละ 5 พันล้านบาท แต่กลับพบว่าเกษตรกรมีรายได้เฉลี่ย

ต่อหัวต่อคน ต่อปี 57,399 บาท หรือคิดเป็นเดือนละ 4,783.25 บาท และจากค่านิยามของคำว่าผู้ยากไร้ กลุ่มยากจนที่สุดของประเทศตามเกณฑ์นั้นมีรายได้ต่ำกว่า 30,000 บาทต่อปี หรือตกเดือนละ 2,500 บาท คิดหารออกมาแล้วมีรายได้เฉลี่ยอยู่ที่วันละประมาณ 83 บาท ซึ่งเมื่อเทียบกับรายได้เฉลี่ยต่อหัวต่อคนของเกษตรกรอำเภอบ้านแหลม จ.เพชรบุรีพบว่าอยู่ในกลุ่มยากจนของประเทศ เนื่องจากเกษตรกรต้องการให้สัตว์มีสุขภาพที่แข็งแรงมีภูมิต้านทานโรคและมีน้ำหนักที่มาก จึงทำให้ต้นทุนหลักในการเลี้ยงสัตว์น้ำเศรษฐกิจของเกษตรกรนั้นอยู่ที่ค่าอาหาร ค่ายาและค่าสารเคมีเพื่อการป้องกันโรค คิดเป็นร้อยละ 70 ของราคาขาย ประกอบกับเกษตรกรเลี้ยงสัตว์น้ำเศรษฐกิจในรูปแบบเดิม ๆ ไม่มีการใช้เทคโนโลยีและนวัตกรรมในระดับชุมชนที่เหมาะสมและสอดคล้องกับบริบทของชุมชนในอย่างที่ควรจะเป็นขาดความรู้ในการจัดการอาหารเสริม ที่เป็นสารเติมลงไปให้อาหารเพื่อช่วยปรับปรุงคุณภาพ

ดังนั้นจากปัญหาที่กล่าวมาข้างต้น โครงการ “การประยุกต์ใช้วัตถุดิบท้องถิ่นในการผลิตอาหารเพื่อการเลี้ยงสัตว์น้ำเศรษฐกิจของอำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี” เป็นหนึ่งในโครงการย่อยของ การพัฒนานวัตกรรมชุมชนเพื่อการจัดการและสร้างเศรษฐกิจฐานรากและเศรษฐกิจหมุนเวียนในพื้นที่ชุมชนจังหวัดเพชรบุรี ซึ่งเป็นโครงการวิจัยชุดประเภท Flagship ที่ 20 ในเรื่อง ชุมชนนวัตกรรม ที่สามารถช่วยยกระดับเศรษฐกิจฐานรากได้ โดยจากการที่สถาบันวิจัยและพัฒนาเข้าปรึกษาหารือ ระดมความคิดร่วมกับชุมชน กลุ่มวิสาหกิจและหน่วยงานในพื้นที่เป้าหมาย ได้รับการตอบรับและทำให้ทราบความต้องการของชุมชนอำเภอบ้านแหลม จ.เพชรบุรี เป็นประเด็นที่ชุมชนและหน่วยงานในพื้นที่มีความต้องการให้ภาคการศึกษาเข้ามาช่วยพัฒนาแก้ไขและปรับปรุง โดยการใช้นวัตกรรม ที่ชุมชนสามารถทำและเข้าถึงได้ เป็นโครงการวิจัยและพัฒนาด้วยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่จะช่วยสร้างนวัตกรรมชุมชนให้สามารถแก้ปัญหาชุมชนและนวัตกรรมที่เกิดขึ้นถูกออกแบบและสร้างบนฐานเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับชุมชน ด้วยคนในชุมชนเป็นผู้มีส่วนร่วม เพื่อให้ชุมชนสามารถต่อยอด พัฒนาขึ้นได้เองต่อไป และมีการส่งถ่ายชุดความรู้จากการวิจัยทั้งหมดที่ใช้สร้างนวัตกรรม เมื่อชุมชนสามารถสร้างนวัตกรรมและต่อยอดได้เองแล้ว นวัตกรรมก็จะถูกยกระดับ ชุมชนก็จะมีศักยภาพในการสร้างความเข้มแข็งและสร้างเศรษฐกิจที่ดีขึ้นต่อไป

1.1 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. เพื่อศึกษาข้อมูลพื้นฐานของเกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์น้ำเศรษฐกิจ ปัญหาและความต้องการสร้างอาชีพด้วยการเลี้ยงสัตว์เศรษฐกิจของ อ.บ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี
2. ศึกษาสูตรพื้นฐานและกรรมวิธีการผลิตสารเสริมในอาหารสัตว์น้ำเศรษฐกิจ โดยใช้ประโยชน์จากจุลินทรีย์โพรไบโอติกเพื่อเป็นสารเสริมในอาหารเลี้ยงสัตว์น้ำเศรษฐกิจใน อ.บ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี

2. วิธีการทดลองหรือวิธีการศึกษา

2.1 ศึกษาและพัฒนาสายพันธุ์ของเชื้อจุลินทรีย์ ที่เหมาะในการผลิตโพรไบโอติกในสภาวะต่างๆ

- ศึกษาการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ในอาหารแต่ละชนิด โดยวัดการเจริญเติบโตและการผลิตโพรไบโอติก
- คัดแยกสายพันธุ์ของเชื้อจุลินทรีย์ ที่เจริญเติบโตและผลิตโพรไบโอติกได้มากที่สุด

2.1.1 การวางแผนการทดลอง

นำเชื้อจุลินทรีย์ที่ได้ทดลองในกุ่ม และปลา วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) โดยสุ่มสัตว์ทดลองออกเป็น 3 ทริตเมนต์ๆ ละ 3 ซ้ำ โดยเลี้ยงระยะเวลาในการทดลอง 62 วัน ทั้งนี้ ไม่รวมระยะเวลาการปรับสัตว์ 7 วัน ได้รับอาหารทดลองให้กินแบบเต็มที่ (ad libitum) ดังนี้ กลุ่มทดลองที่ 1 (T1) ได้รับอาหารสำเร็จรูปผสมรา (กลุ่มควบคุม) กลุ่มทดลองที่ 2 (T2) ได้รับอาหาร รำหมักยีสต์ กลุ่มทดลองที่ 3 (T3) ได้รับอาหารนมหมักอีเอ็มผสมแบคทีเรีย

2.1.2 การเตรียมอาหารทดลอง อาหารทดลองเป็นอาหารผสม 3 ชนิด ดังนี้ 1) อาหารสำเร็จรูปผสมรา 2) อาหารรำหมักยีสต์ และ 3) อาหารนมหมักอีเอ็มผสมแบคทีเรีย โดยให้กุ่ม กินอาหาร แบบไม่จำกัด

2.1.3 อาหารสำเร็จรูปผสมรา ประกอบด้วย อาหารผสม (รำผสม จำนวน 2 ส่วน + อาหาร สำเร็จรูป สำหรับไก่เนื้อระยะแรกเกิด โปรตีนไม่น้อยกว่า ร้อยละ21 จำนวน 1 ส่วน) ต้นทุนค่าอาหาร 6.93 บาท/ กิโลกรัม น้ำหนักแห้ง และอาหารผสมสำเร็จรูป 12.79 บาท/ กิโลกรัม

2.1.4 อาหารรำหมักยีสต์ ประกอบด้วย อาหารผสม (น้ำ 200 กรัม + ยีสต์ 50 กรัม + กากน้ำตาล 800 กรัม+ รำผสม ใช้เวลาหมักอย่างน้อย14 วัน) ต้นทุนค่าอาหาร 4.13 บาท/ กิโลกรัม น้ำหนัก แห้ง หมายถึง ยีสต์ 180 บาท/กิโลกรัม กากน้ำตาล 10 บาท/ กิโลกรัม

2.1.5 อาหารนมหมักอีเอ็มผสมแบคทีเรีย ประกอบด้วย อาหารผสม (นมหมักอีเอ็ม จำนวน 50 มิลลิลิตร จำนวน 1 กิโลกรัม) ต้นทุนค่าอาหาร 4.80 บาท/ กิโลกรัม น้ำหนักแห้ง หมายถึง โดยนมหมักอีเอ็ม ประกอบด้วย นมสด 100 ลิตร + หัวเชื้ออีเอ็ม 1 ลิตร + กากน้ำตาล 15 กิโลกรัม ใช้ระยะเวลาหมักอย่างน้อย 21 วัน ต้นทุนนมหมักอีเอ็ม 0.17 บาท/ มิลลิลิตร

2.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. การเก็บข้อมูลสมรรถภาพการผลิตจำนวน 3 ด้าน คือ 1) ด้านอัตราการเจริญเติบโต 2) ด้านอัตราการแลกเนื้อ และ 3) ด้านต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนัก 1 กิโลกรัม

2. การวิเคราะห์ข้อมูล นำข้อมูลที่ได้จากการบันทึกไปวิเคราะห์หาความแปรปรวน (Analysis of Variance; ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มโดยวิธี Least Significant Difference (LSD)

2.3 เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

วัตถุประสงค์ข้อที่ 1 เพื่อศึกษาข้อมูลพื้นฐานของเกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์น้ำเศรษฐกิจ ปัญหาและความต้องการสร้างอาชีพด้วยการเลี้ยงสัตว์เศรษฐกิจของ อ.บ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี

ใช้วิธีการสัมภาษณ์ข้อมูลเชิงลึก แบบมีโครงสร้างของแบบสอบถาม โดยทำการเก็บข้อมูลจากเกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้งใน จ.เพชรบุรี ออบ.บางขุนไทร และอบต. บางตะบูน แล้วนำข้อมูลที่ได้มาสังเคราะห์เพื่อหาสาเหตุของปัญหาและสร้างข้อสรุปในการแก้ไขปัญหา ร่วมกับนักวิชาการ

วัตถุประสงค์ข้อที่ 2 ศึกษาสูตรพื้นฐานและกรรมวิธีการผลิตสารเสริมในอาหารสัตว์น้ำเศรษฐกิจ โดยใช้ประโยชน์จากจุลินทรีย์โพรไบโอติกเพื่อเป็นสารเสริมในอาหารเลี้ยงสัตว์น้ำเศรษฐกิจใน อ.บ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี

ใช้วิธีการโดยนำเชื้อจุลินทรีย์ที่คัดเลือกได้จาก ชุมชนและไส้กึ่ง มาแยกเชื้อบริสุทธิ์ แล้วพิสูจน์เอกลักษณ์ลำดับเบสวิธี 16S rDNA การทดลองในกุ้ง และปลา วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) โดยสุ่มสัตว์ทดลองออกเป็น 3 ทรีตเมนต์ๆ ละ 3 ซ้ำๆ โดยเลี้ยงระยะเวลาในการทดลอง 62 วัน ทั้งนี้ ไม่รวมระยะเวลาการปรับสัตว์ 7 วัน ได้รับอาหารทดลองให้กินแบบเต็มที่ (ad libitum) ดังนี้ กลุ่มทดลองที่ 1 (T1) ได้รับอาหารสำเร็จรูปผสมรา (กลุ่มควบคุม) กลุ่มทดลองที่ 2 (T2) ได้รับอาหารรามาหมักยีสต์ กลุ่มทดลองที่ 3 (T3) ได้รับอาหารนมหมักอีเอ็มผสมแบคทีเรีย

การเตรียมอาหารทดลอง อาหารทดลองเป็นอาหารผสม 3 ชนิด ดังนี้ 1) อาหารสำเร็จรูปผสมรา 2) อาหารรามาหมักยีสต์ และ 3) อาหารนมหมักอีเอ็มผสมแบคทีเรีย โดยให้กุ้ง และปลา กินอาหารแบบ ไม่จำกัด

- อาหารสำเร็จรูปผสมรา ประกอบด้วย อาหารผสม (ราผสม จำนวน 2 ส่วน + อาหาร สำเร็จรูป สำหรับไก่เนื้อระยะแรกเกิด โปรตีนไม่น้อยกว่า ร้อยละ 21 จำนวน 1 ส่วน) ต้นทุนค่าอาหาร 6.93 บาท/ กิโลกรัม น้ำหนักแห้ง และอาหารผสมสำเร็จรูป 12.79 บาท/ กิโลกรัม

- อาหารรามาหมักยีสต์ ประกอบด้วย อาหารผสม (น้ำ 200 กรัม + ยีสต์ 50 กรัม + กากน้ำตาล 800 กรัม+ ราผสม ใช้เวลาหมักอย่างน้อย 14 วัน) ต้นทุนค่าอาหาร 4.13 บาท/ กิโลกรัม น้ำหนักแห้ง หมายถึง ยีสต์ 180 บาท/ กิโลกรัม กากน้ำตาล 10 บาท/ กิโลกรัม

- อาหารนมหมักอีเอ็มผสมแบคทีเรีย ประกอบด้วย อาหารผสม (นมหมักอีเอ็ม จำนวน 50 มิลลิลิตร จำนวน 1 กิโลกรัม) ต้นทุนค่าอาหาร 4.80 บาท/ กิโลกรัม น้ำหนักแห้ง หมายถึง โดยนมหมักอีเอ็ม ประกอบด้วย นมสด 100 ลิตร + หัวเชื้ออีเอ็ม 1 ลิตร + กากน้ำตาล 15 กิโลกรัม ใช้ระยะเวลาหมักอย่างน้อย 21 วัน ต้นทุนนมหมักอีเอ็ม 0.17 บาท/ มิลลิลิตร

2.4 การเก็บและวิเคราะห์ข้อมูล

2.4.1 การเก็บข้อมูลสมรรถภาพการผลิตจำนวน 3 ด้าน คือ 1) ด้านอัตราการเจริญเติบโต 2) ด้านอัตราการแลกเนื้อ และ 3) ด้านต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนัก 1 กิโลกรัม

2.4.2 การวิเคราะห์ข้อมูล นำข้อมูลที่ได้จากการบันทึกไปวิเคราะห์หาความแปรปรวน (Analysis of Variance; ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มโดยวิธี Least Significant Difference (LSD)

2.5 การสร้าง learning and innovation platform ในพื้นที่

learning and innovation platform คือตัวแบบการเรียนรู้เพื่อนำไปสู่การสร้างการเปลี่ยนแปลงในพื้นที่โดยมีองค์ประกอบที่สำคัญ 1 พื้นที่การเรียนรู้ร่วมกัน 2 มีการสร้างเป้าหมายของการเรียนรู้ร่วมกัน 3 วิทยากรกระบวนการจัดการความรู้ 4 ความรู้หรือนวัตกรรมหรือเทคโนโลยีที่พร้อมใช้ 5 กิจกรรมสำหรับโครงการวิจัยนี้เป็นโครงการที่จะพัฒนานวัตกรรมสูตรอาหารเพื่อช่วยแก้ปัญหาของเกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์น้ำในพื้นที่อำเภอบ้านแหลมจังหวัดเพชรบุรี และงานวิจัยนี้จะต้องดำเนินการร่วมกับโครงการย่อยที่ 2 โครงการการออกแบบและสร้างเครื่องอัดรีดร้อนสำหรับการผลิตอาหารเลี้ยงสัตว์เนื่องจากในโครงการที่ 1 ได้ศูนย์อาหารเรียบร้อยแล้ว จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องส่งมอบข้อมูลต่างๆรวมถึงสูตรและวิธีการคำนวณต่างๆเพื่อนำวัตถุดิบที่ได้เข้าสู่เครื่องอัดรีดร้อนให้ออกมาเป็น

อาหารสัตว์น้ำและนำไปทดสอบกับสัตว์น้ำต่อไปตั้งนั้นการคัดเลือกนวัตกรชาวบ้านจึงใช้กลุ่มเดียวกันเพื่อให้วัตกรชาวบ้านนั้นสามารถเข้าใจถึงสูตรกรรมวิธีการผลิตและการผลิตออกมาเป็นอาหารสัตว์น้ำได้อย่างครบวงจร

3. ผลการทดลองและวิจารณ์ผล หรือผลการศึกษาและอภิปรายผล

- สูตรอาหารที่ได้ไปทดลองเลี้ยงบ่อทดลองโดยมีการควบคุมปริมาณของลูกกุ้งและการให้อาหาร



รูปที่ 1 การเลี้ยงกุ้งในบ่อทดลอง



รูปที่ 2 กุ้งที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรที่ได้จากการดำเนินการวิจัย

ตารางที่ 1 ผลการเจริญเติบโตของกุ้ง

อายุ	ชนิดสายพันธ์	ขนาดกุ้ง	วัตถุดิบ	
ลูกกุ้งระยะที่2	กุ้งขาว	0.2- 1 g	Protein > 38 Fat > 5 Fiber <3 Moisture <11	ปลาป่น ปลาหมึกป่น น้ำมันปลา กากถั่วเหลือง, กูลูเตนข้าวสาลี, แป้งสาลี, ปลาไฮโดรไลเสต, อาหารตับปลาหมึก, เลซิดิน, วิตามิน เกลือแร่ และสารกันบูด
ลูกกุ้ง	กุ้งขาว	1-3 g	Protein > 38 Fat > 5 Fiber <3 Moisture <11	ปลาป่น ปลาหมึกป่น น้ำมันปลา กากถั่วเหลือง, กูลูเตนข้าวสาลี, แป้งสาลี, ปลาไฮโดรไลเสต, อาหารตับปลาหมึก, เลซิดิน, วิตามิน เกลือแร่ และสารกันบูด

ตารางที่ 2 การวิเคราะห์ต้นทุนการเลี้ยงกุ้งขาว

รายละเอียดค่าใช้จ่าย	หน่วยนับ	จำนวนเงิน	ร้อยละ
ลูกกุ้ง	120,000 ตัว/บ่อ	13,200	11.0
ค่ายาปฏิชีวนะ	1 ครั้ง/บ่อ	2,000	1.7
ค่าปูนขาวปรับสภาพ	1 ครั้ง/บ่อ	1,500	1.2
ค่าน้ำมันเชื้อเพลิงขับเคลื่อน	2 เดือน/บ่อ	16,000	13.3
*ค่าอาหารกุ้ง	2,150 กิโลกรัม/บ่อ	77,400	64.4
ขนส่งกุ้ง (รถ 6 ล้อ)	1 เที่ยว/บ่อ	3,500	2.9
ค่าน้ำแข็ง	1 เที่ยว/บ่อ	120	0.1
ค่าซ่อมบำรุงเครื่องจักร	1 ครั้ง/บ่อ	1,500	1.2
ค่าแรงจับกุ้ง	1 ครั้ง/บ่อ	5,000	4.2
ต้นทุน (ไม่รวมค่าอาหารกุ้ง)		42,820 บาท/บ่อ	
ต้นทุนรวมการเลี้ยงกุ้งขาว (รวมค่าอาหารกุ้ง)		120,220 บาท/บ่อ	
ผลผลิต (90,000 ตัว/บ่อ * 50 ตัว/กิโลกรัม)		1,800 กิโลกรัม/บ่อ	
ต้นทุนเฉลี่ย (ไม่รวมค่าอาหารกุ้ง)		23.8 บาท/กิโลกรัมกุ้งขาว	
ต้นทุนเฉลี่ย (รวมค่าอาหารกุ้ง)		66.8 บาท/กิโลกรัมกุ้งขาว	
ค่าอาหารกุ้ง		36 บาท/กิโลกรัมอาหาร	

หมายเหตุ การประเมินต้นทุนการเลี้ยงกุ้งขาวพิจารณาจากระยะเวลาในการเลี้ยง 60 วัน และขายในจำนวน 50 ตัว/กิโลกรัม

จากผลการทดลองเลี้ยงพบว่า

การใช้สูตรอาหารเลี้ยงกุ้งของเกษตรกรในบ่อทดลอง สามารถลดระยะเวลาในการเลี้ยงกุ้งลงได้จาก 90 วัน เป็น 60 วัน กุ้งมีขนาด 50 ตัว/กิโลกรัม กุ้งสามารถค้นพบอาหารได้ไวขึ้น ร้อยละ 15 เมื่อเทียบกับอาหารที่สูตรปกติ กุ้งมีขนาดโตขึ้น ร้อยละ 5.43 เมื่อเลี้ยงครบระยะเวลา 90 วัน ซึ่งเป็นระยะเวลาที่เลี้ยงปกติและนำวิธี Square method balance เปรียบเทียบการคำนวณ มาเทียบกับคุณค่าทางอาหารของปลาสดสัตว์เศรษฐกิจอื่นที่เลี้ยงในพื้นที่ จังหวัดเพชรบุรีจะได้สูตรอาหารดังนี้

ตารางที่ 3 สูตรอาหารกุ้ง

วัสดุ	ร้อยละโดยน้ำหนัก
ปลาป่น	10
เปลือกกุ้ง	25
กากถั่วลิสง	5
กากถั่วเหลือง	5
ปลายข้าว	25
รำละเอียด	25
น้ำมันปลา	4
วิตามิน + แร่ธาตุ(RMUTP PREMIX)	1

3.2 การวิเคราะห์ผลต่างของต้นทุนจากการใช้นวัตกรรมของการเลี้ยงกุ้งขาว

จากการศึกษาข้อมูลค่าใช้จ่ายในการเลี้ยงกุ้งขาวโดยเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายอื่นๆเช่น ค่าไฟ ค่าแรง ค่าเสื่อมของอุปกรณ์ ต่าง ๆ เป็นต้น เป็นตัวแปรคงที่ดังแสดงตาราง

ตารางที่ 4 บทวิเคราะห์ผลต่างของต้นทุนจากการใช้วัตกรรมการเลี้ยงกุ้งขาว

ลำดับที่	ต้นทุน	จำนวน	หน่วย	ผลการคำนวณ
1	การทำงาน	8	ชั่วโมง/ต่อวัน	-
2	การทำงาน	30	วัน/เดือน	-
3	อัตราการผลิต	50	กิโลกรัม/ชั่วโมง	-
4	อัตราการผลิต		กิโลกรัม/วัน	$=50*8 = 400$
*5	ค่าอาหารกุ้งขาว (จากโครงการย่อยที่ 1)	25.2	บาท/กิโลกรัม	-
6	จำนวนหน่วยไฟฟ้า มอเตอร์ 5 แรงม้า	3.73	หน่วย/ชั่วโมง	-
7	ค่าไฟฟ้า ประเภท 1.2 (บ้านพักอาศัย)	3.5	บาท/หน่วย	-
8	ค่าไฟฟ้า		บาท/วัน	$=3.73*3.5*8 = 104.5$
9	ต้นทุนค่าไฟ		บาท/กิโลกรัม	$= 104.5/400 = 0.26$
10	ค่าบำรุงรักษา	3,000	บาท/เดือน	$= 36,000/12 = 3,000$
11	ค่าบำรุงรักษา		บาท/วัน	$= 3,000/30 = 100$
12	ต้นทุนค่าบำรุงรักษา		บาท/กิโลกรัม	$= 100/400 = 0.25$
13	ค่าแรงงาน	250	บาท/วัน	250
14	ต้นทุนค่าแรงงาน	250	บาท/กิโลกรัม	$= 250/400 = 0.88$
15	ต้นทุนค่าอาหารกุ้งขาวใหม่จากนวัตกรรม ลำดับที่ 5+9+12+14		บาท/กิโลกรัม	$= 25.2 + 0.26 + 0.25 + 0.88 = 26.6$
16	ต้นทุนค่าอาหารกุ้งขาว เดิม	36	บาท/กิโลกรัม	-
17	ผลต่างต้นทุนอาหาร ลำดับที่ 16-15		บาท/กิโลกรัม	$= 36-26.6 = 9.4$
18	ผลต่างต้นทุนอาหารที่ลดลง		ร้อยละ	$= (9.4*100)/36 = 26.1$
19	ร้อยละต้นทุนของค่าอาหารการเลี้ยงกุ้งขาว จากตาราง 4.1	64.4	ร้อยละ	-
20	ผลการเปลี่ยนแปลงภาพรวมต้นทุนรวมจากค่าอาหารกุ้งขาว	$=9.4*100 / 36 = 26.$		ร้อยละ 26.1
21	กุ้งขาวกินอาหารทั้งหมด	2,150	กิโลกรัม/บ่อ	-
22	ลดรายจ่ายค่าอาหารกุ้งขาว	$= 2,150*9.4$		20,210 บาท/บ่อ
23	ผลตอบแทนของการลงทุน (ROI)	$= (9.4/26.6) *100$		ร้อยละ 35.3

หมายเหตุ *ค่าการผลิตโดยใช้เครื่องจักรเป็นผลของต้นทุนที่ได้จากนวัตกรรมในโครงการย่อยที่ 2

ผลจากตารางที่ 3.8 พบว่า ต้นทุนอาหารกุ้งขาวที่ได้จากนวัตกรรมจากโครงการย่อยทั้งสองโครงการมีค่า 26.6 บาท/กิโลกรัมอาหาร ในขณะที่ต้นทุนอาหารเดิมมีค่า 36. บาท นั้นแสดงว่าสามารถลดต้นทุนค่าอาหารได้ถึง 9.4 บาท/กิโลกรัม ทั้งนี้ หากพิจารณาการลดลงของรายจ่ายภาพรวมการเลี้ยงกุ้งขาวพบว่า มีการเปลี่ยนแปลงต้นทุนลดลงคิดเป็นร้อยละ 26.1 ซึ่งถือว่าบรรลุเป้าหมายของโครงการ จากเป้าหมายของโครงการที่ตั้งไว้ ร้อยละ 10 และมีผลตอบแทนของการลงทุน (ROI) คิดเป็นร้อยละ 31.7

จากข้อมูลที่แสดงในตารางที่ 3.9 พบว่าต้นทุนอาหารกุ้งที่ได้จากนวัตกรรมจากโครงการย่อยทั้งสองสามารถลดต้นทุนลดรายจ่ายค่าอาหารกุ้งขาวได้ถึง 20,210 บาท/บ่อ ผลต่างต้นทุนอาหารที่ลดลง คิดเป็นร้อยละ 26.1 เมื่อคิดผลตอบแทนของการลงทุน (ROI) จะอยู่ที่ร้อยละ 35.3 และต้นทุนของการเลี้ยงปลาตุ๊กที่ได้จากนวัตกรรมจากโครงการย่อยทั้งสองสามารถลดต้นทุนลดรายจ่ายค่าอาหารของการเลี้ยงปลาตุ๊กได้ถึง 21,420 บาท/บ่อ ผลต่างต้นทุนอาหารที่ลดลง คิดเป็นร้อยละ 12.9 เมื่อคิดผลตอบแทนของการลงทุน (ROI) จะอยู่ที่ร้อยละ ร้อยละ 13.3 หากพิจารณาการลดลงของรายจ่ายภาพรวมจะพบว่า มีการเปลี่ยนแปลงต้นทุนลดลงคิดเฉลี่ยเป็นร้อยละ 19.5 ซึ่งถือว่าบรรลุเป้าหมายของโครงการ จากเป้าหมายของโครงการที่ตั้งไว้ ร้อยละ 10 ทั้งนี้คิดจากราคาค่าวัตถุดิบและค่าใช้จ่ายต่าง ๆ เมื่อครั้งลงไปถ่ายทอดโครงการเมื่อเดือน กรกฎาคม 2564

4. สรุป

1. เชื้อจุลินทรีย์ที่คัดเลือกได้เป็นเชื้อจุลินทรีย์ธรรมชาติที่เกษตรกรได้เพาะเลี้ยงอยู่แล้ว โดยได้จากนายสมศักดิ์ สอนขาว ซึ่งเป็นเกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้งในการพื้นที่ อ.บ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี โดยมีชื่อเรียกว่า น้ำแดง ซึ่งเป็นเชื้อจุลินทรีย์โพลีโอบิติก เป็นแบคทีเรียสังเคราะห์แสง (photosynthetic bacteria; PSB) พบกระจายทั่วไปในธรรมชาติตามแหล่งน้ำจืด น้ำเค็ม ทะเลสาบ น้ำเค็ม น้ำทะเลสาบที่มีความปนเปื้อน น้ำที่มีความปนเปื้อนนอกจากนี้ยังพบตามแหล่งน้ำเสีย ขอบำบัดน้ำเสีย (Levett, 1990; Imhoff, 1992; Brock, 1994) บทบาทของแบคทีเรียสังเคราะห์แสงมีความสำคัญในกระบวนการนำก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ไปใช้

(CO₂ - assimilation) และการตรึงไนโตรเจน (nitrogen fixation) นอกจากนี้ยังมีบทบาทสำคัญในห่วงโซ่อาหารซึ่งสัตว์ขนาดเล็ก ปลา กุ้ง หอย และปูสามารถนำแบคทีเรียสังเคราะห์แสงมาใช้อาหารได้

2. การเตรียมแบคทีเรียสังเคราะห์แสงประกอบด้วย น้ำแบคทีเรียสังเคราะห์แสง เลี้ยงด้วยอาหารเลี้ยงเชื้อ Glutamate malate (GM) ในหลอด ทดลองขนาด 15 มิลลิลิตร และทำการขยายเชื้อให้ได้ปริมาณมากในขวดขนาด 5 ลิตร ด้วยอาหารผสม ส่วนผสมปริมาณ/น้ำ 5 ลิตร หัวเชื้อแบคทีเรียสังเคราะห์แสง 2.5 ลิตร ผงปุ๋ยรอส 1 ช้อนโต๊ะ ไข่ 1 ฟอง เปลือกไข่บดละเอียด 1 ฟอง ทั้งหมดให้เข้ากัน แล้วปิดฝาขวดเพื่อไม่ให้สิ่งปนเปื้อนเข้าไป และ นำไปวางให้โดนแสงแดด หลังจากนั้นเขย่าขวดทุกวันเป็นเวลา 14 วัน ส่วนการเจริญเติบโตด้านความยาว พบว่า ลูกกุ้งขาวที่อนุบาลด้วยแบคทีเรียสังเคราะห์แสง มีการเจริญเติบโตด้านความยาวมากกว่าที่เลี้ยงด้วยอาหารลูกกุ้งเพียงอย่างเดียว โดยมีความยาว 1.43 ± 0.06 และ 1.20 ± 0.00 เซนติเมตรตามลำดับ

2. สูตรพื้นฐานและกรรมวิธีการผลิตสารเสริมในอาหารสัตว์น้ำเศรษฐกิจ สูตรพื้นฐานในอาหารเลี้ยงสัตว์น้ำเศรษฐกิจที่ได้มีส่วนผสมที่สำคัญคือ เศษปลาป่น ไล่ปลาป่น กากถั่วเหลือง ปลาขี้ขาวหัก เศษธัญพืชประเภทถั่ว ถั่วเหลือง ถั่วเขียว รมูตพรีมิกซ์ และโปรไบโอติกจุลินทรีย์น้ำแดงนำส่วนผสมที่สำคัญทั้งหมด ผสมเข้าด้วยกันแล้วนำไปใส่ในเครื่องอัดรีดร้อนผลจาก การทดลองเลี้ยงพบว่าสามารถใช้เวลาในการเลี้ยง 60 วันให้ขนาดของกุ้งอยู่ที่ 50 ตัวต่อกิโลกรัมกุ้งเข้าจับอาหารได้เพิ่มขึ้น 15% ลดต้นทุนค่าอาหารลงได้ประมาณ ร้อยละ 16.8 แล้วได้คุณค่าทางโภชนาการที่สำคัญคือโปรตีนสูงถึงร้อยละ 35 ถึง 39 ซึ่งจากผล การทดลองนี้อาหารกุ้งจึงเหมาะสมกับการเลี้ยงในระยะที่ 2 ซึ่งเป็นระยะที่โตแล้วเนื่องจากกุ้งเมื่อโตแล้วจะมีความต้องการโปรตีน ในอาหาร

3. อาหารอาหารเลี้ยงสัตว์ สามารถลดต้นทุนรายจ่ายค่าอาหารกุ้งขาวได้ถึง 20,210 บาท/บ่อ ผลต่างต้นทุนอาหารที่ ลดลง คิดเป็นร้อยละ 26.1 เมื่อคิดผลตอบแทนของการลงทุน (ROI) จะอยู่ที่ร้อยละ 31.7 และต้นทุนของการเลี้ยง

4. เกิดนักวิจัยชาวบ้านหรือวิสาหกิจชาวบ้าน ที่สามารถผลิตอาหารเลี้ยงสัตว์ ผสมสูตร การหมักเชื้อจุลินทรีย์ และการคิด คำนวณสูตรอาหาร ได้อย่างครบวงจรโดยการวิจัยครั้งนี้มีวิสาหกิจชาวบ้านที่ผ่านการคัดเลือกและสามารถผสมสูตรรวมถึงเพาะเลี้ยง เชื้อจุลินทรีย์น้ำแดงได้จำนวนทั้งสิ้น 3 คน ประกอบด้วย นายสมศักดิ์ สอนขาว นายสุชาติ รุ่งเพียร และนายสำราญ อ่วมอัน

5. กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยเรื่อง การประยุกต์ใช้วัตถุดิบท้องถิ่นในการผลิตอาหารเพื่อการเลี้ยงสัตว์น้ำเศรษฐกิจของอำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี คณะผู้จัดทำขอขอบคุณอาจารย์ทุกท่านของคณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ สถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบ บริหารธุรกิจ วิทยาศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ในการ ปฏิบัติงานตลอดช่วงระยะเวลา 12 เดือนที่ผ่านมา ทำให้งานสำเร็จไปได้ด้วยดี และขอขอบความดีนี้แก่ทุกท่านที่กล่าวมารวมถึง ผู้ให้การช่วยเหลือที่ไม่ได้เอ่ยถึงมา ณ ที่นี้ด้วย

6. เอกสารอ้างอิง

กองเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง และกองส่งเสริมการประมง, (ม.ป.ป.) การเลี้ยงกุ้งก้ามกราม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, สำนักส่งเสริม และฝึกอบรม, กรุงเทพฯ: 2559.

จริยา สุทธิไชยา, การปนเปื้อนและการถ่ายทอดเชื้อไวรัสในผลิตภัณฑ์กุ้งขาวแวนนาไม แข็งแรงถอดหัวปก วิทยานิพนธ์ วท.บ. , มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ, 2559.

จิตรา บุญยงค์, วิเคราะห์หาปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณผลผลิตของเกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้งขาว วิทยานิพนธ์ วท.บ. , มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ, 2547.

ธิรประภา รัตนโชติ, การทดลองใช้น้ำนิ่งปลาทดแทนโปรตีนจากปลาป่น และเสริมกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในอาหารเลี้ยงกุ้งขาว แวนนาไม วิทยานิพนธ์ วท.บ. , มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ: 2547.

พัลลภ ประจง, ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเลี้ยงกุ้งขาวของเกษตรกรฟาร์มมาตรฐาน จีเอพี อำเภอกันตัง จังหวัดตรัง วิทยานิพนธ์ วท.บ. , มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ, 2547.

พิทักษ์สิทธิ์ ฉายะภูติ, การตลาดเกษตร กรุงเทพมหานครการพิมพ์, กรุงเทพฯ: 2561.

ยนต์ มุสิก, การเพาะเลี้ยงกุ้งก้ามกราม, โรงพิมพ์ปาหเพ็ญการช่าง สระบุรี: 2559.

ยุพินท์ วิวัฒน์ชัยเศรษฐ์ และ รัชนิบูลย์ ทิพย์เนตร. (ม.ป.ป.), การเลี้ยงกุ้งก้ามกราม, กรมประมงสำนักพัฒนาและถ่ายทอดเทคโนโลยี การประมง ส่วนเผยแพร่การประมง, กรุงเทพฯ: 2561.

รายงานประจำปี, กรุงเทพฯ: กรมส่งเสริมการเกษตร, 2562.

รายงานประจำปี, กรุงเทพฯ: สำนักงานสถิติแห่งชาติ, 2560.

- เรืองโร โตกฤษณะ, สถานภาพการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำไทยในบริบทของประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน, ซีโน พับลิชชิ่ง แอนด์ แพคเกจจิ้ง กรุงเทพฯ: 2560,
- วรลักษณ์ ศรีอินทร์, การศึกษาการจัดการฟาร์มเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมในประเทศไทยและวิเคราะห์หาปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณผลผลิตของเกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้งขาว วิทยานิพนธ์ วท.บ. , มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ, 2547.
- ศิริลักษณ์ หาดเพชร, การวิเคราะห์เศรษฐกิจการผลิตกุ้งขาวในอำเภอกาญจนดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี วิทยานิพนธ์ มหาวิทยาลัยทักษิณ, 2547.
- Afsharmanesh and Sadaghi. (2014). "Effects of dietary alternatives (probiotic, green tea powder, and Kombucha tea) as antimicrobial growth promoters on growth, ileal nutrient digestibility, blood parameters, and immune response of broiler chickens". [Online].Available: <https://www.researchgate.net/publication/257440595>. [Accessed: Nov. 1, 2020].
- Bohmer et al. (2006). "Dietary probiotic supplementation and resulting effects on performance, health status, and microbial characteristics of primiparous sows". [Online].Available: <https://www.researchgate.net/publication/6919354>. [Accessed: Nov. 1, 2020].
- Flint and Garner. (2009). "Feeding beneficial bacteria: A natural solution for increasing efficiency and decreasing pathogens in animal agriculture". [Online].Available: <https://www.researchgate.net/publication/250234309>. [Accessed: Nov. 1, 2020].
- Gallazzi et al. (2009). "Charting the evolution of the ages and metallicities of massive galaxies since $z = 0.7$ ". [Online].Available: <http://adsabs.harvard.edu/ful/2012IAUS..284..465G>. [Accessed: Nov. 1, 2020].
- Jayaraman et al. (2013). "Bacillus subtilis PB6 improves intestinal health of broiler chickens challenged with Clostridium perfringens-induced necrotic enteritis". [Online].Available: <http://www.https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S01690074D>. [Accessed: Nov. 1, 2020].
- Kurtoglu et al. (2004). "Effect of probiotic supplementation on laying hen diets on yield performance and serum and egg yolk cholesterol". [Online].Available: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15666974/>. [Accessed: Nov. 1, 2020].
- Landy and Kavyani (2013). "Action Mechanism and Immunity Status of Broiler Chickens after Spray and Drinking Water Administration of Kanne-Brottrunk". [Online].Available: <http://www.sci epub.com/reference/256675>. [Accessed: Nov. 1, 2020].
- Le Bon et al. (2010). "Probiotics in Animal Nutrition". [Online].Available: <http://www.fao.org/3/a-i5933e.pdf>. [Accessed: Nov. 1, 2020].
- Le Bon et al. (2010). "Using probiotics to improve swine gut health and nutrient utilization". [Online].Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405654516302499>. [Accessed: Nov. 1, 2020].
- Lessard et al. (2009). "Interactive effects of dietary protein concentration and aflatoxin B₁ on performance, nutrient digestibility, and gut health in broiler chicks". [Online].Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0032579119321789>. [Accessed: Nov. 1, 2020].
- Pagnini et al. (2010). "Burden, depression, and anxiety in caregivers of people with amyotrophic lateral sclerosis". [Online].Available: <https://www.researchgate.net/publication/493>. [Accessed: Nov. 1, 2020].
- Tam et al. (2006). "A meta-analysis of the Technology Acceptance Model". [Online].Available: <https://www.researchgate.net/article/abs/pii/01690074D>. [Accessed: Nov. 1, 2020].
- Vanbelle et al. (1990). "Deterioration on the blessed test in Alzheimer's disease: Longitudinal data and their implications for clinical trials and identification..of..subtypes"...[Online].Available:..<http://www.https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/016517819290074D>. [Accessed: Nov. 1, 2020].
- Yousefi and Karkoodi. (2007). "Effect of Probiotic Thepax® and Saccharomyces cerevisiae Supplementation on Performance and Egg Quality of Laying Hens". [Online].Available: <https://scialert.net/abstract/?doi=ijps.2007.52.54>. [Accessed: Nov. 1, 2020].

อิทธิพลของการใช้สารละลายแคลเซียมโบรอนต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพริกหวาน

Influence of Calcium Boron Solution on Growth and Yield of Bell Pepper

นรกมล ขำวารีย์* และ ปรียานัฐ หงษ์ทอง

Narakamon Khamwaree and Preeyanat Hongthong

สาขาการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล อ.ธัญบุรี จ.ปทุมธานี
Department of Crop Production Technology and Landscape Design, Faculty of Agricultural Technology,
Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Thanyaburi, Pathumthani, THAILAND

*Corresponding Author E-mail : Narakamon_k@rmutt.ac.th

บทคัดย่อ

ศึกษาอิทธิพลของการฉีดพ่นสารละลายแคลเซียมโบรอนต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพริกหวาน โดยการปลูกต้นกล้าพริกหวานลงในแปลงปลูกให้น้ำด้วยระบบน้ำหยดทุกวัน วันละ 2 ครั้งๆละ 45 นาที ระยะปลูกระหว่างแถว 150 เซนติเมตร และระหว่างต้น 30 เซนติเมตร การทดลองครั้งนี้มีทั้งหมด 4 สิ่งทดลอง ได้แก่ การฉีดพ่นด้วยน้ำ (ชุดการทดลองควบคุม) การฉีดพ่นแคลเซียม 250 พีพีเอ็มผสมโบรอน 15 พีพีเอ็ม (Ca-B1) การฉีดพ่นแคลเซียม 500 พีพีเอ็มผสมโบรอน 30 พีพีเอ็ม (Ca-B2) และการฉีดพ่นแคลเซียม 750 พีพีเอ็มผสมโบรอน 45 พีพีเอ็ม (Ca-B3) วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ จำนวน 4 ซ้ำ ทำการบันทึกผลการทดลองทางด้านการเจริญเติบโต ประกอบด้วย เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น ค่าความเขียวของใบ ความสูงของต้น ด้านคุณภาพผลผลิต ประกอบด้วย อัตราการติดผล น้ำหนักของผล เส้นผ่านศูนย์กลางของผล ความหนาของเนื้อผล และปริมาณวิตามินซีภายในผล ผลการทดลองสรุปได้ว่า พริกหวานที่ฉีดพ่นสารละลายแคลเซียมโบรอน มีค่าความสูงของต้น และเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น ไม่แตกต่างกันกับชุดการทดลองควบคุม นอกจากนี้ยังพบว่า การฉีดพ่นแคลเซียม 500 พีพีเอ็มผสมกับโบรอน 30 พีพีเอ็ม ส่งผลให้มีค่าความเขียวของใบและอัตราการติดผลมากกว่าชุดการทดลองควบคุม ผลของพริกหวานที่ได้รับการฉีดพ่นสารละลายแคลเซียม 500 พีพีเอ็มผสมกับโบรอน 30 พีพีเอ็ม มีค่าน้ำหนักของผล (133.4 กรัม) เส้นผ่านศูนย์กลางของผล (7.5 มิลลิเมตร) และความหนาของเนื้อผล (5.45 มิลลิเมตร) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลองควบคุม (78.3 กรัม 6.2 มิลลิเมตร และ 3.7 มิลลิเมตร ตามลำดับ) อย่างไรก็ตามการฉีดพ่นสารละลายแคลเซียมโบรอนไม่ส่งผลต่อปริมาณวิตามินซีเมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลองควบคุม

คำสำคัญ: แคลเซียม โบรอน การฉีดพ่นทางใบ พริกหวาน

Abstract

The objective of this research was to study the influence of the foliar application of boron calcium on growth and yield in bell pepper. Seedling bell pepper was planted in a field and irrigated by drip method every day for 45 minutes, twice per day. The plants were spaced 150 cm between rows and 30 cm between hills. The experiment consisted of 4 treatments: a) sprayed with tap water (control); b) 250 ppm calcium + 15 ppm boron solution (Ca-B1); c) 500 ppm calcium + 30 ppm boron solution (Ca-B2) and d) 750 ppm calcium + 45 ppm boron solution (Ca-B3). The study was conducted using a completely randomized design with four replications. Plant growth parameters including stem diameter, leaf greenness and plant height were recorded. Fruit quality including fruit setting, fruit weight, fruit diameter, pulp thickness and vitamin c contents were also determined. The results showed that the stem diameter and plant height application with calcium boron solution were not different when compared with the control. In addition, foliar application of 500 ppm calcium + 30 ppm boron solution had a significantly higher difference in leaf greenness and fruit setting compared with the control. Fruit treated with 500 ppm calcium + 30 ppm boron affected fruit weight (133.4 g), fruit diameter (7.5 mm) and pulp thickness (5.45 mm), significantly different from the control (78.3 g, 6.2 mm and 3.7 mm, respectively). However, foliar application of calcium boron did not affect vitamin c contents when compared with the control.

Keywords: Calcium (Ca), Boron (B), Foliar application, Bell pepper

1. บทนำ

ปัจจุบันทั่วโลกกำลังเผชิญปัญหาสภาวะโลกร้อน โดยในเดือนมกราคม 2563 ทั่วโลกมีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงขึ้นประมาณ 1.14 องศาเซลเซียส และมีค่าสูงที่สุดในรอบ 141 ปีที่ผ่านมา (NOAA, 2020) อุณหภูมิทั่วโลกที่สูงขึ้นส่งผลต่อปริมาณผลผลิตทางการเกษตร เนื่องจากการได้รับอุณหภูมิสูงในช่วงระยะการพัฒนาดอกและการผสมเกสรทำให้อัตราการติดผลของพืชลดลง (Pagamas & Nawata, 2007) โดยเฉพาะพริกหวาน (*Capsicum annuum* L.) ซึ่งเป็นพืชข้ามปี แต่ในทางการค้าส่วนใหญ่นิยมปลูกเพียงฤดูเดียว พริกหวานจะสามารถผสมเกสรได้เมื่อเจริญเติบโตที่อุณหภูมิระหว่าง 20 - 25 องศาเซลเซียส หากอยู่ภายใต้สภาวะอุณหภูมิต่ำกว่า 18 องศาเซลเซียส หรืออุณหภูมิสูงกว่า 32 องศาเซลเซียส จะส่งผลให้อัตราการเจริญเติบโตและอัตราการผสมเกสรต่ำลง (Piriyasakul, 1959) พริกหวานจัดเป็นพืชใบเลี้ยงคู่ที่มีกพบการขาดแคลเซียมและโบรอนอยู่เสมอ เนื่องจากแคลเซียมเป็นธาตุอาหารพืชที่เคลื่อนย้ายได้ยากในพืช (immobile element) การเคลื่อนที่ของแคลเซียมนั้นจึงขึ้นอยู่กับ การดูดและคายน้ำของพืช โดยปกติพืชได้รับธาตุอาหารในรูปของไอออนผ่านการแพร่จากดินสู่ราก นอกจากนี้พืชยังสามารถดูดใช้ไอออนจากสารละลายธาตุอาหารโดยการให้ปุ๋ยทางใบ ซึ่งสามารถฉีดพ่นสารละลายนี้เป็นละอองไปยังใบและลำต้น เพื่อให้ส่วนเหนือดินของพืชดูดใช้ประโยชน์เช่นเดียวกับที่พืชดูดใช้ทางราก แคลเซียม (calcium) เป็นธาตุอาหารที่มีบทบาทสำคัญที่ทำให้ผนังเซลล์เนื้อเยื่อและต้นพืชแข็งแรง (Lester, 1996) ในขณะที่ธาตุอาหารโบรอนช่วยส่งเสริมกระบวนการ absorption, translocation และ metabolism ของน้ำตาลในละอองเรณู หากพืชขาดโบรอนในระยะเจริญพันธุ์ พืชจะแสดงอาการ ออกดอกช้า มีดอกเล็กและไม่สมบูรณ์ จำนวนดอกน้อย ละอองเรณู มีขนาดเล็ก ความงอกต่ำหรือเป็นหมัน ยอดเกสรเพศเมียไม่พร้อมที่จะรับละอองเรณู และยังพบว่าการงอกของหลอดละอองเรณูภายในก้านชูเกสรเพศเมียไม่สมบูรณ์ จึงไม่ปฏิสนธิหรือเกิดการปฏิสนธิช้าส่งผลให้ไม่ติดผลหรือไม่ติดเมล็ด ออวูลไม่พัฒนาจึงไม่เกิดการปฏิสนธิ และถึงแม้จะเกิดการปฏิสนธิ แต่เมล็ดจะไม่สามารถพัฒนาได้ จึงเป็นเมล็ดลีบและไม่สมบูรณ์ มีเปอร์เซ็นต์การงอกต่ำ และส่งผลให้เกิดต้นกล้าที่อ่อนแอ (Sharma et al., 2004) ในงานวิจัยนี้จึงมีความสนใจที่จะศึกษาการเจริญเติบโตและการตอบสนองทางสรีรวิทยาของต้นพริกหวานเมื่อได้รับการฉีดพ่นปุ๋ยทางใบด้วยสารละลายแคลเซียมโบรอนที่มีความเข้มข้นแตกต่างกัน

2. วิธีการทดลอง

ศึกษาผลของสารละลายแคลเซียมและโบรอนต่อการเจริญเติบโตและผลผลิต โดยทำการแช่เมล็ดพริกหวาน ในน้ำอุ่นเป็นเวลา 6 ชั่วโมง จากนั้นนำเมล็ดพริกหวานบ่มลงบนกระดาษเพาะที่ชุ่มน้ำภายในภาชนะสีเหลี่ยมมีฝาปิดเป็นเวลา 7 วัน เมื่อเมล็ดมีรากงอก จึงย้ายเมล็ดลงปลูกในถาดเพาะเมล็ดที่บรรจุด้วยพีทมอสเป็นเวลา 21 วัน ย้ายต้นกล้าพริกหวานลงในแปลงปลูก โดยมีระยะปลูกระหว่างแถว 150 เซนติเมตร และระหว่างต้น 30 เซนติเมตร ให้น้ำด้วยระบบน้ำหยดทุกวัน วันละ 2 ครั้งๆ ละ 45 นาที และฉีดพ่นสารละลายแคลเซียมและโบรอนในความเข้มข้นที่แตกต่างกันตามหน่วยการทดลอง ปริมาณ 100 มิลลิลิตรต่อต้น โดยเริ่มฉีดพ่นให้แก่ต้นพริกหวานที่อายุ 7 วันหลังย้ายปลูก และฉีดพ่นทุก 7 วันตลอดการปลูก ทำการบันทึกผลการทดลองในวันที่ 15 30 45 60 75 90 105 และ 120 วันหลังย้ายปลูก และเก็บเกี่ยวผลผลิตหลังจากพริกหวานติดผล 30 วัน วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design) โดยแต่ละหน่วยการทดลองมีทั้งหมด 4 ซ้ำ (Replication) แต่ละซ้ำมี 5 ต้น โดยแบ่งหน่วยทดลองเป็นดังนี้

1. ชุดการทดลองควบคุม (Control)
2. ฉีดพ่นแคลเซียม 250 พีพีเอ็ม + โบรอน 15 พีพีเอ็ม (Ca-B1)
3. ฉีดพ่นแคลเซียม 500 พีพีเอ็ม + โบรอน 30 พีพีเอ็ม (Ca-B2)
4. ฉีดพ่นแคลเซียม 750 พีพีเอ็ม + โบรอน 45 พีพีเอ็ม (Ca-B3)

บันทึกผลการทดลองทางด้านการเจริญเติบโต โดยการวัดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นด้วยเวอร์เนียคาลิเปอร์ วัดความสูงของต้นส่วนเหนือดิน บันทึกค่าความเขียวของใบ โดยใช้เครื่อง Chlorophyll meter (SPAD-502) บันทึกอัตราการติดผล น้ำหนักของผล เส้นผ่านศูนย์กลางของผล ความหนาของเนื้อผล และทดสอบหาปริมาณวิตามินซีในผลโดยวิธี 2, 6 - dichlorophenolindophenol titrimetric (AOAC, 1990) จากนั้นนำข้อมูลที่ได้อาวิเคราะห์ทางสถิติโดยวิธี Analysis of Variance (ANOVA) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแบบ Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

3. ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

ต้นพริกหวานที่ได้รับการฉีดพ่นสารละลายแคลเซียมโบรอนในวันที่ 15 หลังย้ายปลูก ใบของพริกหวานมีค่าความเขียวของใบมากกว่าและแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 เมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลองควบคุม โดยพบว่าพริกหวานที่ได้รับการฉีดพ่นสารละลายแคลเซียม 500 พีพีเอ็ม และโบรอน 30 พีพีเอ็ม มีค่าความเขียวของใบมากที่สุดโดยมีเฉลี่ยเท่ากับ 51.1 SPAD unit ในขณะที่ชุด

การทดลองควบคุมมีค่าความเขียวของใบเฉลี่ยเท่ากับ 44.5 SPAD unit (ตารางที่ 1) นอกจากนี้ยังพบว่าต้นพริกหวานที่ได้รับการฉีดพ่นสารละลายแคลเซียมโบรอน มีค่าความเขียวของใบมากกว่าพริกหวานที่ไม่ได้รับการฉีดพ่นสารละลายแคลเซียมโบรอนตลอดระยะเวลาทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาในมะเขือเทศ (Kazemi, 2014) โดยพบว่าการฉีดพ่นสารละลายแคลเซียมโบรอนทำให้ปริมาณคลอโรฟิลล์เพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 1 ค่าความเขียวของใบ (SPAD unit) ของต้นพริกหวาน เมื่อได้รับการฉีดพ่นสารละลายแคลเซียมโบรอน เปรียบเทียบกับชุดการทดลองควบคุม

Treatment	Days after transplanted								
	0	15	30	45	60	75	90	105	120
Control	42.7±1.9 ^{1/}	44.5±1.9 ^{2/}	44.6±2.1 b	44.9±1.7 b	43.6±2.9 b	44.3±2.0 b	44.0±3.0 b	43.1±1.8 b	43.3±0.8 b
Ca-B1	43.2±1.1	49.9±2.8 a	50.1±2.4 a	50.9±3.6 a	51.0±1.4 a	52.1±2.0 a	51.7±1.9 a	52.2±1.5 a	52.6±2.1 a
Ca-B2	43.1±1.5	51.1±2.7 a	50.9±3.2 a	51.3±1.6 a	51.6±1.5 a	52.8±2.3 a	52.7±1.7 a	52.8±1.3 a	52.3±1.9 a
Ca-B3	42.9±2.8	44.9±2.2 b	44.6±3.1 b	44.2±3.1 b	43.9±2.9 b	44.5±3.0 b	44.2±2.3 b	44.0±2.2 b	44.0±1.9 b
F-test	Ns	*	*	*	*	*	*	*	*
C.V. (%)	4.5	5.1	5.8	5.5	4.8	4.9	4.7	3.6	3.6

^{1/} ตัวเลขหลังเครื่องหมาย ± คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation; SD)

^{2/} ตัวอักษรตามหลังตัวเลข ที่ไม่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงความแตกต่างกันทางสถิติโดยเปรียบเทียบแบบ Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

^{ns} คือ แสดงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

* คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

ต้นพริกหวานที่ได้รับการฉีดพ่นสารละลายแคลเซียมโบรอนมีค่าความสูงของต้นและเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นไม่แตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลองควบคุม โดยพบว่าเมื่อต้นพริกหวานได้รับการฉีดพ่นสารละลายแคลเซียมโบรอนมีค่าความสูงของต้นมากกว่าชุดการทดลองควบคุมเพียง 0.03 เซนติเมตร ในวันที่ 15 หลังจากการย้ายปลูก (ตารางที่ 2) นอกจากนี้ยังพบว่าต้นพริกหวานที่ได้รับการฉีดพ่นสารละลายแคลเซียม 500 พีพีเอ็มและโบรอน 30 พีพีเอ็ม มีค่าเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นมากที่สุด โดยมีเฉลี่ยเท่ากับ 6.6 มิลลิเมตร ในขณะที่ในชุดควบคุมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.1 มิลลิเมตร (ตารางที่ 3) แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ และยังพบว่ามีความสูงและเส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้นไม่แตกต่างกันตลอดระยะเวลาในการทดลอง ซึ่งสอดคล้องกับการวิจัยของ Shams et al. (2012) ที่ทำการศึกษาให้สารละลายแคลเซียมโบรอนแก่ต้นกุหลาบ พบว่ามีค่าความสูงและค่าเส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้นเพิ่มมากขึ้นเพียงเล็กน้อยเมื่อเทียบกับชุดการทดลองควบคุม แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 2 ความสูง (เซนติเมตร) ของต้นพริกหวาน เมื่อได้รับการฉีดพ่นสารละลายแคลเซียมโบรอน เปรียบเทียบกับชุดการทดลองควบคุม

Treatment	Days after transplanted								
	0	15	30	45	60	75	90	105	120
Control	12.9±1.3 ^{1/}	27.2±1.6	42.9±1.5	64.0±2.5	71.5±1.3	78.3±1.4	85.1±1.3	90.9±1.1	93.7±1.6
Ca-B1	13.4±0.8	27.3±0.8	42.1±2.7	64.1±2.7	72.5±2.1	78.6±2.2	85.5±1.5	92.0±1.3	93.7±2.2
Ca-B2	12.9±0.4	27.1±1.6	42.3±1.7	64.0±2.2	72.8±1.5	78.0±0.7	86.7±1.7	91.5±1.1	93.1±0.7
Ca-B3	13.4±0.5	27.3±2.5	43.0±1.5	65.0±2.1	72.0±2.7	78.0±1.3	86.2±1.6	91.6±1.0	93.3±0.7
F-test	Ns	Ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	6.37	6.34	4.49	3.69	2.73	1.93	1.81	1.23	1.59

ตารางที่ 3 เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (มิลลิเมตร) ของต้นพริกหวาน เมื่อได้รับการฉีดพ่นสารละลายแคลเซียมโบรอนเปรียบเทียบกับชุดการทดลองควบคุม

Treatment	Days after transplanted									
	0	15	30	45	60	75	90	105	120	
Control	3.2±0.2 ^{LC}	6.1±0.2	7.7±0.4	8.3±0.1	8.7±0.2	9.3±0.2	10.0±0.2	10.2±0.1	10.5±0.2	
Ca-B1	3.3±0.2	6.4±0.2	7.8±0.3	8.4±0.2	8.8±0.1	9.4±0.1	9.9±0.2	10.3±0.2	10.5±0.1	
Ca-B2	3.3±0.2	6.6±0.6	7.8±0.3	8.4±0.0	8.7±0.1	9.5±0.2	9.9±0.2	10.3±0.2	10.5±0.1	
Ca-B3	3.1±0.2	6.4±0.1	7.8±0.2	8.4±0.1	8.7±0.2	9.5±0.2	10.0±0.2	10.3±0.1	10.5±0.2	
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	
C.V. (%)	6.1	5.3	4.2	1.6	1.7	1.7	2.0	1.6	1.5	

^{LC} ตัวเลขหลังเครื่องหมาย ± คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation; SD)

ns คือ แสดงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

จากการทดลองฉีดพ่นสารละลายธาตุอาหารพืชแก่ต้นพริกหวาน ผลปรากฏว่า พริกหวานที่ได้รับการฉีดพ่นแคลเซียมโบรอน 500 พีพีเอ็ม โบรอน 30 พีพีเอ็ม มีอัตราการติดผลมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 71.4 เปอร์เซ็นต์ และแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 เมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลองควบคุม ที่มีค่าเฉลี่ยอัตราการติดผลเท่ากับ 44.1 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Salim et al. (2019) ที่ได้ทำการทดลองฉีดพ่นกรดบอริกความเข้มข้น 400 พีพีเอ็มแก่ต้นพริกชี้หนู โดยพบว่าอัตราการติดผลเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เนื่องจากแคลเซียมและโบรอนเป็นธาตุอาหารพืชที่มีความจำเป็นอย่างมากต่อการพัฒนาและเติบโตของพืช เพราะแคลเซียมมีหน้าที่เกี่ยวข้องกับการส่งสัญญาณต่อเซลล์ต่างๆ ทางด้านการตอบสนองของฮอร์โมนภายในต้นพืช สภาวะเครียดภายในพืช การเคลื่อนย้ายน้ำตาล การสังเคราะห์ผนังเซลล์ การสังเคราะห์ลิพิดและโครงสร้างผนังเซลล์ (Blevins & Lukaszewski, 1998) นอกจากนี้การฉีดพ่นแคลเซียมโบรอนยังส่งผลต่อปริมาณออกซินในช่วงการผสมเกสร โดยพบว่า การฉีดพ่นแคลเซียมและโบรอนส่งเสริมการเจริญเติบโตของหลอดละอองเรณู และทำให้ได้รับการปฏิสนธิภายในรังไข่ไว้มากขึ้น จึงส่งผลให้มีอัตราการติดผลและเมล็ดมากขึ้น (Mengel & Kirby, 2001)

การศึกษาคุณภาพผลผลิตของพริกหวานที่ได้รับการฉีดพ่นสารละลายแคลเซียมโบรอน พบว่าผลของพริกหวานที่ได้รับการฉีดพ่นสารละลายแคลเซียมที่ความเข้มข้น 500 พีพีเอ็ม โบรอนที่ความเข้มข้น 30 พีพีเอ็ม มีค่าเฉลี่ยของน้ำหนักผล เส้นผ่านศูนย์กลางของผล และความหนาของเนื้อผลมากกว่าชุดการทดลองควบคุมเฉลี่ยเท่ากับ 55.1 กรัม 1.3 เซนติเมตร และ 1.75 มิลลิเมตร ตามลำดับและแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 (ตารางที่ 4) จากผลการทดลองจะสังเกตเห็นได้ว่า ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักผล เส้นผ่านศูนย์กลางของผล และความหนาเนื้อผลของพริกหวานมีค่าสอดคล้องกันตามลำดับ เนื่องจากแคลเซียมและโบรอนมีบทบาทที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืช โดยสามารถส่งเสริมการพัฒนาและการแบ่งเซลล์ นอกจากนี้ยังช่วยส่งเสริมกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงและการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์เพื่อได้คาร์โบไฮเดรตมาใช้ในการพัฒนาการเจริญเติบโตของผลผลิต (Haque et al., 2011) เมื่อวิเคราะห์ปริมาณวิตามินซีในผลของพริกหวาน พบว่า การฉีดพ่นสารละลายแคลเซียมโบรอนไม่มีอิทธิพลต่อปริมาณวิตามินซีในพริกหวาน (ตารางที่ 4) แม้ว่าจะส่งผลให้ปริมาณวิตามินซีเพิ่มขึ้นเล็กน้อย แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Korkmaz & Aşkin (2015) ที่ทำการทดลองฉีดพ่นสารละลายแคลเซียมและโบรอน ในทับทิมโดยพบว่าปริมาณวิตามินซีไม่แตกต่างกันกับชุดการทดลองควบคุม

ตารางที่ 4 อัตราการติดผล (เปอร์เซ็นต์) น้ำหนักของผล (กรัม) เส้นผ่านศูนย์กลางของผล (เซนติเมตร) ความหนาของเนื้อผล (มิลลิเมตร) และปริมาณวิตามินซี (มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด) ของพริกหวาน ที่ได้รับการฉีดพ่นสารละลายแคลเซียมโบรอนเปรียบเทียบกับชุดการทดลองควบคุม

Treatment	Fruit Quality				
	Fruit setting (%)	Fruit weight (g)	Fruit diameter (cm)	Pulp thickness (mm)	Vitamin c (mg/100g fresh weight)
Control	44.1±3.6 ^{1/} c	78.3±12.5 c ^{2/}	6.2±0.6 b	3.7±0.8 b	112.0±7.1
Ca-B1	67.6±1.6 a	108.9±7.2 b	6.6±0.5 b	5.2±0.4 a	122.8±5.3
Ca-B2	71.4±1.9 a	133.4±7.7 a	7.5±0.6 a	5.5±0.1 a	123.3±9.9
Ca-B3	62.9±2.5 b	117.3±9.2 b	6.9±0.1 ab	4.9±0.2 a	119.5±12.3
F-test	*	*	*	*	ns
C.V. (%)	4.12	8.87	7.18	9.30	7.58

^{1/} ตัวเลขหลังเครื่องหมาย ± คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation; SD)

^{2/} ตัวอักษรตามหลังตัวเลข ที่ไม่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงความแตกต่างกันทางสถิติโดยเปรียบเทียบแบบ Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

ns คือ แสดงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

* คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05



ภาพที่ 1 ลักษณะของผลพริกหวานที่ผ่าตามแนวขวาง เมื่อรับการฉีดพ่นสารละลายแคลเซียมโบรอนที่ได้ ความเข้มข้นแตกต่างกันเปรียบเทียบกับชุดการทดลองควบคุม

4. สรุป

จากการศึกษาการใช้สารละลายแคลเซียมโบรอนต่อการเจริญเติบโตของพริกหวาน สรุปได้ว่า การฉีดพ่นสารละลายแคลเซียมที่ความเข้มข้น 500 พีพีเอ็มผสมโบรอนที่ความเข้มข้น 30 พีพีเอ็ม ส่งเสริมให้พริกหวานมีการเจริญเติบโตทางด้านปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบเพิ่มสูงขึ้น นอกจากนี้ยังส่งผลให้มีค่าน้ำหนักของผล เส้นผ่านศูนย์กลางของผล และความหนาของเนื้อผลเพิ่มขึ้น อีกทั้งยังเพิ่มอัตราการติดผลของพริกหวานได้ถึง 27 เปอร์เซ็นต์

5. กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอขอบคุณกองทุนส่งเสริมงานวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ที่สนับสนุนงบประมาณในการทำวิจัย และคณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี (ศูนย์รังสิต) ที่อำนวยความสะดวกในเรื่องของสถานที่และเครื่องมือในการวิจัย จนกระทั่งรายงานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

6. เอกสารอ้างอิง

- AOAC Association of Official Analytical Chemists. (1990). Vitamin C (reduced ascorbic acid) in ready to feed milk based infant formula 2,6-dichloroindophenol titrimetric method. AOAC International (pp. 1108-1109). Washington, DC.
- Blevins, D.G., & Lukaszewski, K.M. (1998). Boron in plant structure and function. Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology, 49, 481-500.
- Haque, M.E., Paul, A.K., & Sarker, J.R. (2011). Effect of nitrogen and boron on the growth and yield of tomato (*Lycopersicon esculentum* M.). Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2, 277-282.
- Kazemi, M. (2014). Effect of foliar application of humic acid and calcium chloride on tomato growth. Bulletin of Environment, Pharmacology and Life Sciences, 3(3), 41-46.
- Korkmaz, N., & Aşkın, M.A. (2015). Effects of calcium and boron foliar application on pomegranate (*Punica granatum* L.) fruit quality, yield, and seasonal changes of leaf mineral nutrition. International Society for Horticultural Science, 1082, 413-422.
- Lester, G. (1996). Calcium alters senescence rate of postharvest muskmelon fruit disks. Postharvest Biology and Technology, 7, 91-96.
- Mengel, K., & Kirby, E.A. (2001). Principles of plant nutrition. International Potash Institute. (pp 687).
- NOAA National Centers for Environmental Information. (2020, May 13). State of the Climate: Global Climate Report for January 2020. Retrieved from <https://www.ncdc.noaa.gov/sotc/global/202001>
- Pagamas, P. & Nawata, E. (2007). Effect of high temperature during the seed development on quality and chemical composition of chili pepper seed. Japanese Journal of Tropical Agriculture, 51, 22-29.
- Piriyasakul, C. (1959). A comparison of the yield of sweet pepper var. california wonder growing in different spaces. MS Thesis, Kasetsart University, Bangkok.
- Salim, B.B.M., Abd EL-Gawad, H.G., Abou EL-Yazied, A., & Hikal, M.S. (2019). Effect of calcium and boron on growth, fruit setting and yield of hot pepper (*Capsicum annuum* L.). Egyptian Journal of Horticulture, 46, 53-62.
- Shams, M., Etemadi, N., Baninasab, B., Ramin, A.A., & Khoshgoftarmanesh, A.H. (2012). Effect of boron and calcium on growth and quality of easy lover cut rose. Journal of Plant Nutrition, 35, 1303-1313.
- Sharma, R.R., Sharma, V.P., & Pandey, S.N. (2004). Mulching influences plant growth and albinism disorder in strawberry under subtropical climate. Acta Horticulturae, 662, 187-191.

การปลูกกาแฟน้ำหนาวอาราบิก้า อำเภอ้ำหนาว จังหวัดเพชรบูรณ์ Cultivation of Nam Nao Arabica Coffee, Nam Nao District, Phetchabun Province

ฉันทนา ปาปัดถา¹ ปาริชาติ ช้วนรักธรรม² วรัญญา สมศิริ² และ สุรีย์ เนียมสกุล³

¹สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

²คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

³คณะเทคโนโลยีสื่อสารมวลชน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

¹Institute of Research and Development, Rajamangala University of Technology Phra Nakhon

²Faculty of Business Administration, Rajamangala University of Technology Phra Nakhon

³Faculty of Mass Communication Technology, Rajamangala University of Technology Phra Nakhon

e-mail chantana.p@rmutp.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการปลูกกาแฟน้ำหนาวอาราบิก้าของวิสาหกิจชุมชนน้ำหนาวอาราบิก้า ตำบลโคกมน อำเภอ้ำหนาว จังหวัดเพชรบูรณ์ การวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม (PAR: Participatory Action Research) ผลการวิจัยพบว่า การปลูกกาแฟอาราบิก้าของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนน้ำหนาวอาราบิก้า ภายใต้แนวความคิด “กาแฟรักป่า” ด้วยการปลูกกาแฟแซมในป่า โดยใช้แนวต้นไม้เดิม ห่างจากต้นไม้ประธานประมาณ 2 เมตร และปลูกให้คลุมรอบต้นไม้ตามร่มเงา และให้ระยะห่างของต้นกาแฟ 1.50-2.00 เมตร การขุดหลุมไม่ต้องลึกมาก และใช้วิธีการตัดแต่งต้นกาแฟ และให้ยึดไม้ป่าเป็นหลัก ก่อนปลูกกาแฟเกษตรกรจะต้องโรยปูนขาวเพื่อปรับสภาพดินให้มีความเหมาะสม และป้องกันแมลงมากัดรากกาแฟ

คำสำคัญ: กระบวนการปลูก, กาแฟอาราบิก้า, วิสาหกิจชุมชนน้ำหนาวอาราบิก้า

Abstract

The purpose of this research was to study the cultivation of Nam Nao Arabica coffee of Nam Nao Arabica Community Enterprise, Khokmon Subdistrict, Nam Nao District, Phetchabun Province. This research was Participatory Action Research (PAR). The results showed that The Arabica coffee plantation of the Nam Nao Arabica Community Enterprise operated under the concept of “Forest-Love Coffee” by using the method of planting coffee in the forest. The coffee plants were planted along forest trees, about 2 meters away from the trees with a distance of 1.50-2.00 meters between the coffee plants and planted around the trees in the shade. The planting hole is not very deep. The depth is about the size of the bag that was transplanted. Before planting coffee, farmers applied lime to adjust the soil condition to be suitable, and to prevent animals from biting the coffee roots. Coffee plants were pruned mainly based on forest trees.

Keywords: Planting Process, Arabica coffee, Nam Nao Arabica Community Enterprise

1. บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

กาแฟเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของโลกชนิดหนึ่ง เกษตรกรชาวไทยปลูกกาแฟเป็นพืชเศรษฐกิจทั้งภาคเหนือและภาคใต้ โดยภาคเหนือปลูกกาแฟพันธุ์อาราบิก้า (Arabica) และภาคใต้ปลูกกาแฟพันธุ์โรบัสต้า (Robusta) กาแฟอาราบิก้าสายพันธุ์ต่างๆ ได้นำไปปลูกตามแหล่งเพาะปลูกต่างๆ บนที่สูงในพื้นที่ของมูลนิธิโครงการหลวง มูลนิธิแม่ฟ้าหลวง อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ ตามพระราชปณิธานของสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวในการ “ขจัดยาเสพติดให้สิ้นจากแผ่นดินไทย” มุ่งพัฒนาสายพันธุ์กาแฟอาราบิก้าบนพื้นที่โครงการพัฒนาฝางเพื่อให้นำไปเพาะเป็นต้นกล้าและแจกจ่ายแก่ชาวเขาเพื่อนำไปเพาะปลูก หวังยกระดับคุณภาพชีวิตชาวเขาให้ดีขึ้น ทั้งในแง่ของการพัฒนาอาชีพให้ชาวเขาได้มีอาชีพอย่างถาวรยั่งยืน และมีรายได้ต่อครอบครัวที่เพิ่มมากขึ้น ซึ่งประเทศไทยสามารถปลูกกาแฟได้เป็นอันดับที่ 3 ในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้แหล่งปลูกที่เหมาะสมสำหรับกาแฟอาราบิก้า คือ พื้นที่ปลูกตั้งแต่ระดับความสูงที่ 17 องศาเหนือขึ้นไป มีความสูงจากระดับทะเลปานกลางตั้งแต่ 700 เมตรขึ้นไป มีความลาดเอียงไม่เกิน 30 เปอร์เซ็นต์ ลักษณะดินที่เหมาะสม คือดินมีความอุดมสมบูรณ์ ชั้นดินลึกไม่น้อยกว่า 50 เซนติเมตร มีความเป็นกรดต่าง 5.5-6.5 และระบายน้ำดี สภาพภูมิอากาศที่เหมาะสม คือมีอุณหภูมิอยู่ระหว่าง 15-25 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์มากกว่า 60 เปอร์เซ็นต์ แหล่ง

น้ำที่เหมาะสม คือต้องอาศัยน้ำฝนจากธรรมชาติ ปริมาณฝนไม่ต่ำกว่า 1,500 มิลลิเมตรต่อปี มีการกระจายของฝน 5-8 เดือน มีแหล่งน้ำสะอาดและมีปริมาณพอที่จะให้น้ำได้ตลอดช่วงฤดูร้อน ลักษณะพื้นที่ที่ดีควรมีลักษณะพื้นที่ที่ด้านทานต่อโรคราสนิมมีลักษณะต้นเตี้ย ข้อสั้น ผลผลิตสูงสม่ำเสมอ (กองวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร, 2553)

วิสาหกิจชุมชนน้ำหนาวอาราบิก้า ตั้งอยู่ที่เลขที่ 218 หมู่ที่ 2 ตำบลโคกมน อำเภอ้ำหนาว จังหวัดเพชรบูรณ์ โดยกาแฟที่ปลูกเป็นกาแฟพันธุ์อาราบิก้า และถูกนำมาแปรรูปเป็นกาแฟโดยวิสาหกิจชุมชนน้ำหนาว ซึ่งการดูแลและการปลูกจะมีลักษณะที่แตกต่างจากกาแฟทางภาคเหนือที่เป็นกาแฟบนพื้นที่สูง เนื่องจากอำเภอ้ำหนาว จังหวัดเพชรบูรณ์ ซึ่งมีลักษณะพื้นที่เป็นป่าไม้ที่ยังคงอุดมสมบูรณ์ (องค์การบริหารส่วนตำบลน้ำหนาว, 2565)



ภาพที่ 1 ลักษณะของพื้นที่ใน อำเภอ้ำหนาว จังหวัดเพชรบูรณ์ ซึ่งเป็นพื้นที่สูงแวดล้อมไปด้วยต้นไม้ขนาดใหญ่ และพืชสมุนไพรนานาพันธุ์
ที่มา: ฉันทนา ปาปัดถา (2565)

อำเภอ้ำหนาว จังหวัดเพชรบูรณ์ เป็นพื้นที่ที่ตั้งอยู่ในสูงจากระดับน้ำทะเล 650-1200 เมตร และมีสภาพอากาศที่หนาวเย็น สภาพแวดล้อมเป็นธรรมชาติเหมาะแก่การปลูกกาแฟสายพันธุ์อาราบิก้า แต่ด้วยลักษณะพื้นที่ที่มีความแตกต่างจากพื้นที่ทางภาคเหนือ จึงทำให้ลักษณะการปลูกและการดูแลแตกต่างกันออกไป จึงทำให้คณะผู้วิจัยสนใจศึกษาเกี่ยวกับการปลูกกาแฟน้ำหนาวอาราบิก้าของวิสาหกิจชุมชนน้ำหนาวอาราบิก้า ตำบลโคกมน อำเภอ้ำหนาว จังหวัดเพชรบูรณ์ เพื่อรวบรวมเป็นองค์ความรู้เกี่ยวกับกาแฟอาราบิก้า และสามารถนำผลการศึกษาไปต่อยอดในการเลือกพื้นที่ปลูกกาแฟที่มีลักษณะใกล้เคียงกันต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาการปลูกกาแฟน้ำหนาวอาราบิก้าของวิสาหกิจชุมชนน้ำหนาวอาราบิก้า ตำบลโคกมน อำเภอ้ำหนาว จังหวัดเพชรบูรณ์

2. วิธีการศึกษา

การศึกษาการปลูกกาแฟน้ำหนาวอาราบิก้าของวิสาหกิจชุมชนน้ำหนาวอาราบิก้า ตำบลโคกมน อำเภอ้ำหนาว จังหวัดเพชรบูรณ์ โดยใช้การวิจัยเอกสาร (Documentaty Research) ร่วมกับการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม (PAR: Participatory Action Research) โดยทีมนักวิจัยลงพื้นที่ชุมชนเพื่อเรียนรู้และเก็บรวบรวมข้อมูลโดยให้ชุมชนเป็นส่วนหนึ่งในกระบวนการวิจัย ดังนี้

1) กลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ สมาชิกวิสาหกิจชุมชนน้ำหนาวอาราบิก้า จำนวน 20 คน ได้มาด้วยวิธีการเลือกแบบเจาะจงที่เข้าร่วมกิจกรรมและให้ข้อมูลด้วยความสมัครใจ และเป็นสมาชิกกลุ่มไม่น้อยกว่า 3 ปีขึ้นไป

2) เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยวิธีการสัมภาษณ์เชิงลึก (In-depth Interview) แบบมีโครงสร้าง จากกลุ่มเป้าหมายที่กำหนดไว้ โดยมีกรอบคำถามเกี่ยวกับ 1) พื้นที่เพาะปลูกกาแฟน้ำหนาวอาราบิก้าในพื้นที่อำเภอ้ำหนาวของวิสาหกิจชุมชนน้ำหนาวอาราบิก้า 2) การปลูก ประกอบด้วย แนวทางการปลูกกาแฟอาราบิก้าและการดูแลสำหรับปลูกกาแฟอาราบิก้า และ 3) การดูแลกาแฟน้ำหนาวอาราบิก้าในพื้นที่อำเภอ้ำหนาวของวิสาหกิจชุมชนน้ำหนาวอาราบิก้า

3) ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย มีขั้นตอนดังนี้

3.1) ศึกษาแนวคิดทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อสร้างเครื่องมือและเตรียมลงพื้นที่สำหรับการเรียนรู้และเก็บรวบรวมข้อมูล และนำผลการศึกษาเอกสารมาทำการวิเคราะห์และสังเคราะห์องค์ความรู้ที่สำคัญเกี่ยวกับกาแฟสายพันธุ์อาราบิก้า

3.2) สร้างแบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง (Structured Interview) เพื่อใช้ลงพื้นที่ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.2) ลงพื้นที่เก็บรวบรวมข้อมูลการปลูกกาแฟน้ำหนาวอาราบิก้ากับตัวแทนวิสาหกิจชุมชนน้ำหนาวอาราบิก้า อำเภอ น้ำหนาว จังหวัดเพชรบูรณ์ โดยมีตัวแทนชุมชนร่วมดำเนินงานในขั้นตอนต่างๆ ของการลงพื้นที่ เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการปลูกกาแฟน้ำหนาวอาราบิก้า พร้อมบันทึกภาพถ่ายและบันทึกวีดิทัศน์สำหรับการจัดทำรายงานวิจัย

3.3) สัมภาษณ์เชิงลึก (In-depth Interview) เกี่ยวกับการปลูกกาแฟน้ำหนาวอาราบิก้า จากตัวแทนสมาชิกวิสาหกิจชุมชนน้ำหนาวอาราบิก้า อำเภอ น้ำหนาว จังหวัดเพชรบูรณ์ ตามโครงสร้างคำถามที่จัดเตรียมไว้แล้ว และตรวจสอบข้อมูลการปลูกกาแฟน้ำหนาวให้ถูกต้องครบถ้วน

3.4) ถอดบันทึกข้อมูลจากการสัมภาษณ์เชิงลึกเกี่ยวกับกระบวนการปลูกกาแฟน้ำหนาวอาราบิก้า

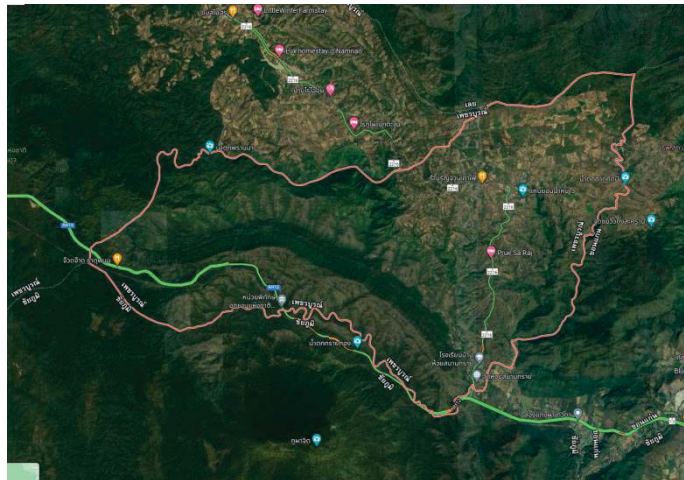
3.5) รวบรวมองค์ความรู้เพื่อสรุปและจัดทำสรุปผลและรายงานผลการดำเนินงาน

4) การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการวิเคราะห์เนื้อหาที่ได้จากการถอดเนื้อหาจากการสัมภาษณ์เชิงลึกในประเด็นต่าง ๆ และนำบทสัมภาษณ์มาวิเคราะห์เนื้อหาตามประเด็นต่างๆ ที่ค้นพบตามวัตถุประสงค์การวิจัย และสรุปผลการศึกษาตามประเด็นคำถามที่กำหนดไว้ พร้อมทั้งตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล เพื่อจัดทำสรุปผลการศึกษา และนำข้อค้นพบจากการวิจัยไปอภิปรายผลการศึกษาพร้อมจัดทำรายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

3. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

การศึกษารูปแบบและผลผลิตกาแฟน้ำหนาวอาราบิก้า จังหวัดเพชรบูรณ์ ด้วยวิธีการจัดสนทนากลุ่ม การสัมภาษณ์เชิงลึก สามารถสรุปองค์ความรู้เกี่ยวกับกระบวนการและผลผลิตกาแฟน้ำหนาวอาราบิก้า จังหวัดเพชรบูรณ์ ดังนี้

1) สภาพพื้นที่ และพื้นที่การเพาะปลูกกาแฟอาราบิก้า อำเภอ น้ำหนาว จังหวัดเพชรบูรณ์ ลักษณะภูมิประเทศเป็นที่ลุ่มแบนท้องกระทะประกอบด้วยเนินเขาป่าและที่ราบ ซึ่งมีลักษณะลาดชันจากเหนือลงใต้ ตอนเหนือมีทิวเขาสูง สภาพภูมิอากาศมีร้อนจัดในฤดูร้อน และหนาวจัดในฤดูหนาว และในอำเภอ น้ำหนาวเป็นอำเภอหนึ่งในจังหวัดเพชรบูรณ์และเป็นเนื้อที่ส่วนหนึ่งของอุทยานแห่งชาติ น้ำหนาว มีเนื้อราว 620 ตารางกิโลเมตร (378,500 ไร่) จัดว่าเป็นเขตป่าสงวนแห่งชาติ ที่อุดมไปด้วยสัตว์ป่านานาชนิดและป่าไม้นานาพรรณ



ภาพที่ 2 พื้นที่อำเภอ น้ำหนาว จังหวัดเพชรบูรณ์

ที่มา: <https://www.google.com/maps/place/>

2) พื้นที่ปลูกกาแฟของสมาชิกวิสาหกิจชุมชนน้ำหนาวอาราบิก้า อำเภอ น้ำหนาว จังหวัดเพชรบูรณ์ การปลูกกาแฟอาราบิก้า ในพื้นที่อำเภอ น้ำหนาว ไม่ได้มีการจัดทำแปลงกาแฟ แต่เป็นการปลูกกาแฟในพื้นที่ป่าชุมชนเพื่อใช้ต้นไม้ใหญ่เป็นพี่ชรั่วมเงาให้กับต้นกาแฟ ทำการปลูกห่างจากต้นไม้ใหญ่ 2 เมตร และมีระยะห่างของกาแฟแต่ละต้นประมาณ 1.50-2.00 เมตร โดยวิสาหกิจชุมชนน้ำหนาวอาราบิก้า มีสมาชิก 40 คน มีพื้นที่เพาะปลูกกาแฟพันธุ์อาราบิก้า ประมาณ 200 ไร่ ครอบคลุมพื้นที่ทั้ง 4 ตำบลของอำเภอ น้ำหนาว ได้แก่ ตำบลโคกมน ตำบลน้ำหนาว ตำบลวังวาง และตำบลหลักด่าน มีตัวอย่างพื้นที่เพาะปลูก ดังภาพ



ภาพที่ 3 ตัวอย่างพื้นที่ป่าชุมชนที่ปลูกกาแฟน้ำหนาวอาราบิก้า
ที่มา: ฉันทนา ปาปัดถา (2565)



ภาพที่ 4 ตัวอย่างแปลงปลูกกาแฟน้ำหนาวอาราบิก้าในพื้นที่ป่าชุมชน
ที่มา: ธนิตา ถวิลวิสาร (2565)



ภาพที่ 5 ต้นกาแฟสายพันธุ์อาราบิก้า
ที่มา: ธนิตา ถวิลวิสาร (2565) (2 ภาพซ้ายมือ) ฉันทนา ปาปัดถา (2565) (2 ภาพขวามือ)

4.1.2 การปลูกกาแฟน้ำหนาวอาราบิก้า จังหวัดเพชรบูรณ์ สามารถนำเสนอผลการศึกษา ดังนี้

กาแฟน้ำหนาวอาราบิก้า เป็นกาแฟที่เหมาะสมกับการปลูกพื้นที่สูง นิยมปลูกในภาคเหนือที่ปลูกบนภูเขาของจังหวัดตาก เชียงใหม่ เชียงราย (อ.แม่สาย) ลำปาง และน่าน ดังนั้น การเลือกสายพันธุ์กาแฟเพื่อปลูกในพื้นที่อำเภอน้ำหนาวที่เหมาะสมจึงเป็นกาแฟอาราบิก้า เนื่องจากพื้นที่อำเภอน้ำหนาว มีลักษณะภูมิประเทศเป็นพื้นที่สูง ล้อมล้อมด้วยหุบเขาน้อยใหญ่ มีพื้นที่ป่าที่ค่อนข้างอุดมสมบูรณ์ โดยมีความสูงจากระดับน้ำทะเล 650-1200 เมตร มีสภาพอากาศที่หนาวเย็น และสภาพแวดล้อมเป็นธรรมชาติ



ภาพที่ 6 กาแฟอาราบิก้า
ที่มา: ฉลาด ลอเฮล่ำ (2562)

แนวทางการปลูกกาแฟอาราบิก้า ที่อำเภอน้ำหนาว จังหวัดเพชรบูรณ์ โดยการรวมกลุ่มของวิสาหกิจชุมชนน้ำหนาวอาราบิก้า อำเภอน้ำหนาว จังหวัดเพชรบูรณ์ ภายใต้แนวความคิด “กาแฟรักป่า” ด้วยการปลูกกาแฟแซมในป่า โดยใช้แนวต้นไม้เดิม กำหนดห่างจากต้นไม้ประธาน 2 เมตร และระยะห่างระหว่างกาแฟแต่ละต้นประมาณ 1.50-2.00 เมตร (มาตรฐานการปลูกกาแฟจะมีระยะห่างที่ 2 เมตร) และปลูกให้คลุมรอบต้นไม้ตามร่มเงา แต่ถ้าระยะห่างน้อยกว่ามาตรฐาน จะใช้วิธีการตัดแต่งต้นกาแฟ และให้ยึดไม้ป่าเป็นหลัก



พื้นที่ปลูกกาแฟกลางป่า



ดอกกาแฟ



ปลูกกาแฟกลางป่า

ภาพที่ 7 การปลูกกาแฟอาราบิก้า “กาแฟดูแลป่า”

ที่มา: ฉันทนา ปาปัดถา (2565)

การขุดหลุมสำหรับปลูกกาแฟอาราบิก้า โดยขุดหลุมสำหรับการปลูกกาแฟไม่ต้องลึกมาก ความลึกจะขุดให้สามารถฝังถุงเพาะกล้าต้นกาแฟเท่านั้น หรือใช้การฝังเมล็ดแล้วทำสัญลักษณ์จุดที่ทำการปลูก เช่น การปักธง การปักไม้ไผ่รอบหลุม เป็นต้น ให้รู้ว่ามีมีการปลูกเมล็ดกาแฟไว้ (การเติบโตของกาแฟจะใช้เวลาประมาณ 45 วัน หากใช้วิธีการฝังเมล็ด) และการเตรียมดินสำหรับปลูกกาแฟอาราบิก้า ในพื้นที่อำเภอน้ำหนาว จังหวัดเพชรบูรณ์ ก่อนปลูกกาแฟ เกษตรกรจะต้องโรยปูนขาวเพื่อปรับสภาพดินให้มีความเหมาะสม และป้องกันแมลงมกัตรากกาแฟ มีขั้นตอนดังภาพประกอบ



ภาพที่ 8 การขุดหลุมใต้ต้นไม้ใหญ่
 ที่มา: ฉันทนา ปาปัดถา (2565)



ภาพที่ 9 หลุมที่พร้อมปลูกกาแฟ
 ที่มา: ฉันทนา ปาปัดถา (2565)



ภาพที่ 10 ใส่ใบไม้เพื่อเป็นปุ๋ยธรรมชาติ
 ที่มา: ฉันทนา ปาปัดถา (2565)



ภาพที่ 11 นำต้นกล้ากาแฟลงหลุม
 ที่มา: ฉันทนา ปาปัดถา (2565)



ภาพที่ 12 กลบดินให้เต็มหลุม
 ที่มา: ฉันทนา ปาปัดถา (2565)



ภาพที่ 13 ต้นกาแฟที่ปลูกแล้ว
 ที่มา: ฉันทนา ปาปัดถา (2565)

การปลูกและการดูแลรักษากาแฟอาราบิก้าน้ำหนาว เมื่อทำการนำต้นกล้ากาแฟอาราบิก้า ปลูกลงหลุมที่เตรียมไว้แล้ว เกษตรกรจะต้องทำการดูแลรักษากาแฟให้สามารถเจริญเติบโตได้ และได้เมล็ดกาแฟที่มีคุณภาพ โดยเน้นการปลูกกาแฟควบคู่กับการดูแลรักษาป่าให้มีความอุดมสมบูรณ์ ดังนี้

1) การปลูกกาแฟในฤดูฝน หากฝนไม่ตกให้รดน้ำหลังปลูกเสร็จ กรณีดินแห้ง 1 ครั้ง เพื่อปิดช่องโหว่ของดินและรักษาความชื้น โดยช่วงระยะเวลาในการปลูกในฤดูฝน คือระหว่างเดือนพฤษภาคม-กรกฎาคม หากมีฝนตก เกษตรกรไม่จำเป็นต้องรดน้ำ และให้ใช้ไม้ที่มีความสูงประมาณ 50 เซนติเมตร ปักไว้เพื่อแสดงตำแหน่งของต้นกาแฟ เพื่อป้องกันการตัดทิ้งหรือโดนทำลาย ก่อนที่ต้นกาแฟจะโตจนสามารถสังเกตเห็นได้

2) การปลูกกาแฟนอกฤดูฝน จะต้องรดน้ำในช่วงเช้าหรือเย็น อย่างน้อยสัปดาห์ละ 1 ครั้ง หรือใช้ฟางคลุมหน้าดิน หากพื้นที่ปลูกกาแฟเป็นพื้นที่แห้งแล้ง ใช้ถ่านคลุกกับดินใส่ในหลุม และหากไม่มีอะไรคลุมหน้าดินต้องรดน้ำให้กับกาแฟทุกวัน

3) การดูแลรักษาและตัดกิ่ง เพื่อเพิ่มการเจริญเติบโตของต้นกาแฟ ให้ทำการตัดกิ่งต่ำกว่า 50 เซนติเมตร เพื่อให้ลำต้นโปร่ง สามารถป้องกันแมลงหรือมอดกาแฟได้

4) ศัตรูของกาแฟอาราบิก้า หากแล้งมากๆ จะมีเพลี้ยกาแฟ ที่จะทำลายต้นกาแฟ และส่งผลต่อผลผลิตของกาแฟในปีนั้นๆ ดังนั้นเมื่อพบเพลี้ยกาแฟ ใช้น้ำผสมสบู่รดกาแฟเพื่อล้างเพลี้ยออกจากใบกาแฟ เป็นอีกหนึ่งวิธีการสำหรับการกำจัดศัตรูของกาแฟอาราบิก้า



ภาพที่ 14 ต้นกาแฟในป่าชุมชน
ที่มา: ฉันทนา ปาปัดถา (2565)



ภาพที่ 15 กาแฟกำลังออกดอก
ที่มา: ฉันทนา ปาปัดถา (2565)



ภาพที่ 9 ลูกกาแฟเชอรี่พร้อมเก็บเกี่ยว
ที่มา: ฉันทนา ปาปัดถา (2565)



ภาพที่ 9 เมล็ดกาแฟ Honey Process
ที่มา: ฉันทนา ปาปัดถา (2565)

4. สรุป

การปลูกกาแฟอาราบิก้าของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนน้ำหนาวอาราบิก้า อำเภอ น้ำหนาว จังหวัดเพชรบูรณ์ ภายใต้แนวคิด “กาแฟรักป่า” ด้วยการปลูกกาแฟแซมในป่า โดยใช้แนวต้นไม้เดิม ห่างจากต้นไม้ประธาน 2 เมตร และระยะห่างระหว่างกาแฟแต่ละต้นประมาณ 1.50-2.00 เมตร (มาตรฐานการปลูกกาแฟจะมีระยะห่างที่ 2 เมตร) และปลูกกาแฟรอบต้นไม้ตามร่มเงาของต้นไม้ แต่ถ้าปลูกกาแฟโดยใช้ระยะห่างน้อยกว่ามาตรฐาน สามารถใช้วิธีการตัดแต่งต้นกาแฟ และให้ยึดการดูแลรักษาต้นไม้ในป่าเป็นหลัก

การขุดหลุมสำหรับปลูกกาแฟอาราบิก้า โดยหลุมจะขุดไม่ต้องลึกมาก ความลึกจะขุดให้สามารถฝังปุ๋ยคอกใส่ต้นกาแฟเท่านั้น หรือใช้การฝังเมล็ดแล้วมาร์คจุดไว้ให้รู้ว่ามีการปลูกเมล็ดกาแฟไว้ (การเติบโตของกาแฟจะใช้เวลาประมาณ 45 วัน หากใช้วิธีการฝังเมล็ด) และการเตรียมดินสำหรับปลูกกาแฟอาราบิก้า อำเภอ น้ำหนาว จังหวัดเพชรบูรณ์ ก่อนปลูกกาแฟ เกษตรกรจะต้องโรยปูนขาวเพื่อปรับสภาพดินให้มีความเหมาะสม และป้องกันแมลงมากัดรากกาแฟ

การปลูกและการดูแลรักษากาแฟอาราบิก้า น้ำหนาว เมื่อทำการนำต้นกล้ากาแฟอาราบิก้า ปลูกลงหลุมที่เตรียมไว้แล้ว เกษตรกรจะต้องทำการดูแลรักษากาแฟให้สามารถเจริญเติบโตได้ และได้เมล็ดกาแฟที่มีคุณภาพ โดยเน้นการปลูกกาแฟควบคู่กับการดูแลรักษาป่าให้มีความอุดมสมบูรณ์ โดยสามารถทำการปลูกกาแฟในฤดูฝน หรือการปลูกกาแฟนอกฤดูฝนก็ได้ และดูแลรักษาด้วยการตัดกิ่งเพื่อเพิ่มการเจริญเติบโต และป้องกันศัตรูของกาแฟอาราบิก้า ได้แก่ เพลี้ยกาแฟ ให้ใช้น้ำผสมสบู่แล้วนำน้ำที่ผสมแล้วมารดตามใบกาแฟเพื่อล้างเพลี้ยออกจากใบกาแฟ

5. กิตติกรรมประกาศ

บทความวิจัยเรื่อง กระบวนการปลูกกาแฟน้ำหนาวอาราบิก้า จังหวัดเพชรบูรณ์ เป็นส่วนหนึ่งของการวิจัยเรื่อง กลยุทธ์การสร้างเอกลักษณ์และการตลาดดิจิทัลสำหรับกาแฟและชาดอกกาแฟท้องถิ่น วิสาหกิจชุมชนน้ำหนาวอาราบิก้า จังหวัดเพชรบูรณ์ ได้รับทุนสนับสนุนงานพื้นฐานของสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) ประจำปี พ.ศ. 2565 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร และขอขอบคุณประธาน และสมาชิกวิสาหกิจชุมชนน้ำหนาวอาราบิก้า อำเภอน้ำหนาว จังหวัดเพชรบูรณ์ ที่ให้ความร่วมมือในการวิจัยจนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

6. เอกสารอ้างอิง

กองวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร. (2553). **ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมที่สูง สรุปลสถานการณ์กาแฟปี 2553 และแนวโน้มปี 2554.**

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ. สืบค้นจาก <http://www.oae.go.th/download/journal/trends2555.pdf>

กุเกิลแมป. (2565). **พื้นที่อำเภอน้ำหนาว จังหวัดเพชรบูรณ์.** สืบค้นจาก <https://www.google.com/maps/place/>

ฉลาด ลอเหล่า. (2562). **กาแฟอาราบิก้า.** ถ่ายเมื่อ 20 กรกฎาคม 2562.

ฉันทนา ปาปัตถา. (2565). **ตัวอย่างพื้นที่ป่าชุมชนที่ปลูกกาแฟน้ำหนาวอาราบิก้า.** ถ่ายเมื่อ 1 พฤษภาคม 2565.

ฉันทนา ปาปัตถา. (2565). **ต้นกาแฟสายพันธุ์อาราบิก้า.** ถ่ายเมื่อ 1 พฤษภาคม 2565.

ฉันทนา ปาปัตถา. (2565). **การปลูกกาแฟอาราบิก้า “กาแฟดูแลป่า”.** ถ่ายเมื่อ 1 พฤษภาคม 2565.

ฉันทนา ปาปัตถา. (2565). **การขุดหลุมใต้ต้นไม้ใหญ่.** ถ่ายเมื่อ 1 พฤษภาคม 2565.

ฉันทนา ปาปัตถา. (2565). **หลุมที่พร้อมปลูกกาแฟ.** ถ่ายเมื่อ 1 พฤษภาคม 2565.

ฉันทนา ปาปัตถา. (2565). **ใส่ใบไม้เพื่อเป็นปุ๋ยธรรมชาติ.** ถ่ายเมื่อ 1 พฤษภาคม 2565.

ฉันทนา ปาปัตถา. (2565). **นำต้นกล้ากาแฟลงหลุม.** ถ่ายเมื่อ 1 พฤษภาคม 2565.

ฉันทนา ปาปัตถา. (2565). **กลบดินให้เต็มหลุม.** ถ่ายเมื่อ 1 พฤษภาคม 2565.

ฉันทนา ปาปัตถา. (2565). **ต้นกาแฟที่ปลูกแล้ว.** ถ่ายเมื่อ 1 พฤษภาคม 2565.

ฉันทนา ปาปัตถา. (2565). **ต้นกาแฟในป่าชุมชน.** ถ่ายเมื่อ 1 พฤษภาคม 2565.

ฉันทนา ปาปัตถา. (2565). **กาแฟกำลังออกดอก.** ถ่ายเมื่อ 1 พฤษภาคม 2565.

ฉันทนา ปาปัตถา. (2565). **ลูกกาแฟเซอร์รี่พร้อมเก็บเกี่ยว.** ถ่ายเมื่อ 1 พฤษภาคม 2565.

ฉันทนา ปาปัตถา. (2565). **เมล็ดกาแฟ Hony Process.** ถ่ายเมื่อ 1 พฤษภาคม 2565.

ธนิตา ถวิลวิสาร. (2565). **ตัวอย่างการปลูกกาแฟน้ำหนาวอาราบิก้าในพื้นที่ป่าชุมชน.** ถ่ายเมื่อ 1 พฤษภาคม 2565.

ธนิตา ถวิลวิสาร. (2565). **ต้นกาแฟสายพันธุ์อาราบิก้า.** ถ่ายเมื่อ 1 พฤษภาคม 2565.

องค์การบริหารส่วนตำบลน้ำหนาว. (2565). **ประวัติและข้อมูลสภาพทั่วไป.** สืบค้นจาก

<https://namnao.go.th/public/texteditor/data/index/menu/237>

ผลของออกซินต่อการชักนำรากในสภาพปลอดเชื้อ และผลของวัสดุปลูกในการอนุบาล ต้นกล้าซาราซีเนีย (*Sarracenia leucophylla* Raf.)

Effect of Auxin on Root Induction *In Vitro* Culture and Effect of Growing Media on Acclimatization of *Sarracenia leucophylla* Raf.) Seedling

ปรียานัฐ หงษ์ทอง* และ นรกมล ขำวารี

Preeyanat Hongthong,* and Narakamon Khamwaree

สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืชและภูมิทัศน์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี อ.ธัญบุรี จ.ปทุมธานี

Department of Crop Production Technology and Landscape Design, Faculty of Agricultural Technology,

Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Thanyaburi, Pathumthani, THAILAND

*Corresponding Author E-mail: preeyanat_h@mutt.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลออกซินต่อการชักนำรากของซาราซีเนีย (*Sarracenia leucophylla* Raf.) ในสภาพปลอดเชื้อ และวัสดุปลูกที่เหมาะสมต่อการย้ายปลูกของต้นกล้าซาราซีเนีย การวิจัย ประกอบด้วย 2 การทดลอง ดังนี้ 1) ศึกษาผลของออกซินต่อการชักนำรากของซาราซีเนียในสภาพปลอดเชื้อ มี 4 สิ่งทดลอง ๆ ละ 4 ซ้ำ (อาหารสูตร 1/3 MS ที่ไม่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต และ อาหารสูตร 1/3 MS ที่เติม NAA, IAA และ IBA ความเข้มข้น 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตรตามลำดับ) 2) การศึกษาวัสดุปลูกที่เหมาะสมต่อการย้ายปลูกของต้นกล้าซาราซีเนีย มี 5 สิ่งทดลอง ๆ ละ 3 ซ้ำ (ขุยมะพร้าว, พีทมอส, สแฟกนัมมอส, ขุยมะพร้าวผสมกับพีทมอส อัตรา 1:1 และขุยมะพร้าวผสมกับสแฟกนัมมอส อัตรา 1:1) ผลการวิจัยพบว่า จากการเพาะเลี้ยงซาราซีเนีย ในอาหารสูตร 1/3 MS ที่เติม IAA 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นเวลา 14 สัปดาห์ มีอัตราการเกิดรากสูงสุด (92.00 ± 2.74) ความยาวราก (2.31 ± 0.20) และจำนวนราก (9.20 ± 2.39) หลังจากการย้ายปลูกต้นกล้าซาราซีเนียในสภาพธรรมชาติ เป็นเวลา 5 สัปดาห์ โดยการปลูกในวัสดุปลูกชนิดต่าง ๆ พบว่าการใช้สแฟกนัมมอสเพียงอย่างเดียว และใช้ขุยมะพร้าวผสมกับสแฟกนัมมอส อัตราส่วน 1:1 มีอัตราการรอดชีวิตสูงสุดเท่ากับ (95.67 ± 0.58 และ 96.67 ± 5.77) เช่นเดียวกับจำนวนใบเฉลี่ย เท่ากับ (11.80 ± 0.52 และ 13.80 ± 0.53) ตามลำดับ และพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

คำสำคัญ: ซาราซีเนีย ออกซิน การชักนำราก วัสดุปลูก การย้ายออกปลูก

Abstract

The objectives of this study were to determine the effects of auxin on root induction of *Sarracenia leucophylla* Raf.) on *In Vitro* and Growing media on acclimatization of *sarracenia* seedling. There were 2 experiments in this research: 1) To study the effects of auxin on root induction on *In Vitro* which consisted of 4 treatments and 4 replications 1/3 MS (Murashige and Skoog) without plant growth regulators, 1/3 MS supplemented with 0.1 mg/l NAA, 1/3 MS supplemented with 0.1 mg/l IAA and 1/3 MS supplemented with 0.1 mg/l IBA), 2) To study appropriate growing media on growth of *Sarracenia* seedling consisted of 5 treatments and 3 replications (Coconut peat, Peat moss, Sphagnum moss, Coconut peat mixed with Peat moss at 1:1 ratio and Coconut peat mixed with Sphagnum moss at 1:1 ratio). The results of the first showed that the explants cultured on 1/3 MS supplemented with 0.1 mg/l IAA gave the highest average of root percentages (92.00 ± 2.74), root length (2.31 ± 0.20) and root number (9.20 ± 2.39) after 14 weeks. For an acclimatization of *Sarracenia* seedling in natural conditions after 5 weeks with different growing media, it was found that unmixed sphagnum moss and coconut peat mixed with sphagnum moss at 1:1 ratio gave the highest survival rate (95.67 and 96.67), average leave number (11.80 and 13.80), respectively. There were no significant differences between treatments. ($p > 0.05$)

Keywords: *Sarracenia*, Auxin, Root Induction, Growing Media, Acclimatization

1. บทนำ

ซาราซีเนีย (*Sarracenia leucophylla* Raf.) หรือ (White-Topped Pitcher Plant) อยู่ในวงศ์ Sarraceniaceae ลักษณะของ ซาราซีเนียชนิดนี้มีการบอกรวยตั้งตรงมีสีเขียว และปากกรวย และฝาปิดปากกรวยมีลักษณะเป็นสีขาว และมีลายเส้นสีแดงที่สวยงาม เมื่อต้นมีความสมบูรณ์และเจริญเติบโตเต็มที่ที่จะสูงประมาณ 50-90 เซนติเมตร และออกดอกในช่วงเดือน มีนาคม-มิถุนายน ดอกจะมีกลิ่นหอมเล็กน้อย ซาราซีเนีย เป็นไม้ล้มลุกที่เจริญเติบโตจากเหง้า (Rhizome) จัดเป็นพืชประดับที่มีสีสันสวยงามอีกชนิดหนึ่ง และเป็นพืชกินแมลงที่มีความสามารถล่าแมลงที่เก่งที่สุดในบรรดาพืชกินแมลงสกุลต่าง ๆ จนได้ขึ้นชื่อว่าเป็น "ราชินีพืชกินแมลง" มีถิ่นกำเนิดอยู่ในแถบทวีปอเมริกา มักพบทั่วไปบริเวณชายฝั่งทางตะวันออกเฉียงใต้ของอเมริกาเหนือ และพบความหลากหลายของสายพันธุ์มากที่สุดในแถบ Alabama, Georgia และ South Carolina เป็นต้น เป็นพืชที่เจริญเติบโตได้ดีในอากาศร้อน และแสงแดดจัดตลอดทั้งวันไปจนถึงพรางแสง 50 เปอร์เซ็นต์ หากปลูกในที่ร่มรำไรจะทำให้อ่อนแอ และสีสันไม่สวยงาม สามารถเจริญเติบโตได้ดีในสภาพดินปลูกที่เป็นกลางถึงเป็นกรด และพื้นที่ที่มีความเปียกชื้นตลอดเวลาตามที่ลุ่มในสภาพธรรมชาติ หรือ ในภาชนะปลูกมีน้ำขังอยู่เสมอ (เศรษฐมนตรี กาญจนกุล, 2551) ปัจจุบันซาราซีเนียเป็นพืชที่ได้รับความสนใจในตลาดไม้ประดับทั้งในและต่างประเทศ สำหรับซาราซีเนียจำนวน 3 ชนิด คือ *Sarracenia leucophylla* Raf., *Sarracenia oreophila* (Kearney) Wherry, and *Sarracenia purpurea* spp. *venosa* (Raf.) Wherry ถือว่าเป็นพันธุ์ที่หายากและใกล้สูญพันธุ์ (Northcutt et al., 2012) ซาราซีเนีย สามารถขยายพันธุ์ได้โดยการเพาะเมล็ด หรือแยกกอ แต่การขยายพันธุ์ด้วยวิธีดังกล่าวไม่สามารถเพิ่มจำนวนต้นในจำนวนมากได้ ในระยะเวลาอันรวดเร็ว การทดลองของสารควบคุมการเจริญเติบโตในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ซาราซีเนีย สายพันธุ์ *Sarracenia leucophylla* Raf. จึงเป็นสิ่งจำเป็นเพื่อให้ได้จำนวนต้นในปริมาณที่มากในเวลาอันรวดเร็วและมีลักษณะตรงตามพันธุ์ทุกประการ ให้เพียงพอต่อความต้องการของตลาด

ดังนั้นการขยายพันธุ์ด้วยวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อของซาราซีเนียเพื่อผลิตเป็นไม้ประดับกระถางจึงเป็นแนวทางหนึ่งที่ต้องศึกษาอัตราการใช้ความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโตในกลุ่มออกซิน เพื่อมาช่วยในการพัฒนาให้เกิดรากที่แข็งแรงสมบูรณ์ในสภาพปลอดเชื้อรวมถึงการศึกษาวัดปลูกที่เหมาะสมต่อเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิต และการเจริญเติบโตหลังการย้ายปลูกของต้นกล้าซาราซีเนียที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชเพื่อเป็นแนวทางในการผลิตเป็นไม้ประดับกระถางต่อไป

2. วิธีการทดลอง

2.1 การศึกษาความเข้มข้นของออกซินต่อการชักนำรากซาราซีเนีย (*Sarracenia leucophylla* Raf.)

ในสภาพปลอดเชื้อ

นำชิ้นส่วนของซาราซีเนียที่แตกออกจากต้นแม่ที่เลี้ยงในสภาพปลอดเชื้อ อายุ 5 เดือน ที่ผ่านการเพาะเลี้ยงบนอาหารสังเคราะห์ที่ไม่มีการเติมสารควบคุมการเจริญเติบโต มาวางเลี้ยงบนอาหารแข็งสูตร $\frac{1}{3}$ MS ที่ไม่เติม และเติมสารควบคุมการเจริญเติบโตพืชในกลุ่มออกซิน ประกอบด้วย NAA, IAA และ IBA ที่ระดับความเข้มข้น 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยใช้ผงวุ้น 7 กรัมต่อลิตร น้ำตาลกลูโคส 30 กรัมต่อลิตร ปรับความเป็นกรด-ด่างที่ pH 5.7 นำมาวางเลี้ยงในห้องเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช อุณหภูมิ 25 ± 2 องศาเซลเซียส และให้แสง 16 ชั่วโมงต่อวัน ความเข้มของแสง 2,000 ลักซ์ เป็นเวลา 14 สัปดาห์ โดยมีสิ่งทดลองทั้งหมด 4 สิ่งทดลอง สิ่งทดลองละ 4 ซ้ำ ๆ ละ 5 ขวด (ใช้ขวดแก้วขนาด 4 ออนซ์) สังเกตและบันทึกผลการทดลองทุก 2 สัปดาห์ โดยการบันทึกผลเปอร์เซ็นต์การเกิดราก ความยาวราก และจำนวนรากในแต่ละทริทเมนต์ วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ Completely Randomized Design (CRD) วิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เปอร์เซ็นต์

2.2 การศึกษาวัดปลูกที่เหมาะสมต่อการย้ายปลูกของต้นกล้าซาราซีเนีย

นำต้นกล้าซาราซีเนียที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อของทริทเมนต์ที่สามารถชักนำให้เกิดรากสูงสุด และมีขนาดของต้นสมบูรณ์ มาย้ายปลูกในวัสดุปลูกต่าง ๆ ประกอบด้วย 5 สูตรการทดลอง ดังนี้ ขุยมะพร้าวเพียงอย่างเดียว พีทมอสเพียงอย่างเดียว สแฟกนัมมอสเพียงอย่างเดียว ขุยมะพร้าว + พีทมอส อัตราส่วน 1:1 และขุยมะพร้าว + สแฟกนัมมอส อัตราส่วน 1:1 โดยทำการย้ายปลูกจำนวน 3 ซ้ำ ซ้ำละ 5 กระถาง (ใช้กระถางปลูกขนาด 3 นิ้ว) ให้น้ำวันละ 1 ครั้ง และวางเลี้ยงในโรงเรือนที่มีชาแรนคลูมพลาแสง ความเข้มประมาณ 60 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 5 สัปดาห์ บันทึกผลอัตราการรอดชีวิต ความสูงต้น ความกว้างทรงพุ่ม และจำนวนใบ วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ Completely Randomized Design (CRD) วิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เปอร์เซ็นต์

3. ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

3.1 ผลของความเข้มข้นของออกซินต่อการชักนำรากชาราสีเนีย (*Sarracenia leucophylla* Raf.) ในสภาพปลอดเชื้อ

จากการทดลองผลของความเข้มข้นของออกซิน ต่อการชักนำรากชาราสีเนีย (*Sarracenia leucophylla* Raf.) ในสภาพปลอดเชื้อ ที่เพาะเลี้ยงในอาหารสูตร 1/3 MS ที่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโตในกลุ่มออกซิน ได้แก่ NAA, IAA และ IBA ที่ความเข้มข้น 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำการเพาะเลี้ยง เป็นเวลา 14 สัปดาห์ พบว่าอาหารสูตร 1/3 MS ที่เติม IAA 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร มีอัตราการเกิดรากสูงสุดเฉลี่ย 92.00±2.74 เปอร์เซ็นต์ ความยาวรากเฉลี่ย 2.31±0.20 เซนติเมตร และมีจำนวนรากเฉลี่ย 9.20±2.39 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Lyczko et al., (2021) ที่ทำการเพาะเลี้ยงเมล็ดของชาราสีเนีย (*Sarracenia alata*) บนอาหารสูตร 1/3 MS ที่เติม IAA ความเข้มข้น 0.3 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นเวลา 12 สัปดาห์ พบว่าสามารถชักนำให้เกิดราก และความยาวรากมากที่สุด จากการศึกษาของ Miguel, Michel, Biteau, Hehn, and Bourgaud (2020) ได้ทำการเพาะเลี้ยงเมล็ดของหม้อข้าวหม้อแกงลิง บนอาหารสูตร MS ที่เติม IAA ความเข้มข้น 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นเวลา 10 สัปดาห์ พบว่าการชักนำให้เกิดรากสูง จำนวนราก และความยาวรากมากที่สุด ศิริพร ทวีโรจนการ กิตติมา คงทน กนกอร ทองใหญ่ และ ไชนิยะ สະมาลา (2561) พบว่าการเพาะเลี้ยงยอดอ่อนต้นหยาดน้ำค้าง (*Drosera burmannii* Vahl.) บนอาหารสูตร 1/2 MS ที่เติมผงถ่านกัมมันต์ ร่วมกับ IAA 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร เพาะเลี้ยงเป็นเวลา 8 สัปดาห์ สามารถพัฒนาให้เกิดยอด ใบ และรากที่ดีที่สุด ซึ่งจากรายงานของ (Miclea & Bernat, 2018) ได้กล่าวว่าการลดระดับธาตุอาหารหลักในอาหารเพาะเลี้ยงเป็น 1/3 MS เป็นระดับที่เหมาะสมในเพาะเลี้ยงชาราสีเนีย (*Sarracenia Purpurea*) เมื่อเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 12 สัปดาห์ พบว่าสามารถชักนำการออกราก และความยาวรากได้ดี อย่างไรก็ตามอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชที่ไม่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโตในกลุ่มออกซิน ก็สามารถชักนำให้ชิ้นส่วนพืชจากการเพาะเลี้ยงมีการพัฒนาของรากได้ แต่รากที่ได้มีขนาดเล็ก ผอมบางและไม่แข็งแรง ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่าการชักนำให้เกิดรากของชาราสีเนีย (*Sarracenia leucophylla* Raf.) จำเป็นต้องเติมออกซินลงในอาหารเพาะเลี้ยง จากการศึกษาครั้งนี้ควรใช้อาหารเพาะเลี้ยงสูตร 1/3 MS ร่วมกับ IAA ความเข้มข้น 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร เนื่องจากมีอัตราการเกิดราก จำนวนราก และความยาวรากได้ดีที่สุด (ดังแสดงในตารางที่ 1 และภาพที่ 1)

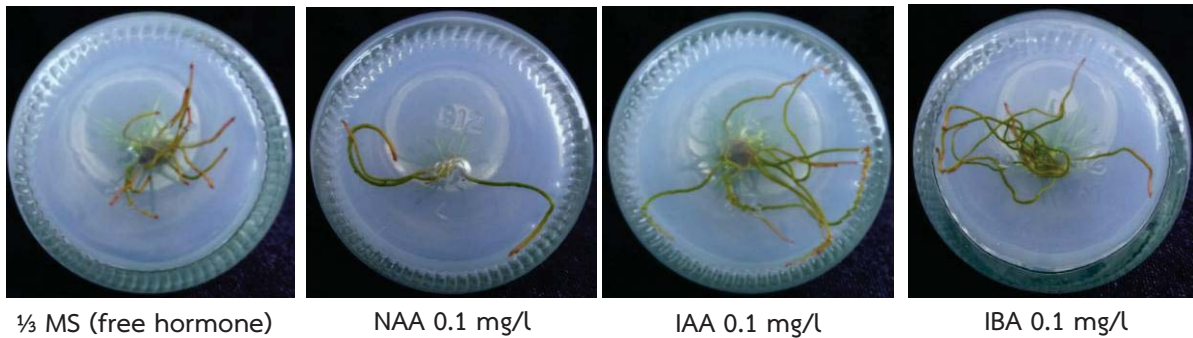
ตารางที่ 1 อัตราการเกิดราก ความยาวราก และจำนวนรากเฉลี่ยของชาราสีเนียหลังการเพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร 1/3 MS ที่เติม NAA IAA และ IBA เป็นเวลา 14 สัปดาห์

สูตรอาหาร	อัตราการเกิดรากเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์)	ความยาวรากเฉลี่ย (เซนติเมตร)	จำนวนรากเฉลี่ย (รากต่อต้น)
1/3 MS (free hormone)	50.00±3.54 ^{1/ d2/}	1.83±0.16 ^b	5.40±0.89 ^{bc}
1/3MS + NAA 0.1 mg/l	55.00±0.00 ^c	1.89±0.08 ^b	3.60±1.14 ^c
1/3MS + IBA 0.1 mg/l	70.00±5.00 ^b	1.92±0.42 ^b	6.60±1.14 ^b
1/3MS + IAA 0.1 mg/l	92.00±2.74 ^a	2.31±0.20 ^a	9.20±2.39 ^a
F-test	*	*	*
C.V. (%)	5.02	12.51	24.33

* คือ แสดงความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

1/ คือ ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation; SD)

2/ คือ ค่าเฉลี่ยที่ตามหลังด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยเปรียบเทียบแบบ Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05



ภาพที่ 1 แสดงลักษณะอัตราการเกิดราก ความยาวราก และจำนวนรากเฉลี่ยของซาราซีเนีย ที่เพาะเลี้ยง ในอาหารสูตร 1/2 MS ที่เติม NAA, IAA และ IBA เป็นเวลา 14 สัปดาห์

3.2 ผลของวัสดุปลูกที่เหมาะสมต่อการย้ายปลูกของต้นกล้าซาราซีเนีย

จากการศึกษาผลของวัสดุปลูกที่เหมาะสมต่อการย้ายปลูกของต้นกล้าซาราซีเนีย ในวัสดุปลูกชนิดต่าง ๆ ได้แก่ ขุยมะพร้าว พีทมอส สแฟกนัมมอส ขุยมะพร้าวผสมกับพีทมอส อัตราส่วน 1:1 และขุยมะพร้าวผสมกับสแฟกนัมมอส อัตราส่วน 1:1 หลังย้ายปลูกในสภาพธรรมชาติ เป็นเวลา 5 สัปดาห์ พบว่าการใช้สแฟกนัมมอสเพียงอย่างเดียว และใช้ขุยมะพร้าวผสมกับสแฟกนัมมอส อัตราส่วน 1:1 และเป็นวัสดุปลูกให้กับต้นกล้าซาราซีเนีย มีอัตราการรอดชีวิต เท่ากับ 95.67 ± 0.58 เปอร์เซ็นต์ และ 96.67 ± 5.77 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เช่นเดียวกับจำนวนใบเฉลี่ย มีจำนวนใบ เท่ากับ 11.80 ± 0.52 ใบ และ 13.80 ± 0.53 ใบ ตามลำดับ ในขณะที่การใช้ขุยมะพร้าวมีความสูงต้นเฉลี่ย เท่ากับ 9.09 ± 0.21 เซนติเมตร และในขุยมะพร้าวผสมกับสแฟกนัมมอส อัตราส่วน 1:1 พบว่ามีความกว้างทรงพุ่มเฉลี่ย เท่ากับ 4.88 ± 0.15 เซนติเมตร เมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลองอื่น ๆ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ รุ่งนภา ครองธรรม (2562) ได้ศึกษาผลของวัสดุปลูกที่เหมาะสมต่อการย้ายปลูกต้นหยาดน้ำค้าง 2 ชนิด คือ *Drosera spathulata* Labill. และ *Drosera adelae* F. Muell. พบว่าการใช้ขุยมะพร้าวผสมกับสแฟกนัมมอส อัตราส่วน 1:1 มีอัตราการรอดชีวิตที่สูงที่สุด จากการศึกษาของธนวิทย์ พรหมจันทร์, สุภาวดี รามสูตร และ ปรีดา บุญเวศน์ (2559) ศึกษาผลของวัสดุปลูกต่ออัตราการรอดชีวิตของกล้วยไม้เอื้องกุหลาบกระเป่าปิด โดยนำต้นกล้วยไม้เอื้องกุหลาบกระเป่าปิดที่มี รากสมบูรณ์ที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ย้ายลง ในวัสดุปลูกตามสิ่งทดลองที่จัดไว้จำนวน 7 สิ่งทดลอง คือ ทรายกลิ้ง, พีทมอส, สแฟกนัมมอส, กาบมะพร้าวสับ, ขุยมะพร้าว, เพอไลท์ และถ่านหุบกะพง ทำการอนุบาลเป็นเวลา 1 เดือน พบว่าต้นกล้วยไม้เอื้องกุหลาบกระเป่าปิดที่ปลูกในสแฟกนัมมอสให้อัตราการรอดชีวิตสูงสุด 100 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ เจนวิทย์ สมอคร, ปรียานุช จุลกะ, และ สุรวิช วรรณไกรโรจน์ (2557) ได้ศึกษาวัสดุปลูกทดแทนพีทมอสสำหรับต้นกล้าหม้อข้าวหม้อแกงลิงชนิด *Nepenthes ampullaria* ที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ โดยทดสอบในวัสดุปลูกขุยมะพร้าว : แกลบดิบ : ปุ๋ยหมักตราแดงเขียว อัตราส่วน 1 : 1 : 1 หลังเพาะเลี้ยง เป็นเวลา 6 สัปดาห์ พบว่าต้นหม้อข้าวหม้อแกงลิง มีขนาดทรงพุ่ม ความสูง ความกว้างและความยาวใบตลอดจนน้ำหนักแห้งของยอดและรากสูงที่สุด ใกล้เคียงกับพีทมอสที่มีราคาค่อนข้างสูง จึงอาจใช้ขุยมะพร้าวหมักแทนพีทมอสได้เนื่องจากมีราคาถูกและเป็นการลดต้นทุน สมภาพ พานทอง (2556) รายงานว่า ขุยมะพร้าวเป็นวัสดุปลูกที่มีน้ำหนักเบา มีรูพรุนสูงช่วยระบายอากาศ และมีความสามารถในการอุ้มน้ำได้ดี จากการทดลองจะเห็นได้ว่าขุยมะพร้าวผสมกับสแฟกนัมมอส อัตรา 1:1 ให้ผลดี ซึ่งสแฟกนัมมอสมีคุณสมบัติในการกักเก็บความชื้น อุ้มน้ำได้ดี และรากสามารถยึดเกาะได้ดี ซึ่งเมื่อนำวัสดุทั้งสองชนิดมาผสมกัน และใช้เป็นวัสดุในการย้ายปลูกพืชที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ จึงทำให้มีเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตที่สูงเมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุปลูกชนิดอื่น ๆ เจนจิรา ชุมภูคา, สิริกาญจนา ตาแก้ว, และ ณัฐพงศ์ จันจุฬา (2559) กล่าวว่าต้นไม้ที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ จะมีสรีรวิทยาที่แตกต่างจากต้นไม้ที่เกิดจากสภาพธรรมชาติหลายประการ เช่น ใบจะบาง และอ่อน การสังเคราะห์แสง ยังไม่มีการพัฒนาชั้นคิวทิเคิล (cuticle) บางการควบคุมการเปิดปิดปากใบยังไม่สมบูรณ์ ทำให้พืชมีการคายน้ำสูง อย่างไรก็ตามวัสดุปลูกไม่ได้เป็นเพียงปัจจัยเดียวที่ส่งผลต่อการย้ายปลูก ซึ่งปริมาณน้ำ แสงแดด ความชื้นของอากาศ และการดูแลของผู้ปลูกก็มีผลต่อการย้ายปลูกด้วยเช่นกัน ดังแสดงในตารางที่ 2 และภาพที่ 2)

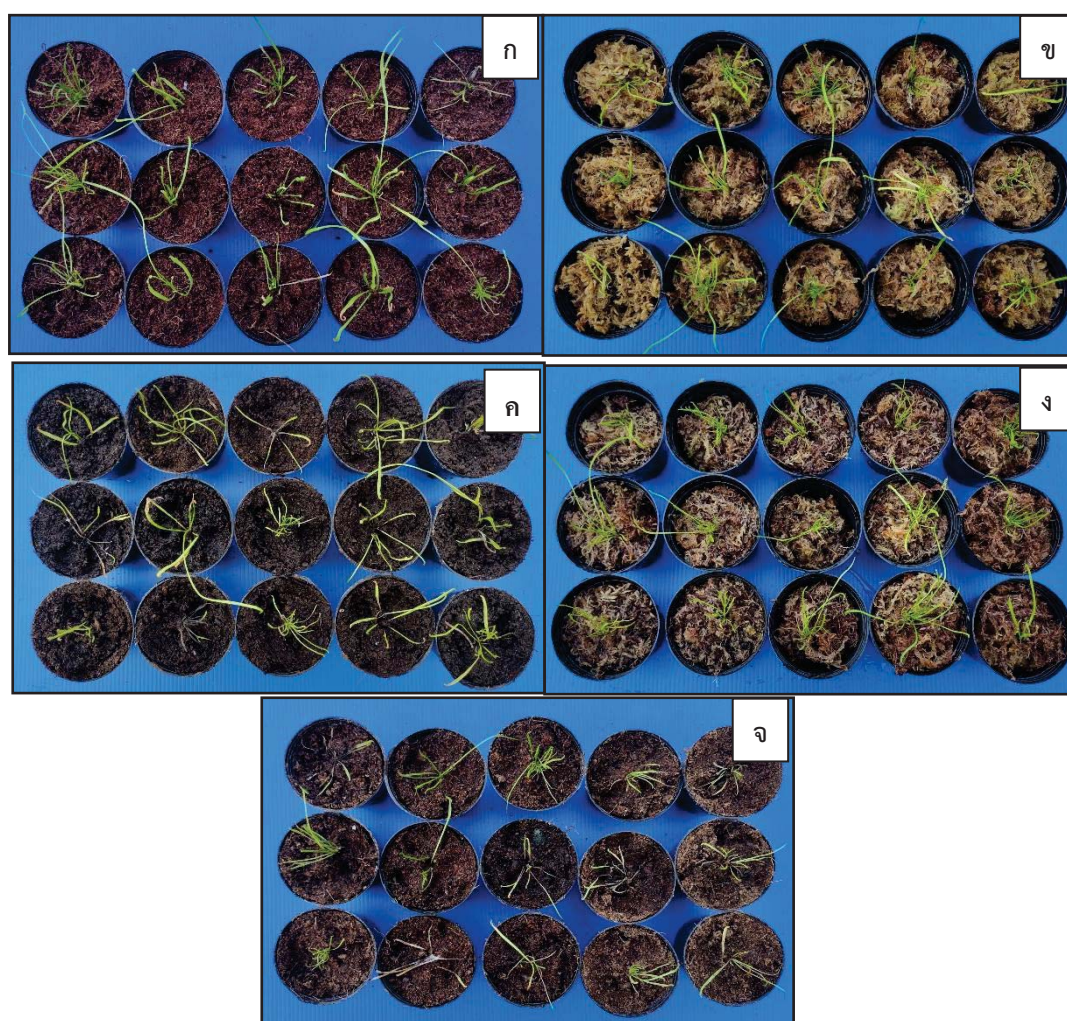
ตารางที่ 2 ผลของวัสดุปลูกที่มีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าชาราซีเนีย หลังย้ายปลูก 5 สัปดาห์

วัสดุปลูก	การรอดชีวิตเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์)	จำนวนใบเฉลี่ย (ใบต่อต้น)	ความสูงต้นเฉลี่ย (เซนติเมตร)	ความกว้างทรงพุ่มเฉลี่ย (เซนติเมตร)
1.ขุยมะพร้าว (ชุดควบคุม)	92.40±1.06 ^{1/a2/}	10.53±0.23 ^b	9.09±0.21 ^a	4.14±0.26 ^b
2.พีทมอส	62.87±1.51 ^b	8.07±2.05 ^c	3.93±0.13 ^c	3.25±0.08 ^c
3.สแฟกนัมมอส	95.67±0.58 ^a	11.80±0.52 ^{ab}	7.34±0.59 ^b	4.41±0.90 ^b
4.ขุยมะพร้าว+พีทมอส (อัตราส่วน 1:1)	56.40±0.92 ^c	6.07±1.60 ^c	4.12±0.19 ^c	2.57±0.25 ^d
5.ขุยมะพร้าว+สแฟกนัมมอส (อัตราส่วน 1:1)	96.67±5.77 ^a	13.80±0.53 ^a	7.02±0.11 ^b	4.88±0.15 ^a
F-test	*	*	*	*
C.V. (%)	3.41	12.10	4.77	4.80

* คือ แสดงความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

1/ คือ ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation; SD)

2/ คือ ค่าเฉลี่ยที่ตามหลังด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งที่มีความแตกต่างทางสถิติ โดยเปรียบเทียบแบบ Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05



ภาพที่ 2 แสดงผลการเจริญเติบโตของต้นกล้าชาราซีเนียที่ปลูกในขุยมะพร้าว หลังการย้ายปลูกเป็นเวลา 5 สัปดาห์

ก = ขุยมะพร้าว

ข = สแฟกนัมมอส

ค = พีทมอส

ง = ในขุยมะพร้าวผสมกับสแฟกนัมมอส อัตราส่วน 1:1

จ = ในขุยมะพร้าวผสมกับพีทมอส อัตราส่วน 1:1

4. สรุป

4.1 จากการศึกษาผลของออกซินต่อการชักนำรากชาราซีเนีย ในสภาพปลอดเชื้อ บนอาหารสูตร $\frac{1}{3}$ MS ที่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต IAA ความเข้มข้น 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร และเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 14 สัปดาห์ ส่งผลให้มีอัตราการเกิดรากเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 92.00 ± 2.74 เปอร์เซ็นต์ ความยาวรากเฉลี่ย เท่ากับ 2.31 ± 0.02 เซนติเมตร และจำนวนรากเฉลี่ย เท่ากับ 9.20 ± 2.39 รากต่อต้น

4.2 จากการศึกษาผลของวัสดุปลูกที่เหมาะสมต่อการย้ายปลูกของต้นกล้าชาราซีเนีย พบว่าการใช้สแฟกนัมมอสเพียงอย่างเดียว และใช้ขุยมะพร้าวผสมกับสแฟกนัมมอส อัตราส่วน 1:1 มีอัตราการรอดชีวิตสูงสุด เท่ากับ 95.67 ± 0.58 และ 96.67 ± 5.77 เปอร์เซ็นต์ เช่นเดียวกับจำนวนใบเฉลี่ย เท่ากับ 11.80 ± 0.52 และ 13.80 ± 0.53 ใบ ตามลำดับ และพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณกองทุนส่งเสริมงานวิจัย ที่ให้ทุนสนับสนุนการทำผลงานเพื่อพัฒนางานของบุคลากรสายสนับสนุน และขอขอบคุณสาขาการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ที่อำนวยความสะดวกในด้านอุปกรณ์เครื่องมือทางห้องปฏิบัติการและแผนกเรือนเพาะชำ ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

6. เอกสารอ้างอิง

เจนวิทย์ สมอคร, ปริญญา ชูลกะ และ สุรวิช วรรณไกรโรจน์. (2557). วัสดุปลูกทดแทนพีทมอสสำหรับต้นกล้าหม้อข้าวหม้อแกงลิงชนิด *Nepenthes ampullaria*. แก่นเกษตร, 42: 501-505.

เจนจิรา ชุมภูคา, สิริกาญจนา ตาแก้ว และ ณัฐพงศ์ จันจุฬา. (2559). ผลของวัสดุปลูกต่อการงอกของเมล็ดการรอดชีวิต และการเจริญเติบโตของต้นกล้ามัลเบอร์รี่พันธุ์เวียดนาม GQ 2. Thai journal of science and technology, 5(3), 283-295.

ธนวิศ พรหมจันทร์, สุภาวดี งามสูตร และ ปรีดา บุญเวศน์. (2559). ผลของผงถ่านและวัสดุปลูกต่อการเจริญเติบโต และอัตราการรอดชีวิตของต้นกล้วยไม้เอื้องกุหลาบกระเป่าปิด. วารสารวิชา มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช, 35(2), 53-61.

รุ่งนภา ครองธรรม. (2562). การขยายพันธุ์ *Drosera spathulata* Labill. และ *Drosera adelae* F. Muell. ในหลอดทดลอง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท.

เศรษฐมนตร์ กาญจนกุล. (2551). ไม้กินแมลง. พิมพ์ครั้งที่ 1. เศรษฐศิลป์, กรุงเทพฯ.

ศิริพร ทวีโรจนการ, กิตติมา คงทน, กนกอร ทองใหญ่ และ ไซนียะ สมะลา. (2561). การขยายพันธุ์หยาดน้ำค้าง (*Drosera burmannii* Vahl.) ภายใต้สภาวะปลอดเชื้อ In Vitro Micropropagation of *Drosera burmannii* Vahl. วารสารพืชศาสตร์สงขลานครินทร์ปีที่ 5 ฉบับที่ 3 (กรกฎาคม-กันยายน) :18-26.

สมภพ พานทอง. (2556). การพัฒนาวัสดุเพาะกล้าที่ส่งเสริมการเจริญเติบโตของต้นกล้าและวัสดุปลูกที่มีประสิทธิภาพควบคุมโรคโคนเน่าของมะเขือเทศ ซึ่งเกิดจากเชื้อรา *Sclerotium rolfsii*. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Lyczko, J., Twardowski, J. P., Skalny, B., Galek, R., Szumny, A., Gruss, I., Piesik, D., & Sendel, S. (2021). *Sarracenia alata* (Alph.Wood)Alph.Wood Microcuttings as a Source of Volatiles Potentially Responsible for Insects' Respond. *Molecules*, 26 (9).

Miclea, I., & Bernat, R. (2018). In vitro Multiplication of the Pitcher Plant *Sarracenia Purpurea*. *Bulletin UASVM Animal Science and Biotechnologies*. 75 (2) : p 134 - 136.

Miguel, S., Michel, C., Biteau, F., Hehn, A., & Bourgaud, F. (2020). In vitro plant regeneration and Agrobacterium-mediated genetic transformation of a carnivorous plant, *Nepenthes mirabilis*. *Sci Rep*, 10 (1), 17482.

Northcutt, C., Davies, D., Gagliardo, R., Bucalo, K., Determan, R. O., Sanders, J. M. C., & Pullman, G. S. (2012). Germination In Vitro, Micropropagation, and Cryogenic Storage for Three Rare Pitcher Plants: *Sarracenia oreophila* (Kearney) Wherry (Federally Endangered), *Sarracenia leucophylla* Raf., and *S. purpurea* spp. *venosa* (Raf.) Wherry. *HORTSCIENCE*. 47, 74-80.

ประสิทธิภาพของเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ *Bacillus* spp. ต่อการควบคุม โรคใบร่วงชนิดใหม่ของยางพารา

Efficacy of Antagonistic Bacteria *Bacillus* spp. for Controlling New Leaf Fall Disease of Rubber Trees

พรศิลป์ สีเผือก* พัชราภรณ์ วาณิชย์ปกรณ์ และ ชัยสิทธิ์ ปรีชา

Pornsil Seephueak*, Patcharaporn Vanichpakorn and Chaisit Preecha

สาขาวิทยาศาสตร์การเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตนครศรีธรรมราช จังหวัดนครศรีธรรมราช

Agricultural Science Division, Faculty of Agriculture, Rajamangala University of Technology Srivijaya,

Nakhon Si Thammarat Campus, Nakhon Si Thammarat Province

pornsil.s@mutsv.ac.th

บทคัดย่อ

โรคใบร่วงชนิดใหม่ของยางพารา (new leaf fall disease) เป็นปัญหาสำคัญของการทำสวนยางทั่วโลก สร้างความเสียหายร้ายแรงระดับเศรษฐกิจ โรคใบร่วงชนิดใหม่ของยางพาราเกิดจากเชื้อราหลายชนิด งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของแบคทีเรียปฏิปักษ์ *Bacillus* spp. ต่อการควบคุมโรคใบร่วงชนิดใหม่ของยางพาราที่เกิดจากเชื้อรา *Colletotrichum* spp. และ *Neopestalotiopsis* spp. ทดสอบประสิทธิภาพของแบคทีเรียปฏิปักษ์ *Bacillus* sp. จำนวน 3 ไอโซเลท ได้แก่ *Bacillus* RUTs 001, *Bacillus* RUTs 002 และ *Bacillus* RUTs 003 ต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยเชื้อราสาเหตุโรคในห้องปฏิบัติการด้วยวิธี dual culture บนอาหารเลี้ยงเชื้อ potato dextrose agar (PDA) วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) ผลการศึกษา พบความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.01$) แบคทีเรียปฏิปักษ์ *Bacillus* spp. ทุกไอโซเลท มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *Colletotrichum* spp. และ *Neopestalotiopsis* spp. โดยที่แบคทีเรียปฏิปักษ์ *Bacillus* RUTs 001 สามารถยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *Neopestalotiopsis* spp. และ *Colletotrichum* spp. ได้ดีที่สุดเฉลี่ย 94.44 และ 91.33 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อจำแนกโดยใช้ลำดับยีน 16S rDNA พบว่าเป็นเชื้อ *B. subtilis* subsp. *subtilis*

คำสำคัญ: บาซิลลัส ซีวีวี โรคใบร่วงชนิดใหม่ ยางพารา

Abstract

New leaf fall disease of rubber tree has become a significant issue for rubber plantations worldwide, which an important disease resulting serious economic effects. New leaf fall disease of rubber tree caused by many fungal pathogens. This research aimed to study efficacy of antagonistic bacteria *Bacillus* sp. for their ability to control the new leaf fall disease of rubber tree caused by *Colletotrichum* spp. and *Neopestalotiopsis* spp. Three isolates of antagonistic bacteria, *Bacillus* RUTs 001, *Bacillus* RUTs 002 and *Bacillus* RUTs 003 were tested for the ability to inhibit the mycelium growth of pathogens in a laboratory by dual culture technique on potato dextrose agar (PDA). A completely randomized design (CRD) was used in the experiment. The result showed that efficacy was significantly different ($P < 0.01$). The mycelium growth of *Colletotrichum* spp. and *Neopestalotiopsis* spp. was effectively controlled by all antagonistic *Bacillus* spp., which *Bacillus* RUTs 001 gave the highest percentage of inhibition the mycelium growth. The inhibition value of *Neopestalotiopsis* spp. and *Colletotrichum* spp. were 94.44 and 91.33%, respectively. Identification of *Bacillus* RUTs 001 by using 16S rDNA gene sequences was *B. subtilis* subsp. *subtilis*.

Keywords: *Bacillus*, biocontrol, new leaf fall disease, rubber tree

1. บทนำ

ยางพารา (*Hevea brasiliensis*) เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย ในปี 2564 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกยางพาราประมาณ 24 ล้านไร่ ผลผลิตรวม 4.89 ล้านตัน ภาคใต้มีพื้นที่ปลูกยางพารารวมมากที่สุด โดยจังหวัดที่ปลูกยางพารามากที่สุด คือ สุราษฎร์ธานี สงขลา นครศรีธรรมราช ตรัง และยะลา ตามลำดับ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2566) จากสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคใบร่วงชนิดใหม่ในยางพารา ซึ่งแพร่ระบาดจากประเทศอินโดนีเซียเข้ามายังพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทย ตั้งแต่เดือน

กันยายน 2562 ทำให้ยางพาราเกิดอาการใบร่วงอย่างรุนแรง ทำให้ต้นยางพารามีสภาพต้นโทรม ผลผลิตน้ำยางลดลง ข้อมูลการการระบาดของโรคใบร่วงยางพาราปี 2566 พบเกิดโรคใน 11 จังหวัดภาคใต้ ได้แก่ นราธิวาส สตูล ยะลา ปัตตานี สงขลา นครศรีธรรมราช พังงา ตรัง พัทลุง สุราษฎร์ธานี และระนอง และภาคตะวันออก ได้แก่ ตราด รวมพื้นที่เกิดโรคประมาณ 5 แสนไร่ และมีแนวโน้มการระบาดของโรคจะเพิ่มขึ้นและกระจายเป็นวงกว้าง (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2566) โรคใบร่วงชนิดใหม่ของยางพารามีความสำคัญระดับโลก (Association of Natural Rubber Producing Country, 2021; International Rubber Study Group, 2021; Damiri *et al.*, 2022) สำหรับในประเทศไทยมีรายงานว่า โรคใบร่วงของยางพาราเกิดจากเชื้อรา *Pestalotiopsis* spp., *Colletotrichum* spp. (การยางแห่งประเทศไทย, 2562; อารมณ, 2563; Rodesuchit, 2020) *Neopestalotiopsis cubana* และ *N. formicarum* (Pornsuriya *et al.*, 2020) ลักษณะอาการโรคใบร่วงของยางพาราที่พบระบาดในประเทศไทย มีรายงานว่าเกิดบนใบยางแก่ อาการเริ่มแรกเป็นจุดแผลรอยขีดน้ำตาลใต้ผิวใบ แผลมีลักษณะกลมสีเหลือง ต่อมาเปลี่ยนเป็นคล้ำสีน้ำตาลถึงสีดำ เนื้อเยื่อแห้งตาย ผลลักษณะกลมอาจมีขนาดใหญ่ สีน้ำตาลถึงขาวซีด เนื้อเยื่อรอบแผลไม่เป็นสีเหลือง (ภาพที่ 1) ในสภาวะอากาศเหมาะสม ใบยางจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองและร่วงอย่างรวดเร็ว (อารมณ, 2563)

การป้องกันกำจัดเชื้อสาเหตุโรคใบร่วงของยางพาราเป็นเรื่องจำเป็นเร่งด่วน มิฉะนั้นการเกิดโรคจะขยายลุกลามยากต่อการป้องกันกำจัด โดยเฉพาะในช่วงฤดูฝน ซึ่งมีสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเข้าทำลายของเชื้อโรค เมื่อใบยางพาราร่วงหล่นจะเป็นการแพร่กระจายเชื้อไปยังพืชปลูกชนิดอื่น สารเคมียังคงเป็นสิ่งแรกที่ถูกนำมาใช้เพื่อควบคุมโรคใบร่วงชนิดใหม่ของยางพารา เนื่องจากมีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดได้อย่างรวดเร็ว อย่างไรก็ตามการใช้สารเคมีค่อนข้างจำกัด และอาจมีสารพิษตกค้างในระบบนิเวศ ซึ่งอาจเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต ปัจจุบันการใช้เชื้อแบคทีเรียปฏิบัณช์ *Bacillus* เพื่อควบคุมโรคพืชมีการยอมรับและเกษตรกรให้ความสนใจใช้เพิ่มขึ้น Ashwini and Srividya (2014) รายงานว่า *B. subtilis* ที่แยกได้จากดินสามารถควบคุมเชื้อรา *C. gloeosporioides* สาเหตุโรคแอนแทรกโนสของพริกได้ทั้งในระดับห้องปฏิบัติการและแปลงทดลองสามารถลดอาการโรคแอนแทรกโนสได้ถึง 60 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ ยังมีคุณสมบัติในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราสาเหตุโรคชนิดอื่นๆ เช่น *Alternaria* spp., *C. gloeosporioides*, *Phytophthora capsici*, *Rhizoctonia solani*, *Fusarium solani*, *F. oxysporum* และ *Verticillium* spp. การใช้แบคทีเรียปฏิบัณช์ *Bacillus* spp. เป็นอีกแนวทางหนึ่งของการควบคุมโรคพืชโดยชีววิธี

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของแบคทีเรียปฏิบัณช์ *Bacillus* spp. ต่อการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อสาเหตุโรคใบร่วงของยางพาราชนิดใหม่ในระดับห้องปฏิบัติการ เพื่อให้สามารถนำไปพัฒนาและประยุกต์ใช้ เพื่อป้องกันกำจัดโรคใบร่วงชนิดใหม่ของยางพาราได้อย่างปลอดภัย และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

2. วิธีการทดลอง

2.1 การแยกเชื้อราสาเหตุโรคใบร่วงของยางพารา

เก็บตัวอย่างใบยางพาราที่เป็นโรคใบร่วงจากพื้นที่จังหวัดตรัง และจังหวัดนราธิวาส ระหว่างเดือน พฤศจิกายน - ธันวาคม 2564 ซึ่งมีรายงานว่ามีการระบาดของโรค นำตัวอย่างใบยางพารามาแยกเชื้อด้วยวิธี tissue transplanting โดยการตัดตรงตำแหน่งแผลที่แสดงอาการเป็นโรค ให้ติดส่วนที่เป็นโรคและไม่เป็นโรคนาน 0.5 x 0.5 เซนติเมตร ล้างฆ่าเชื้อบริเวณผิวใบด้วยโซเดียมไฮโปคลอไรท์ (sodium hypochlorite) ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ นาน 5 นาที จำนวน 2 ครั้ง และล้างด้วยน้ำกลั่นหนึ่งฆ่าเชื้อ นาน 3 นาที จำนวน 3 ครั้ง ซับให้แห้งด้วยกระดาษทิชชูที่หนึ่งฆ่าเชื้อ ใช้ปากคีบที่ฆ่าเชื้อ คีบตัวอย่างโรค วางบนอาหาร potato dextrose agar (PDA) บ่มที่อุณหภูมิห้อง (28-32 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 3 วัน ตัดปลายเส้นใยเชื้อรา (hyphal tip) ไปวางเลี้ยงบนอาหาร PDA แยกเชื้อให้บริสุทธิ์ ตรวจสอบลักษณะทางสัณฐานวิทยา ด้วยกล้องจุลทรรศน์ โดยเปรียบเทียบกับหนังสืออ้างอิง และบทความวิจัยที่เกี่ยวข้อง (อารมณ และคณะ, 2563; Kusdiana, 2020; Aliya, 2022) ยืนยันชนิดของเชื้อราระดับสปีชีส์ ด้วยโดยเทคนิคทางโมเลกุล 16s rDNA sequencing ณ ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ (Biotech) เชื้อบริสุทธิ์เก็บไว้ในหลอดอาหารเอียง (PDA slant) เก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เพื่อใช้ทดสอบขั้นต่อไป

2.2 การพิสูจน์โรค

นำเชื้อราบริสุทธิ์ที่แยกจากข้อ 2.1 ไปเลี้ยงบนอาหารกระตุ้นสปอร์ potato carrot agar (PCA) บ่มเชื้อที่อุณหภูมิห้อง (28-32 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 10 วัน เตรียมใบยางพาราพันธุ์ RRIM 600 ทำความสะอาดด้วยโซเดียมไฮโปคลอไรท์ ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ นาน 10 นาที จำนวน 2 ครั้ง แล้วล้างด้วยน้ำกลั่นหนึ่งฆ่าเชื้อ นาน 3 จำนวน 3 ครั้ง เช็ดให้แห้งด้วยกระดาษทิชชูที่หนึ่งฆ่าเชื้อ ทำแผลบนใบโดยใช้ปลายเข็มหมุดเจาะเบาๆ จำนวน 10 ครั้งต่อแผล ใช้เหล็กเจาะ (cock borer) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.4 เซนติเมตร เจาะขึ้นรู้นางบนใบยางพาราที่ทำแผลเตรียมไว้ นำไปบ่มในกล่องชื้น (moist chamber) เป็นเวลา 24 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำขึ้นรู้นางออกสังเกตการเกิดโรค แยกเชื้อและทดสอบโรคเพื่อยืนยันการเป็นเชื้อก่อโรค

2.3 การเตรียมเชื้อแบคทีเรีย *Bacillus* spp.

แบคทีเรียปฏิปักษ์ *Bacillus* จำนวน 3 ไอโซเลท ได้แก่ *Bacillus* RUTs 001, *Bacillus* RUTs 002 และ *Bacillus* RUTs 003 ที่นำมาทดสอบเป็นแบคทีเรียที่ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมไว้ในห้องปฏิบัติการ จำแนกและยืนยันสายพันธุ์ด้วยเทคนิคทางโมเลกุล 16s rDNA sequencing ณ ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ (ไบโอเทค) นำมาเลี้ยงบนอาหาร nutrient agar (NA) เมื่ออายุครบ 48 ชั่วโมง นำไปทดสอบความสามารถในการเป็นปฏิปักษ์ต่อเชื้อสาเหตุโรคใบร่วงยางพารา

2.4 การทดสอบความสามารถของแบคทีเรีย *Bacillus* spp. ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อสาเหตุโรค

นำแบคทีเรียปฏิปักษ์ *Bacillus* spp. ทั้ง 3 ไอโซเลทที่เตรียมไว้ มาทดสอบประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อราสาเหตุโรคด้วยวิธี dual culture โดยเลี้ยงเชื้อราบนอาหาร PDA เป็นเวลา 7 วัน ใช้ cork borer ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.4 เซนติเมตร เจาะขึ้นรู้น PDA ที่มีเชื้อราเจริญอยู่ นำมาวางตรงด้านข้างบนอาหาร PDA ห่างจากขอบ 2 เซนติเมตร วางไว้ 48 ชั่วโมง หลังจากนั้นขีดเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ *Bacillus* spp. ในตำแหน่งตรงกันข้ามห่างจากขอบจาน 2 เซนติเมตร วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design; CRD) จำนวน 3 กรรมวิธี 4 ซ้ำๆ ละ 4 จาน บ่มไว้ที่อุณหภูมิห้อง (28-32 องศาเซลเซียส) สังเกตการเกิดวงใส (clear zone) บันทึกข้อมูลทุก 2 วัน จนครบ 14 วัน วัดรัศมีความกว้างของบริเวณยับยั้ง (inhibition zone) ระหว่างโคโลนีเชื้อรากับแบคทีเรียปฏิปักษ์ *Bacillus* spp. เปอร์เซ็นต์การยับยั้ง (Percent Inhibition; PI) คำนวณจากสูตร (Al-Daghari *et al.*, 2023)

$$\% PI = (R1-R2)/R1 \times 100$$

เมื่อ R1= รัศมีของโคโลนีเชื้อราสาเหตุโรคในจานควบคุม และ R2 = รัศมีของโคโลนีเชื้อราสาเหตุโรคด้านที่เจริญไปทางเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ การประมาณค่าจากผลที่ได้ ดังนี้

>75% = ประสิทธิภาพในการยับยั้งสูงมาก

61-75 = ประสิทธิภาพในการยับยั้งสูง

51-60 = ประสิทธิภาพในการยับยั้งปานกลาง

<50 = ประสิทธิภาพในการยับยั้งต่ำ

3. ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

3.1 เชื้อสาเหตุโรคและการจำแนก

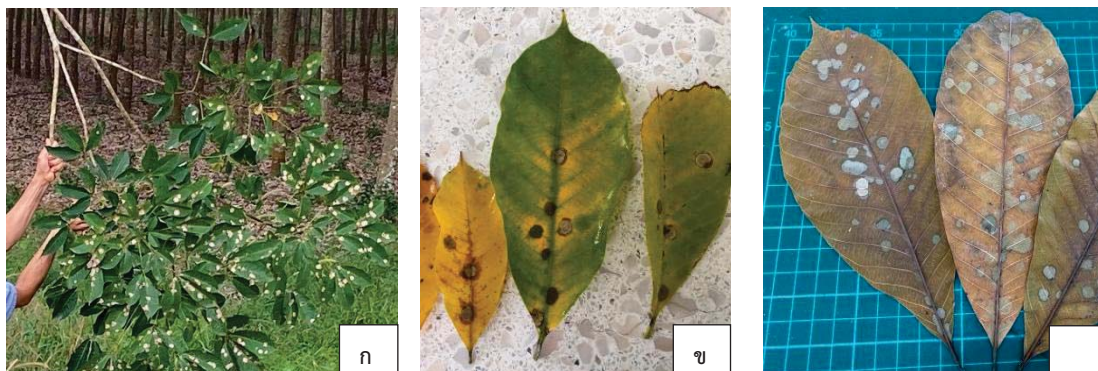
ผลการแยกเชื้อสาเหตุโรคใบร่วงของยางพารา พบเชื้อราทั้งหมด 15 ไอโซเลท ประกอบด้วยเชื้อรา *Colletotrichum* spp. มากที่สุด จำนวน 7 ไอโซเลท (47.00 เปอร์เซ็นต์) รองลงมาคือ *Neopestalotiopsis* spp. จำนวน 4 ไอโซเลท (27.00 เปอร์เซ็นต์) และ *Botryodiplodia* spp., *Aspergillus* spp., *Rhizopus* spp. และเชื้อ *Phytophthora* spp. อย่างละ 1 ไอโซเลท (ตารางที่ 1) และเมื่อทำการพิสูจน์โรคพบว่า เชื้อรา *Colletotrichum* spp. และ *Neopestalotiopsis* spp. ทำให้ใบยางพาราเกิดโรคและแสดงอาการของโรคภายในระยะเวลา 5 วัน โดยที่เชื้อ *Neopestalotiopsis* ไอโซเลท PT009-0 และ PLT007-1 ที่แยกได้จากจังหวัดตรังก่อให้เกิดโรคอย่างรุนแรง เมื่อทดสอบบนใบยางพาราพันธุ์ RRIM 600 ใบยางพารามีอาการแผลจุด เนื้อเยื่อตาย แผลบนใบมีลักษณะรอยช้ำค่อนข้างกลม แผลมีขนาดใหญ่ ต่อมาเนื้อเยื่อบริเวณนั้นเป็นแผลตายแห้ง เปลี่ยนเป็นสีคล้ำขอบแผลด้านเนื้อเยื่อแห้งจะเห็นเป็นสีขีด รอบแผลไม่เป็นสีเหลือง และเมื่อเปรียบเทียบกับลักษณะอาการที่ทดสอบด้วยเชื้อ *Colletotrichum* spp. พบการเกิดโรครุนแรงมากกว่า (ภาพที่ 2)

ผลการจำแนกชนิดเชื้อราด้วยเทคนิคทางโมเลกุล 16S rDNA sequencing เมื่อเปรียบเทียบกับลำดับเบสชนิดไลโอไทด์ LSU กับฐานข้อมูลสากล GenBank ยืนยันว่าเป็นเชื้อรา *Neopestalotiopsis* spp. (ภาพที่ 3) และ *Colletotrichum* spp. (ภาพที่ 4) ผลการศึกษาสอดคล้องกับ Pornsuriya *et al.* (2020) รายงานว่าโรคใบร่วงชนิดใหม่ของยางพาราในประเทศไทย เกิดจากเชื้อรา *Neopestalotiopsis* ตรวจพบ 2 สปีชีส์ คือ *N. cubana* และ *N. fomicarum* และสอดคล้องกับ อารมณ (2563) รายงานว่าโรคใบร่วงชนิดใหม่ของยางพาราเกิดจากเชื้อ *Colletotrichum* spp. อย่างไรก็ตาม Darojat *et al.* (2023) รายงานว่าโรคใบร่วงชนิดใหม่ของยางพาราเกิดจากเชื้อราหลายชนิด ได้แก่ *N. aotearoa* (Li *et al.*, 2021) *Pestalotiopsis* sp. (การยางแห่งประเทศไทย, 2563; Alchemi and Jamin, 2022) ผลการศึกษารังนี้พบว่า โรคใบร่วงของยางพาราที่เก็บตัวอย่างจากจังหวัดตรัง พบเชื้อก่อโรค 2 ชนิด คือ *Colletotrichum* spp. และ *Neopestalotiopsis* spp. ในขณะที่เชื้อ *Colletotrichum* spp. พบเฉพาะในจังหวัดนราธิวาส แสดงให้เห็นว่าเชื้อสาเหตุโรคใบร่วงชนิดใหม่ของยางพารามีความหลากหลาย และแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ สอดคล้องกับการศึกษาของ Darojat *et al.* (2023) รายงานว่า เชื้อสาเหตุโรคใบร่วงชนิดใหม่ของยางพาราพบเชื้อสาเหตุแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ นอกจากนี้ลักษณะอาการและความรุนแรงของโรคก็แตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยทางด้านสิ่งแวดล้อมความสมบูรณ์

แข็งแรงของยางพารา และสายพันธุ์ยางพารา จากการลงพื้นที่เก็บตัวอย่างทำให้ทราบว่า ยางพาราสายพันธุ์ RRIM 600 มีความอ่อนแอต่อเชื้อสาเหตุโรคใบร่วงมากกว่าสายพันธุ์อื่นๆ ที่ปลูกในพื้นที่ภาคใต้

ตารางที่ 1 ชนิดเชื้อราที่แยกได้บนใบยางพาราที่เป็นโรคใบร่วง ในพื้นที่จังหวัดนราธิวาส และจังหวัดตรัง

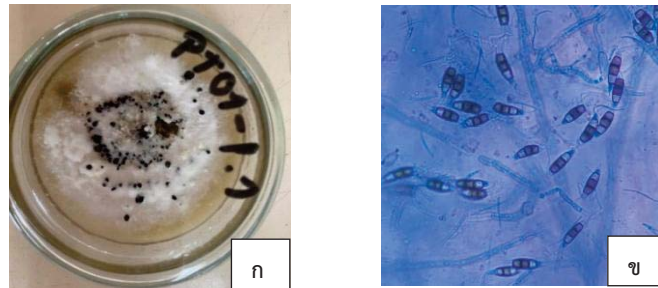
แหล่งที่เก็บ	ไอโซเลท	ชนิดของเชื้อ
อ.สุไห่ไกลก จ.นราธิวาส	NT 005-0	<i>Aspergillus</i> sp.
	NT 006-0	<i>Colletotrichum</i> sp.
	NT 007-0	<i>Rhizopus</i> sp.
	NT 008-0	<i>Colletotrichum</i> sp.
อ.ปะเหลียน จ.ตรัง	PL 005-0	<i>Colletotrichum</i> sp.
	PL 006-0	<i>Botryodiplodia</i> sp.
	PL 006-1	<i>Colletotrichum</i> sp.
	PL 006-2	<i>Neopestalotiopsis</i> sp.
	PL 007-0	<i>Neopestalotiopsis</i> sp.
อ.ย่านตาขาว จ.ตรัง	PT 001-0	<i>Neopestalotiopsis</i> sp.
	PT 008-0	<i>Colletotrichum</i> sp.
	PT 009-0	<i>Neopestalotiopsis</i> sp.
	PT 010-0	<i>Colletotrichum</i> sp.
	PT 011-0	<i>Phytophthora</i> sp.
	PT 011-1	<i>Colletotrichum</i> sp.



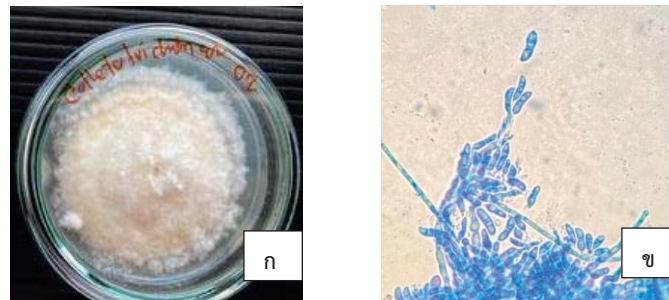
ภาพที่ 1 ลักษณะอาการโรคใบร่วงชนิดใหม่ของยางพารา
อาการบนใบยางพาราที่ยังไม่ร่วง (ก) อาการบนใบที่เพิ่งร่วง (ข) และอาการบนใบเก่า (ค)



ภาพที่ 2 อาการโรคใบร่วงชนิดใหม่ของยางพารา เมื่อพิสูจน์โรคตามกรรมวิธีของ Koch's
ลักษณะอาการบนใบยางพาราเมื่อทดสอบด้วยเชื้อรา *Neopestalotiopsis* spp. (ก)
และ *Colletotrichum* spp. และชุดควบคุม (ข)



ภาพที่ 3 ลักษณะโคโลนี (ก) และสปอร์ (ข) ของเชื้อรา *Neopestalotiopsis* spp. บนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA ที่อายุ 7 วัน



ภาพที่ 4 ลักษณะโคโลนี (ก) และสปอร์ (ข) ของเชื้อรา *Colletotrichum* spp. บนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA ที่อายุ 7 วัน

3.2 ประสิทธิภาพของเชื้อแบคทีเรียปฏิชีวนะ *Bacillus* spp. ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อสาเหตุโรค

ประสิทธิภาพของเชื้อแบคทีเรียปฏิชีวนะ *Bacillus* RUTs 001, *Bacillus* RUTs 002 และ *Bacillus* RUTs 003 ต่อการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *Neopestalotiopsis* spp. และ *Colletotrichum* spp. เป็นระยะเวลา 14 วัน พบว่า *Bacillus* RUTs 001 มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อสาเหตุโรคโดยรวมทั้งหมด 11 ไอโซเลท พบความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.01$) โดยสามารถยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *Colletotrichum* spp. จำนวน 4 ไอโซเลท ได้แก่ NT008-0, PL006-1, PT010-0 และ PT011-1 การยับยั้งเฉลี่ย 91.11, 58.26, 53.70 และ 51.50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในขณะที่สามารถยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *Neopestalotiopsis* spp. จำนวน 5 ไอโซเลท ได้แก่ PL007-0, PT001-0, PT009-0, PT008-1 และ PL006-2 การยับยั้งเฉลี่ย 94.44, 93.33, 93.33, 91.33 และ 22.22 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ประสิทธิภาพของเชื้อแบคทีเรียปฏิชีวนะ *Bacillus* RUTs 001 ในการยับยั้ง (%) การเจริญของเส้นใยเชื้อรา *Neopestalotiopsis* spp. และ *Colletotrichum* spp. ในระยะเวลา 14 วัน

ไอโซเลท	เชื้อรา	การยับยั้ง (%)						
		2 วัน	4 วัน	6 วัน	8 วัน	10 วัน	12 วัน	14 วัน
NT 006-0	<i>Colletotrichum</i> sp.	43.33c	24.07d	14.81b	0.00c	0.00c	0.00c	0.00c
NT008-0	<i>Colletotrichum</i> sp.	91.67a	92.5a	92.59a	92.22a	92.22a	91.11a	91.11a
PL005-0	<i>Colletotrichum</i> sp.	91.41a	93.75a	14.81b	3.70c	0.00c	0.00c	0.00c
PL006-1	<i>Colletotrichum</i> sp.	68.02ab	50.00c	61.85a	63.52b	59.63b	59.26b7	58.26b
PL 006-2	<i>Neopestalotiopsis</i> sp.	62.57a	50.00ab	40.00ab	33.33bc	29.63bc	29.63bc	22.22c
PL 007-0	<i>Neopestalotiopsis</i> sp.	66.26c	82.40b	84.92b	91.67a	92.77	92.91a	94.44a
PT 001-0	<i>Neopestalotiopsis</i> sp.	76.15ab	87.41a	73.85a	90.95a	91.75a	93.33a	93.33a
PT 008-1	<i>Neopestalotiopsis</i> sp.	83.85ab	90.23a	90.52a	90.35a	90.62a	91.05a	91.33a
PT 009-0	<i>Neopestalotiopsis</i> sp.	85.85ab	92.23a	92.52a	92.35a	92.62a	93.05a	93.33a
PT 010-0	<i>Colletotrichum</i> sp.	75.88ab	68.53b	93.46a	53.71b	53.71b	53.70b	53.70b
PT 011-1	<i>Colletotrichum</i> sp.	73.68ab	66.33b	91.16a	51.51b	51.51b	51.50b	51.50b
C.V. (%)		9.91	8.01	22.67	16.76	19.60	19.17	20.14
F-test		**	**	**	**	**	**	**

ในขณะที่เชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ *Bacillus* RUTs 002 สามารถยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *Colletotrichum* spp. จำนวน 6 ไอโซเลท ได้แก่ PT008-0, PT010-0, PT006-1, PL005-0, NT008-0 และ NT006-0 การยับยั้งเท่ากับ 94.44, 94.44, 94.07, 93.70, 86.67 และ 81.85 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ทั้งนี้มีเพียง 1 ไอโซเลท คือ PT009-0 สามารถยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *Neopestalotiopsis* spp. การยับยั้งเท่ากับ 94.44 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 3) ส่วนประสิทธิภาพของเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ *Bacillus* RUTs 003 สามารถยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *Colletotrichum* spp. จำนวน 6 ไอโซเลท ได้แก่ PT008-0, PT010-0, PL006-1, PL005-0, NT008-0 และ NT006-0 การยับยั้งเท่ากับ 95.44, 95.44, 95.07, 94.70, 87.67 และ 83.85 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในขณะที่การยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *Neopestalotiopsis* spp. มี 1 ไอโซเลท คือ PT009-0 การยับยั้งเท่ากับ 95.44 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 3 ประสิทธิภาพของเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ *Bacillus* RUTs 002 ในการยับยั้ง (%) การเจริญของเชื้อรา *Neopestalotiopsis* spp. และ *Colletotrichum* spp. ในระยะเวลา 14 วัน

ไอโซเลท	ชนิดเชื้อรา	การยับยั้ง (%)						
		2 วัน	4 วัน	6 วัน	8 วัน	10 วัน	12 วัน	14 วัน
NT006-0	<i>Colletotrichum</i> sp.	88.15a	88.98ab	89.63c	87.41b	84.44b	82.22b	81.85c
NT008-0	<i>Colletotrichum</i> sp.	87.20a	84.61b	86.67c	86.67b	86.67b	86.67b	86.67b
PL005-0	<i>Colletotrichum</i> sp.	90.39a	90.36a	90.36bc	89.63b	93.70a	93.70a	93.70a
PL006-1	<i>Colletotrichum</i> sp.	88.92ab	92.68a	94.07ab	94.07a	94.07a	94.07a	94.07a
PT008-0	<i>Colletotrichum</i> sp.	90.24ab	93.75a	94.44a	94.44a	94.44a	94.44a	94.44a
PT009-0	<i>Neopestalotiopsis</i> sp.	68.02b	92.53a	93.61ab	94.44a	94.44a	94.44a	94.44a
PT010-0	<i>Colletotrichum</i> sp.	91.57b	94.12a	94.44a	94.44a	94.44a	94.44a	94.44a
C.V. (%)		6.82	2.40	1.61	1.94	2.77	2.13	2.10
F-test		**	**	**	**	**	**	**

ตารางที่ 4 ประสิทธิภาพของเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ *Bacillus* RUTs 003 ในการยับยั้ง (%) การเจริญของเชื้อรา *Neopestalotiopsis* sp. และ *Colletotrichum* spp. ในระยะเวลา 14 วัน

ไอโซเลท	ชนิดเชื้อรา	การยับยั้ง (%)						
		2 วัน	4 วัน	6 วัน	8 วัน	10 วัน	12 วัน	14 วัน
NT006-0	<i>Colletotrichum</i> sp.	88.16a	88.99ab	90.64c	90.42b	85.45b	83.22b	83.85c
NT008-0	<i>Colletotrichum</i> sp.	89.20a	85.61b	87.67c	87.67b	87.67b	87.67b	87.67b
PL005-0	<i>Colletotrichum</i> sp.	91.39a	91.36a	91.36bc	90.63b	94.70a	94.70a	94.70a
PL006-1	<i>Colletotrichum</i> sp.	89.92ab	93.68a	95.07ab	95.07a	95.07a	95.07a	95.07a
PT008-0	<i>Colletotrichum</i> sp.	91.24ab	94.75a	95.44a	95.44a	95.44a	95.44a	95.44a
PT009-0	<i>Neopestalotiopsis</i> sp.	69.02b	93.53a	94.61ab	95.44a	95.44a	95.44a	95.44a
PT010-0	<i>Colletotrichum</i> sp.	92.57b	95.12a	95.44a	95.44a	95.44a	95.44a	95.44a
C.V. (%)		6.82	2.40	1.61	1.94	2.77	2.13	2.10
F-test		**	**	**	**	**	**	**

Bacillus เป็นเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ที่มีประสิทธิภาพสูงในการป้องกันกำจัดโรคพืช ปัจจุบันพบว่า เกษตรกรยอมรับและนำไปใช้เพื่อป้องกันกำจัดโรคพืชอย่างกว้างขวาง จากการศึกษาในครั้งนี้ทำให้ทราบว่า แบคทีเรียปฏิปักษ์ *Bacillus* RUTs 001 มีประสิทธิภาพสูงในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อราสาเหตุโรคใบร่วงชนิดใหม่ของยางพารา ที่เกิดจากเชื้อรา *Neopestalotiopsis* spp. และ *Colletotrichum* spp. สามารถยับยั้งเชื้อก่อโรคได้มากถึง 11 ไอโซเลท เชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ *Bacillus* RUTs 001 เมื่อจำแนกระดับโมเลกุลพบว่า เป็นเชื้อ *B. subtilis* subsp. *subtilis* ทั้งนี้ *B. subtilis* เป็นแบคทีเรียที่มีการนำไปใช้ประโยชน์อย่างหลากหลาย พบได้ทั่วไปในดินปลูก ปุ๋ยคอก รากพืช ผักใบ และก้อนเชื้อเห็ดเห็ดเก่า (พรศิลป์ และคณะ, 2563) โดยแบคทีเรียปฏิปักษ์ *Bacillus* ที่ใช้ศึกษาในครั้งนี้แยกได้จากก้อนเชื้อเห็ดเห็ดเก่าและผ่านการทดสอบแล้วว่า มีประสิทธิภาพในการควบคุมเชื้อรา *Fusarium solani* สาเหตุโรค damping-off ของมะเขือเทศ (Zulfikar et al., 2018) เชื้อสามารถสร้างสารปฏิชีวนะ (antibiotic) ได้อย่างมีประสิทธิภาพ จึงสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อสาเหตุโรคใบร่วงชนิดใหม่ของยางพาราได้เป็นอย่างดี แบคทีเรีย *B. subtilis* มีคุณสมบัติโดดเด่นในการช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช โดยการช่วยให้ฟอสเฟตสามารถละลายและพืชนำไปใช้ได้ง่าย

นอกจากนี้ กลไกสำคัญของเชื้อแบคทีเรีย *B. subtilis* ได้แก่ การผลิตปฏิชีวนะสาร การแข่งขันแก่งแย่งธาตุอาหาร การย่อยสลายเส้นใยเชื้อสาเหตุโรค และการชักนำให้พืชมีความต้านทาน (ISR) โดยกลไกที่แบคทีเรีย *B. subtilis* สร้างขึ้นมีผลโดยตรงและทางอ้อมต่อปัจจัยการเกิดโรคพืช (Wakelin *et al.*, 2004; Wang *et al.*, 2018) การศึกษานี้สอดคล้องกับการศึกษาของ บุษราคัม และคณะ (2554) รายงานว่า *B. subtilis* (20W33) ที่ผลิตในรูปแบบชีวภัณฑ์สามารถควบคุมเชื้อ *C. gloeosporioides* ได้อย่างมีประสิทธิภาพเช่นเดียวกับ สุกัด และคณะ (2557) รายงานว่าแบคทีเรีย *Bacillus* spp. ที่แยกจากดิน มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *Pyricularia grisea* สาเหตุโรคใบไหม้ของข้าวไร่ และพบว่าสามารถยับยั้งเชื้อ *Colletotrichum* spp. สาเหตุโรคแอนแทรกโนสของพริกหวานและพริกชี้ฟ้า

เนื่องจากโรคใบร่วงชนิดใหม่ของยางพารา กำลังเป็นปัญหาที่สำคัญของเกษตรกรผู้ปลูกยางทั่วโลก (Darojat *et al.*, 2023) งานวิจัยเบื้องต้นจึงมุ่งเน้นการจำแนกหาเชื้อสาเหตุโรคและชีววิทยาของเชื้อ เพื่อหาแนวทางการป้องกันกำจัดที่เหมาะสมเพื่อลดการระบาดของโรค Darojat *et al.* (2023) รายงานว่า เชื้อสาเหตุโรคใบร่วงชนิดใหม่ของยางพารา เกิดจากเชื้อราหลายชนิดซึ่งเชื้ออาจก่อโรคชนิดเดียว ได้แก่ *Fusicoccum* spp. (Febbiyanti *et al.*, 2018), *Colletotrichum* spp. (Rodesuchit, 2020), *Pestalotiopsis* spp. (Febbiyanti and Fairuza, 2019), *N. cubana*, *N. formicarum* (Pornsuriya *et al.*, 2020), *N. aotearoa* (Li *et al.*, 2021) และ *Pestalotiopsis microspora* (Kusdiana *et al.*, 2020) หรือสามารถเกิดโรคร่วมกันได้ เช่น เชื้อรา *Colletotrichum* spp. เกิดโรคร่วมกับเชื้อ *Pestalotiopsis* spp. (Aliya *et al.*, 2022) เป็นต้น

4. สรุป

เชื้อแบคทีเรีย *Bacillus* RUTs 001 มีประสิทธิภาพสูงในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *Neopestalotiopsis* spp. และ *Colletotrichum* spp. สาเหตุโรคใบร่วงชนิดใหม่ของยางพารา สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยเชื้อสาเหตุได้มากที่สุด ในระยะเวลาทดสอบ 14 วัน การยับยั้งเท่ากับ 94.44 และ 91.33 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ อย่างไรก็ตามควรศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับประสิทธิภาพในการควบคุมโรคใบร่วงของยางพารา ในระดับไร่จริงและสภาพแปลงปลูก รวมถึงอัตราการใช้ที่เหมาะสม เพื่อให้สามารถควบคุมโรคได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถพัฒนาเป็นชีวภัณฑ์และประยุกต์ใช้ได้ในอนาคต

5. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย สำหรับการสนับสนุนทุนวิจัยงบประมาณรายได้ ประจำปี 2564 ขอขอบคุณ นายสวัสดิ์ สารอุณ หัวหน้าแผนกพัฒนาและฝึกอบรม การยางแห่งประเทศไทย (กยท.) จ.ตรัง นางสาวกัญญาภัค วรปัทมศรี และนางสาวยุสรี หมดัดสะอิ นักวิชาการเกษตร กยท. จ.สงขลา สำหรับการเก็บตัวอย่างโรคเพื่อใช้ในการทดลอง

6. เอกสารอ้างอิง

การยางแห่งประเทศไทย. 2562. ยางพารา. [online]. เข้าถึงจาก <https://rubber.co.th>.

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2565. ร่วมเฝ้าระวังโรคใบร่วงชนิดใหม่ของยางพารา แนะนำชาวสวนยางป้องกันกำจัดโรคต่อเนื่อง.

ส่งเสริมการอารักขาพืชและจัดการดินปุ๋ย กรมส่งเสริมการเกษตร. [online]. เข้าถึงจาก <https://doanews.doe.go.th/archives/14916>.

บุษราคัม อุดมศักดิ์, สุรีย์พร บัวอาจ, ณัฐริมา โฆษิตเจริญกุล และ อมรรัตน์ ภูไพบูลย์. 2554. การคัดเลือกและทดสอบสายพันธุ์ *Bacillus* ที่มีศักยภาพในการควบคุมเชื้อรา *Phytophthora parasitica*. รายงานการวิจัย สำนักงานวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร.

พรศิลป์ สีเผือก, ชัยสิทธิ์ ปรีชา และ วุฒิชัย สีเผือก. 2563. ความหลากหลายของเชื้อราและแบคทีเรียในก้อนเชื้อเห็ดเก่าและแนวทางการใช้ประโยชน์. รายงานการวิจัย คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย นครศรีธรรมราช.

สุกัด มหัทธนพรค, วีระชัย ตีรอรุณศิริ และ เรวัตี เคลือบคนโท. 2557. การคัดเลือกแบคทีเรียปฏิชีวนะสำหรับควบคุมโรคใบไหม้ในข้าวขาวดอกมะลิ 105. ใน งานประชุมนำเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา ระดับชาติ ครั้งที่ 8 ประจำปีการศึกษา 2557. มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2566. ยางพารา. [online]. เข้าถึงจาก <https://mis-app.oae.go.th/product/ยางพารา>

อารมณ ไรจน์สุจิตร์. 2563. โรคใบร่วงชนิดใหม่ที่เกิดจากเชื้อรา *Pestalotiopsis* sp. [online]. เข้าถึงจาก <http://www.doe.go.th/rubber/uploads>

อารมณ ไรจน์สุจิตร์, ชัชมนต์ แดงกนิษฐ์, นาถาวร ศัลยา, ยุติมิตร สุปรียา, เทือกสุบรรณ พงศกร เครือเขื่อนเพชร และ พนารัตน์จันทน์. 2563. โรคใบร่วงชนิดใหม่ของยางพารา: เชื้อสาเหตุ *Pestalotiopsis* sp. หรือ *Colletotrichum* sp. วารสารยางพารา 41(3) : 3-19.

- Al-Daghari, D. S. S., Al-Sadi, A. M., Al-Mahmooli, I. H., Janke, R., and Velazhahan, R. 2023. **Biological control efficacy of indigenous antagonistic bacteria isolated from the rhizosphere of cabbage grown in biofumigated soil against *Pythium aphanidermatum* damping-off of cucumber.** Agriculture 13: 626.
- Alchemi, P. J. K., and Jamin, S. 2022. **Impact of *Pestalotiopsis* leaf fall disease on leaf area index and rubber plant production.** In Sriwijaya Conference on Sustainable Environment, Agriculture and Farming System. [online]. Retrieved from <http://doi:10.1088/1755-1315/995/1/012030>.
- Aliya, S. S. S., Ali, N.S., Mahyudin, M.M., Yun, W. M., and Yusop, M. R. 2022. ***Colletotrichum siamense* and *Pestalotiopsis jesterias* potential pathogens of new rubber leaf spot disease via detached leaf assay.** Journal Rubber Research 25(3) : 195-212.
- Ashwini, N., and Srividya, S. 2014. **Potentiality of *Bacillus subtilis* as biocontrol agent for management of anthracnose disease of chilli caused by *Colletotrichum gloeosporioides*.** Biotechnology 4 : 127-136.
- Association of Natural Rubber Producing Country. 2021. **Rubber Market Intelligence Report.** 2(6) : 1-12.
- Damiri, N., Pratama, Y., Febbiyanti, T. R., Rahim, S. E., Astuti, D. T., and Purwanti, Y. 2022. ***Pestalotiopsis* sp. infection causes leaf fall disease of new arrivals in several clones of rubber plants.** Biodiversitas 23(8) : 3943-3949.
- Darojat, M. R., Agdie, S. W., Oktavia, F., and Sudarsono. 2023. **New leaf fall disease in rubber-pathogen characterization and rubber clone resistance evaluation using detached leaf assay.** Biodiversitas 24(4) : 1935-1945.
- Febbiyanti, T. R., Fairuzah, Z., and Kusdiana, A. P. J. 2018. **The outbreak of *Fusicoccum* leaf disease in Indonesia and the potential yield loss.** International Plant Protection Workshop. Mahkota Hotel, Melaka Malaysia.
- Febbiyanti, T. R., and Fairuza, Z. 2019. **Identification of causes of rubber leaves outbreak in Indonesia.** Journal of Natural Rubber Research 37(2) : 193-206.
- International Rubber Consortium Limited (IRCo). 2019. **The outbreak of *Pestalotiopsis* disease affecting huge hectare of rubber plantations in Indonesia.** [online]. Retrieved from <https://ircorubber.com/2019/pestalotiopsis-endanger-national-rubber-production>.
- Kusdiana, A. P. J., Sinaga, M.S., and Tondok, E.T. 2020. **Diagnosis of causal agent of new rubber leaf fall disease (*Hevea brasiliensis* Muel. Arg).** Journal Penelitian Karet 38(2) : 165-178.
- Li, B., Liu, X., Cai, J., Feng, Y., and Huang, G. 2021. **First report on *Neopestalotiopsis aotearoa* of rubber tree in China.** Plant Disease 105(4) :1223. [online]. Retrieved from <http://doi:10.1094/PDIS-09-20-1930-PDN>
- Pornsuriya, C., Chairin, T., Thaochan, N., and Sunpapao, A. 2020. **Identification and characterization of *Neopestalotiopsis* fungi associated with a novel leaf fall disease of rubber trees (*Hevea brasiliensis*) in Thailand.** Journal of Phytopathology 168(7-8). [online]. Retrieved from <http://doi.org/10.1111/jph.12906>.
- Rodesuchit, A. 2020. **Currently situation of the new leaf fall disease in Thailand.** Meeting of experts on *Pestalotiopsis* leaf disease (power point presentation). Surat Thani.
- Wang, X. Q., Zhao, D. L., Shen, L. L., Jing, C. L., and Zhang, C. S. 2018. **Application and mechanisms of *Bacillus subtilis* in biological control of plant disease.** In : V.S. Meena (ed). Role of Rhizospheric Microbes in Soil. [online]. Retrieved from <http://doi.org/10.1007/978-981-10-8402-79>.
- Wakelin, S. A., Warren, R. A., Harvey, P. R., and Ryder, M. H. 2004. **Phosphate solubilization by *Penicillium* spp. closely associated with wheat roots.** Biology Fertility Soils 40 : 36-43.
- Zulfikar, A., Layla, I. N., Preecha, C., Seephueak, W., and Seephueak, P. 2018. **Use of antagonistic bacteria from spent mushroom compost for controlling damping-off cause by *Fusarium solani* in tomato.** Proceeding of the 6th Asian Academic Society International Conference (AASIC); A Transformative Community: Asia in Dynamism, Innovation, and Globalization Asian Academic Society International (461-467 pp). Chiang Rai, Thailand. 8-10 November 2018.

การคัดเลือกแบคทีเรียจากปุ๋ยมูลไส้เดือนเพื่อยับยั้งเชื้อรา *Trichoderma* spp.
สาเหตุโรคราเขียวของเห็ดนางฟ้าภูฐาน
Screening of Bacteria from Vermicompost for Suppressing
Green Mold Disease of Bhutan Oyster Mushroom Caused by *Trichoderma* spp.

พรามาส เจริญรักษ์¹ ธวัลญารัตน์ กล้ากลีการณ¹ นัฐพล ศรีแก้ว¹ และ ดาวรุ่ง วัชรินทร์รัตน์²
Phraomas Charoenrak¹ Tawanyarat Klakasikarn¹ Nuttapon Srikaew¹
and Dowroong Watcharinrat²

¹สาขาการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

²คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเมธาร์ธ

¹Division of Crop Production, Faculty of Agricultural Technology, Rajamangala University of Technology Thanyaburi

²Faculty of Liberal Art, Metharath University

e-mail : phraomas_c@mutt.ac.th โทรศัพท์ : 081-5909271

บทคัดย่อ

โรคราเขียวที่เกิดจากเชื้อรา *Trichoderma* spp. เป็นโรคที่สำคัญต่อการเพาะเห็ดของเกษตรกร เนื่องจากเชื้อราจะเข้าทำลายก้อนเห็ดและก่อให้เกิดความเสียหายอย่างมาก ดังนั้นงานวิจัยครั้งนี้จึงได้แยกเชื้อแบคทีเรียจากมูลไส้เดือนพันธุ์ African Night Crawler (AF) ที่เป็นแหล่งจุลินทรีย์เพื่อทดสอบการยับยั้งเชื้อสาเหตุโรคราเขียว โดยแยกเชื้อสาเหตุโรคราเขียวจากก้อนเชื้อเห็ดได้ 10 ไอโซเลต นำไปเลี้ยงบนอาหาร Potato dextrose agar (PDA) ให้บริสุทธิ์ นำมาทดสอบอิทธิพลต่อการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อเห็ดนางฟ้าภูฐาน พบว่า เชื้อรา *Trichoderma* spp. ไอโซเลต T-NFP-1 ยับยั้งการเจริญและคลุมทับเส้นใยของเห็ดนางฟ้าภูฐานได้สูงที่สุด 47.38 % และ 0.58 เซนติเมตรต่อวัน ตามลำดับ จากนั้น แยกแบคทีเรียจากมูลไส้เดือนด้วยวิธี serial dilution plate ได้ทั้งหมด 22 ไอโซเลต นำมาทดสอบการยับยั้งเชื้อรา *Trichoderma* spp. T-NFP-1 และเส้นใยเห็ดนางฟ้าภูฐาน ด้วยวิธี dual culture บนอาหาร PDA ในห้องปฏิบัติการ พบว่า แบคทีเรียไอโซเลต BN06, BN08-1, BN010, BN018, BN019 และ BN021 สามารถยับยั้งได้ทั้งเชื้อรา *Trichoderma* spp. และเส้นใยของเห็ดนางฟ้าภูฐานได้ 40.71-77.14 % และ 23.29-52.85 % ตามลำดับ โดยแบคทีเรียไอโซเลต BN019 สามารถยับยั้งเชื้อรา *Trichoderma* spp. ได้สูงที่สุด (77.14 %) ในขณะที่แบคทีเรียไอโซเลต BN07 ไม่ยับยั้งการเจริญของเส้นใยเห็ดนางฟ้าภูฐาน แต่ส่งเสริมการเจริญของเส้นใยเห็ดให้หนาฟูขึ้น

คำสำคัญ: เห็ด, แบคทีเรีย, โรคราเขียว, มูลไส้เดือน

Abstract

Green mold disease caused by *Trichoderma* spp. is one of the most serious problems for mushroom production as the fungus destroys the mushroom bags and causes significant damage. In this research, bacteria were isolated from African Night Crawler (AF) earthworm vermicompost, which is a microbial source, to test efficacy for inhibition of green mold disease. The 10 isolates of green mold pathogen from mushroom bags were isolated and grown on potato dextrose agar (PDA) to be purified. Tested the effect on inhibiting the growth of Bhutan oyster mushroom mycelia. The result shown is *Trichoderma* sp. isolate T-NFP-1 inhibits the growth and overgrowth of Bhutan oyster mushroom mycelia at the highest percentages of 47.38 % and 0.58 cm/day, respectively. A total of 22 isolates of bacteria were selected from vermicompost by the serial dilution plate method. *Trichoderma* sp. T-NFP-1 and Bhutan oyster mushroom mycelia were tested for the efficacy of bacteria by the dual culture method on PDA in a laboratory. Bacteria isolates BN06, BN08-1, BN010, BN018, BN019 and BN021 can inhibit mycelial growth of *Trichoderma* sp. and Bhutan oyster mushroom by 40.71-77.14 % and 23.29-52.85 %, respectively. Bacteria isolate BN19 had the highest efficacy in inhibiting *Trichoderma* sp. mycelium growth (77.14 %), while bacteria isolate BN07 was uninhibited Bhutan oyster mushroom mycelial growth but promoted thickening of mushroom mycelium.

Keywords: mushroom, bacteria, green mold disease, vermicompost

1. บทนำ

การเพาะเห็ดนางฟ้าภูฐาน มักพบโรคราเขียว (green mold disease) ที่เกิดจากเชื้อรา *Trichoderma* spp. เข้าทำลาย ซึ่งเป็นปัญหาสำคัญของฟาร์มเห็ด (พัชรี, 2565) โดยโรคนี้เป็นโรคที่สำคัญอีกชนิดหนึ่งของเห็ดชนิดต่าง ๆ เนื่องจากเชื้อสาเหตุโรคสามารถเจริญได้เร็วและสร้างสปอร์ได้ในปริมาณมากจึงสามารถแพร่ระบาดได้อย่างรวดเร็ว ในประเทศไทยพบว่าโรคนี้ทำความเสียหายให้กับเห็ดที่เพาะเลี้ยงทุกชนิด และทำให้ผลผลิตเห็ดที่เพาะลดลงมากกว่า 70 % โดยเชื้อรา *Trichoderma* สายพันธุ์ที่พบเป็นศัตรูเห็ดในประเทศไทยได้แก่ *T. harzianum*, *T. harmatum*, *T. aureoviride*, และ *T. virens* (ประไพศรี, 2542; กองบรรณาธิการ, 2544) ในปัจจุบันเกษตรกรผู้เพาะเห็ดนิยมใช้วิธีทำความสะอาดอุปกรณ์และโรงเรือนเพาะเห็ดเป็นหลัก เกษตรกรบางรายใช้น้ำหมักชีวภาพ หรือจุลินทรีย์ปฏิปักษ์บางชนิดในการควบคุมโรค (พรศิลป์ และคณะ, 2548) เนื่องจากการเพาะเห็ดไม่สามารถใช้สารเคมีในการป้องกันกำจัดโรคนี้ได้ เนื่องจากอันตรายอย่างยิ่งต่อผู้บริโภค ซึ่งเชื้อแบคทีเรียสกุล *Bacillus* sp. สามารถสร้างสารปฏิชีวนะต่าง ๆ เพื่อยับยั้งการเจริญของเชื้อสาเหตุโรคของเห็ดได้ เช่น โรคราเขียว และราดำ เป็นต้น (พรศิลป์ และคณะ, 2548; ปณณวิชัย และวาริน, 2559) เนื่องจากปุ๋ยมูลไส้เดือนมีความหลากหลายของจุลินทรีย์สูง (พิชญ์ และอุทาน, 2562) ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้คัดเลือกแบคทีเรียจากปุ๋ยมูลไส้เดือนเพื่อใช้ในการควบคุมโรคราเขียวและเพิ่มผลผลิตของเห็ดนางฟ้าภูฐานต่อไป

2. วิธีการทดลอง

2.1 การแยกเชื้อรา *Trichoderma* spp. สาเหตุโรคราเขียวของเห็ด

แยกเชื้อรา *Trichoderma* spp. สาเหตุโรคราเขียวของเห็ดจากก้อนเห็ดชนิดต่าง ๆ ได้แก่ เห็ดนางฟ้าภูฐาน เห็ดนางรมฮังการี เห็ดนางรมเทา และเห็ดหัวลิง ที่พบอาการราเขียวในแผนกเพาะเห็ด สาขาการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี โดยเลี้ยงบนอาหารจำเพาะ Martin's medium จากนั้นนำเชื้อราที่แยกได้มาเลี้ยงให้บริสุทธิ์บนอาหาร PDA (Potato dextrose agar)

2.2 การทดสอบอิทธิพลของเชื้อรา *Trichoderma* spp. สาเหตุโรคราเขียวของเห็ดที่แยกได้ต่อการเจริญของเส้นใยเห็ดนางฟ้าภูฐาน

นำเชื้อรา *Trichoderma* spp. ที่แยกได้จากก้อนเห็ดที่แสดงอาการโรคราเขียวจากข้อ 2.1 มาทดสอบการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเห็ดนางฟ้าภูฐาน เพื่อคัดเลือกไอโซเลตที่ยับยั้งการเจริญของเส้นใยเห็ดนางฟ้าภูฐานได้สูงที่สุดเพื่อใช้ในการทดสอบขั้นต่อไป โดยใช้ cork borer ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร เจาะบริเวณขอบโคโลนีของเส้นใยเห็ดนางฟ้าภูฐานอายุ 5 วันที่เลี้ยงบนอาหาร PDA นำไปวางบนอาหารที่ฝั่งตรงข้ามห่างกัน 6 เซนติเมตร บ่มไว้ที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน จากนั้นใช้ cork borer เจาะบริเวณขอบโคโลนีของเชื้อรา *Trichoderma* spp. ที่แยกได้จากข้อ 1 อายุ 48 ชั่วโมง นำไปวางบนอาหารที่ฝั่งตรงข้ามห่างกัน 6 เซนติเมตร (ดัดแปลงจากพราวมาส, 2559) บ่มไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 7 วัน วัดการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *Trichoderma* spp. และเส้นใยเห็ดนางฟ้าภูฐาน

บันทึกผลการทดลองแบ่งเป็น 2 ค่า โดยคำนวณได้จากสูตร คือ

$$1. \text{เปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญของเส้นใยเห็ด} = [(R_1 - R_2) / R_1] \times 100$$

เมื่อ R_1 = รัศมีการเจริญของเส้นใยเห็ดนางฟ้าภูฐานในงานเลี้ยงเชื้อในกรรมวิธีควบคุม

R_2 = รัศมีการเจริญของเส้นใยเห็ดนางฟ้าภูฐานในงานเลี้ยงเชื้อในกรรมวิธีทดสอบ

$$2. \text{อัตราการเจริญคลุมทับเส้นใยเห็ด} = (D \times 1) / T$$

เมื่อ D = ระยะทางที่เชื้อรา *Trichoderma* spp. เจริญคลุมทับเส้นใยเห็ด โดยเริ่มวัดจากจุดที่เชื้อรา *Trichoderma* spp. เจริญชนกับเส้นใยเห็ด แล้วเจริญคลุมทับเส้นใยเห็ดจนสุดขอบจาน

T = ระยะเวลาที่เชื้อรา *Trichoderma* spp. ใช้ในการเจริญคลุมทับเส้นใยเห็ด โดยเริ่มนับตั้งแต่วันที่เชื้อรา *Trichoderma* spp. เจริญชนกับเส้นใยเห็ด แล้วเจริญคลุมทับเส้นใยเห็ดจนสุดขอบจาน

2.3 การแยกแบคทีเรียปฏิปักษ์

แยกแบคทีเรียจากมูลไส้เดือนพันธุ์ African Night Crawler (AF) ด้วยวิธี serial dilution plate โดยสุ่มตักมูลไส้เดือน 1 กรัม ใส่ในหลอดทดลองที่บรรจุน้ำนิ่งฆ่าเชื้อปริมาตร 9 มิลลิลิตร เขย่าด้วยเครื่องเขย่าสาร (vortex) เพื่อให้จุลินทรีย์จากมูลไส้เดือนหลุดออกมาในน้ำ จากนั้นดูดน้ำที่ได้มา 0.1 มิลลิลิตร นำไปหยดและเกลี่ยบนผิวหน้าอาหารเลี้ยงเชื้อ nutrient agar (NA) บ่มไว้ 1-2 วัน จนเห็นโคโลนีของแบคทีเรียเจริญบนผิวหน้าอาหาร จากนั้นนำแบคทีเรียที่แยกได้มาเลี้ยงให้บริสุทธิ์บนอาหาร NA ก่อนนำไปเลี้ยงใน slant NA แล้วเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เพื่อนำไปทดสอบต่อไป

2.4 การทดสอบประสิทธิภาพของแบคทีเรียที่แยกได้ในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *Trichoderma* spp. สาเหตุโรคราเขียวของเห็ดในห้องปฏิบัติการ

ดัดแปลงจากกรรมวิธีของพัชรพร (2556) โดยเลี้ยงแบคทีเรียที่แยกได้จากข้อ 2.3 บนอาหาร NA เมื่อแบคทีเรียอายุ 72 ชั่วโมง ใช้ loop ที่ล้นไฟฟ้าเชื้อแล้ว และโคโลนีของแบคทีเรียขีดเป็นแนวเส้นตรงยาว 3 เซนติเมตร บนอาหาร PDA ให้ห่างจากขอบจานเลี้ยงเชื้อด้านใดด้านหนึ่ง 1.5 เซนติเมตร จากนั้นใช้ cork borer ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร เจาะบริเวณขอบโคโลนีของเชื้อรา *Trichoderma* spp. ที่แยกได้จากข้อ 2.3 อายุ 48 ชั่วโมง นำไปวางบนอาหารที่ฝั่งตรงข้ามห่างกัน 6 เซนติเมตร บ่มไว้ที่อุณหภูมิห้อง ทำกรรมวิธีละ 4 ซ้ำ บันทึกผลการทดลองเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุมที่วางเชื้อรา *Trichoderma* spp. ห่างจากขอบจานเลี้ยงเชื้อ 1.5 เซนติเมตรเพียงด้านเดียว วัดการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *Trichoderma* spp. โดยวัดคาร์ซีมของเส้นใยจากจุดกลางขึ้นขึ้นไปในแนวตั้งฉากกับขีดโคโลนีของเชื้อแบคทีเรียปฏิบัติหลังบ่มเชื้อครบ 3 วัน เพื่อไปคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Trichoderma* spp. จากสูตร

$$\% \text{ Inhibition} = [(R-R_2)/R_1] \times 100$$

เมื่อ R_1 คือค่าเฉลี่ยของรัศมีของเส้นใยเชื้อราในจานเลี้ยงเชื้อในกรรมวิธีควบคุม

R_2 คือค่าเฉลี่ยของรัศมีของเส้นใยเชื้อราในจานเลี้ยงเชื้อกรรมวิธีทดสอบ

2.5 การทดสอบประสิทธิภาพของแบคทีเรียที่แยกได้ต่อการเจริญของเส้นใยเห็ดนางฟ้าภูฐานในห้องปฏิบัติการ

นำเชื้อแบคทีเรียที่แยกได้จากข้อ 2.3 มาทดสอบประสิทธิภาพในการเจริญของเส้นใยของเห็ดนางฟ้าภูฐาน โดยดัดแปลงวิธีการจากพัชรพร (2556) ด้วยการนำเชื้อแบคทีเรียที่แยกได้มาขีดเป็นเส้นตรงห่างจากขอบจานเลี้ยงเชื้อด้านใดด้านหนึ่ง 1.5 เซนติเมตร จากนั้นใช้ cork borer ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร เจาะบริเวณขอบโคโลนีของเส้นใยเห็ดนางฟ้าภูฐานอายุ 5 วัน ที่เลี้ยงบนอาหาร PDA นำไปวางบนอาหารที่ฝั่งตรงข้ามห่างกัน 6 เซนติเมตร บ่มไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 5 วัน ทำกรรมวิธีละ 4 ซ้ำ บันทึกผลการทดลองเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุมที่วางเชื้อรา *Trichoderma* spp. ห่างจากขอบจานเลี้ยงเชื้อ 1.5 เซนติเมตร เพียงด้านเดียว จากนั้นตรวจวัดการเจริญของเส้นใยเห็ดนางฟ้าภูฐานหลังบ่มเชื้อครบ 3 วัน เช่นเดียวกันกับวิธีการในข้อ 3 บันทึกผล ตลอดจนลักษณะการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย โดยวัดความกว้างของแนวที่ขีดแบคทีเรีย

2.6 การจำแนกเชื้อแบคทีเรียที่คัดเลือกได้

ศึกษาลักษณะโคโลนีและลักษณะทางสัณฐานวิทยาโดยวิธีการย้อมสีแบบแกรม (Gram's stain) แล้วตรวจสอบลักษณะภายใต้กล้องจุลทรรศน์

2.7 การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้โปรแกรม SPSS เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยจากกรรมวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

3. ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

3.1 การแยกเชื้อรา *Trichoderma* spp. สาเหตุโรคราเขียวในเห็ด

นำก้อนเห็ดชนิดต่าง ๆ เช่น เห็ดนางฟ้าภูฐาน เห็ดนางรมฮังการี เห็ดนางรมเทา และเห็ดหัวลิง ในแผนกเพาะเห็ดสาขาการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ที่พบว่าเป็นโรคราเขียว มาทำการแยกเชื้อรา *Trichoderma* spp. จากการทดลองพบว่า ก้อนเห็ดแต่ละชนิดที่เป็นโรคราเขียวเข้าทำลาย พบลักษณะของเส้นใย และโคโลนีของเชื้อรา *Trichoderma* spp. แตกต่างกันอย่างชัดเจน (ภาพที่ 1) จึงได้ทำการแยกเชื้อรา *Trichoderma* spp. ให้บริสุทธิ์ และเก็บไว้เพื่อทำการทดลองต่อไป

3.2 การทดสอบเชื้อรา *Trichoderma* spp. ที่แยกได้ต่อการเจริญของเส้นใยเห็ดนางฟ้าภูฐาน

นำเชื้อรา *Trichoderma* spp. ที่แยกได้จากก้อนเห็ดที่แสดงอาการโรคราเขียวทั้งหมด 10 ไอโซเลต มาทดสอบการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเห็ดนางฟ้าภูฐาน เพื่อคัดเลือกไอโซเลตที่ยับยั้งการเจริญของเส้นใยเห็ดนางฟ้าภูฐาน ได้สูงที่สุดเพื่อทดสอบต่อไป จากการทดลองพบว่า เชื้อรา *Trichoderma* spp. ไอโซเลต NFP-1 ที่แยกได้จากเห็ดนางฟ้าภูฐาน สามารถยับยั้งการเจริญ และมีอัตราการเจริญคลุมทับของเส้นใยเห็ดนางฟ้าภูฐานสูงที่สุด พบว่า ภายหลังจากทดลอง 7 วัน เชื้อรา *Trichoderma* spp. ไอโซเลต NFP-1 มีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งเท่ากับ 47.38 % และมีอัตราการเจริญคลุมทับเส้นใยเห็ดนางฟ้าภูฐานเท่ากับ 0.58 เซนติเมตรต่อวัน ตามลำดับ ซึ่งมีค่าสูงที่สุด (ตารางที่ 1 และภาพที่ 1) จึงได้คัดเลือกเชื้อรา *Trichoderma* sp. ไอโซเลต NFP-1 ไว้ทดสอบในขั้นต่อไป

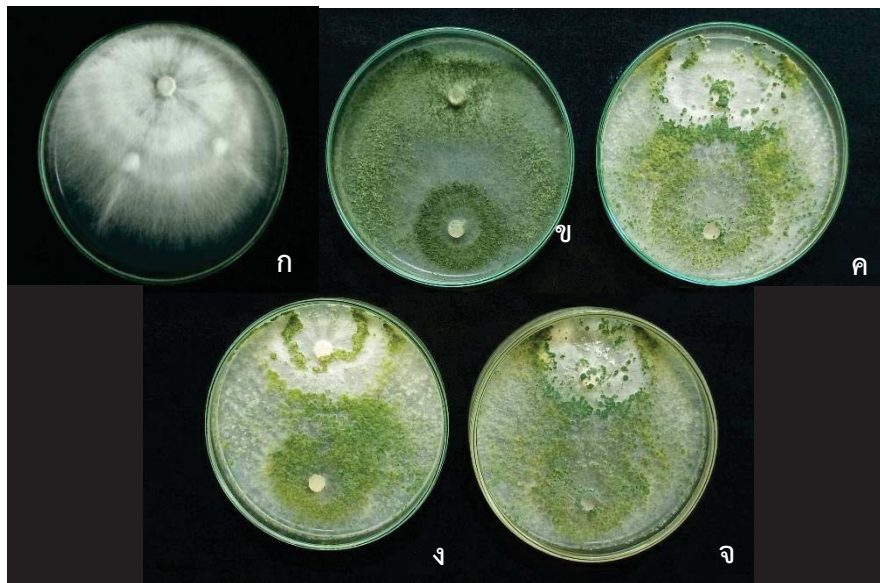
ตารางที่ 1 การยับยั้งการเจริญ และการเจริญคลุมทับเส้นใยเห็ดของนางฟ้าภูฎานของเชื้อรา *Trichoderma* spp. สาเหตุโรคราเขียวของเห็ด หลังวางเชื้อบนอาหาร PDA เป็นเวลา 7 วัน

ไอโซเลตเชื้อรา	รัศมีของเห็ดนางฟ้าภูฎาน (ซม.)	เปอร์เซ็นต์การยับยั้ง (%)	อัตราการเจริญคลุมทับ (ซม.)
กรรมวิธีควบคุม	6.18 ^a	0.00	0.00
T-NFP-1	3.25 ^b	47.38	0.58 ^a
T-NFP-2	3.65 ^b	41.68	0.56 ^a
T-NFP-3	3.50 ^b	43.30	0.58 ^a
T-NRH-A	3.55 ^b	42.48	0.56 ^a
T-NRH-B	3.55 ^b	42.50	0.59 ^a
T-NFP-S-2	3.43 ^b	44.53	0.56 ^a
T-NFP-S-3	3.53 ^b	45.75	0.56 ^a
T-NR	3.40 ^b	44.95	0.57 ^a
T-NRGr	3.40 ^b	44.78	0.53 ^a
T-HL	3.20 ^b	48.18	0.37 ^b
F-test	*	ns	*
CV.(%)	7.12	9.97	5.06

หมายเหตุ : ns คือ แสดงความไม่แตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

* คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

a,b คือ ค่าเฉลี่ยตามตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างทางสถิติจากการวิเคราะห์ด้วย Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



- ก. กรรมวิธีควบคุม
- ข. *Trichoderma* spp. ไอโซเลต T-NFP-1
- ค. *Trichoderma* spp. ไอโซเลต T-NFP-3
- ง. *Trichoderma* spp. ไอโซเลต T-NFP-S-2
- จ. *Trichoderma* spp. ไอโซเลต T-NFP-S-3

ภาพที่ 1 การยับยั้งการเจริญ และการคลุมทับเส้นใยเห็ดนางฟ้าภูฎานของเชื้อรา *Trichoderma* spp. สาเหตุโรคราเขียวของเห็ดที่แยกได้จากก้อนเห็ดชนิดต่าง ๆ ภายหลังจากทดลอง 7 วัน

3.3 การทดสอบประสิทธิภาพแบคทีเรียที่แยกได้ในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *Trichoderma* spp. สาเหตุโรคราเขียวของเห็ดในห้องปฏิบัติการ

นำแบคทีเรียที่คัดเลือกได้จากมูลไส้เดือนทั้งหมด 22 ไอโซเลต มาทดสอบการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *Trichoderma* spp. ไอโซเลต NF-1 ที่คัดเลือกได้จากข้อ 3.2 ในห้องปฏิบัติการด้วยวิธี dual culture บนอาหาร potato dextrose agar (PDA) จากผลการทดลองพบว่า ประสิทธิภาพของแบคทีเรียที่คัดเลือกได้จากมูลไส้เดือน สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ไม่ยับยั้งเชื้อรา *Trichoderma* spp. และ กลุ่มที่ยับยั้งเชื้อรา *Trichoderma* spp. โดยแบคทีเรียกลุ่มที่ไม่พบการยับยั้งเชื้อรา *Trichoderma* spp. มีทั้งหมด 17 ไอโซเลต และแบคทีเรียกลุ่มที่พบการยับยั้งเชื้อรา *Trichoderma* spp. มีทั้งหมด 5 ไอโซเลต ซึ่งแบคทีเรียกลุ่มที่ไม่พบการยับยั้งเชื้อรา *Trichoderma* spp. มีการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย 0.52-2.42 เซนติเมตร ส่วนแบคทีเรียกลุ่มที่พบการยับยั้งเชื้อรา *Trichoderma* spp. มีการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย 0.5-1.35 เซนติเมตร (ตารางที่ 2 และภาพที่ 2)

ตารางที่ 2 ประสิทธิภาพของแบคทีเรียที่แยกได้จากมูลไส้เดือนในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Trichoderma* spp. ภายหลังจากการทดสอบบนอาหาร PDA 5 วัน

ไอโซเลตแบคทีเรีย	รัศมีโคโคโคโรมา (ซม.)	เปอร์เซ็นต์การยับยั้ง (%)	การเจริญของแบคทีเรีย (ซม.)	รูปแบบของแบคทีเรียที่ยับยั้งเชื้อราโคโคโคโรมา
กรรมวิธีควบคุม	7.00 ^a	0.00	0.00	-
BN01	5.97 ^{ab}	14.71	1.00 ^{b-e}	ไม่ยับยั้ง
BN02	6.12 ^{ab}	12.57	1.52 ^{b-d}	ไม่ยับยั้ง
BN03	5.50 ^{a-c}	21.42	1.10 ^{b-e}	ไม่ยับยั้ง
BN04	5.27 ^{a-c}	24.71	1.47 ^{b-e}	ไม่ยับยั้ง
BN05	4.90 ^{b-e}	30.00	1.07 ^{b-e}	ไม่ยับยั้ง
BN06	3.80 ^{c-f}	45.71	0.80 ^{d-f}	ยับยั้ง
BN07	5.47 ^{a-c}	21.86	1.45 ^{b-e}	ไม่ยับยั้ง
BN08-1	3.80 ^{c-f}	45.71	0.80 ^{d-f}	ยับยั้ง
BN08-2	4.57 ^{b-e}	34.71	0.50 ^{ef}	ไม่ยับยั้ง
BN09	5.97 ^{ab}	14.71	1.92 ^{ab}	ไม่ยับยั้ง
BN010	2.60 ^{fg}	62.86	1.35 ^{b-e}	ยับยั้ง
BN011	5.15 ^{b-d}	26.43	2.42 ^a	ไม่ยับยั้ง
BN012	5.92 ^{ab}	15.43	1.00 ^{b-e}	ไม่ยับยั้ง
BN013	3.22 ^{ef}	54.00	1.85 ^{a-c}	ไม่ยับยั้ง
BN014	4.10 ^{c-f}	41.43	0.85 ^{d-f}	ไม่ยับยั้ง
BN015	5.15 ^{b-d}	26.43	0.52 ^{ef}	ไม่ยับยั้ง
BN016	6.25 ^{ab}	10.71	0.57 ^{d-f}	ไม่ยับยั้ง
BN017	3.77 ^{c-f}	46.14	0.92 ^{c-f}	ไม่ยับยั้ง
BN018	3.90 ^{c-f}	44.29	0.65 ^{d-f}	ยับยั้ง
BN019	1.60 ^g	77.14	1.35 ^{b-e}	ยับยั้ง
BN020	3.45 ^{d-f}	50.71	0.62 ^{d-f}	ไม่ยับยั้ง
BN021	4.15 ^{c-f}	40.71	0.72 ^{d-f}	ยับยั้ง
F-test	**		**	-
C.V. (%)	22.90		53.27	-

หมายเหตุ : ** คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

^{a,b} คือ ค่าเฉลี่ยตามตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างทางสถิติจากการวิเคราะห์ด้วย Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %



ก. การเจริญของเส้นใยเชื้อรา *Trichoderma* spp. (กรรมวิธีควบคุม)
 ข. แบคทีเรียกลุ่มที่ไม่ยับยั้งเส้นใยเชื้อรา *Trichoderma* spp.
 ค. แบคทีเรียกลุ่มที่ยับยั้งเส้นใยเชื้อรา *Trichoderma* spp.

ภาพที่ 2 การทดสอบประสิทธิภาพของแบคทีเรียที่ยับยั้งเส้นใยเชื้อรา *Trichoderma* spp. ภายหลังการทดสอบบนอาหาร PDA 5 วัน

3.5 การทดสอบประสิทธิภาพของแบคทีเรียที่แยกได้ต่อการเจริญของเส้นใยเห็ดนางฟ้าภูฏานในห้องปฏิบัติการ

จากการทดสอบประสิทธิภาพต่อการเจริญของเส้นใยเห็ดนางฟ้าภูฏานในห้องปฏิบัติการด้วยวิธี dual culture พบว่า แบคทีเรียที่แยกได้มีผลต่อการเจริญของเส้นใยเห็ดนางฟ้าภูฏาน โดยสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่ม ได้แก่

1. แบคทีเรียกลุ่มที่ยับยั้งการเจริญของเส้นใยเห็ดนางฟ้าภูฏาน โดยการสร้างบริเวณใส (clear zone) พบทั้งหมด 9 ไอโซเลต
2. แบคทีเรียกลุ่มที่ไม่ยับยั้งการเจริญของเส้นใยเห็ดนางฟ้าภูฏาน พบทั้งหมด 13 ไอโซเลต โดยพบว่ามีแบคทีเรีย 7 ไอโซเลต ทำให้เส้นใยเห็ดนางฟ้าภูฏานหนาและฟูมากขึ้น 5 ไอโซเลต (ตารางที่ 3 และภาพที่ 3)

ตารางที่ 3 อิทธิพลของแบคทีเรียที่แยกได้จากมูลไส้เดือนต่อการเจริญของเส้นใยเห็ดนางฟ้าภูฏาน ภายหลังการทดสอบบนอาหาร PDA 5 วัน

ไอโซเลต แบคทีเรีย	รัศมีเส้นใยเห็ดนางฟ้า ภูฏาน (ซม.)	เปอร์เซ็นต์การยับยั้ง (%)	การเจริญเติบโต ของแบคทีเรีย (ซม.)	รูปแบบของแบคทีเรียต่อการ เจริญเติบโตของเส้นใยเห็ด	หมายเหตุ
กรรมวิธีควบคุม	7.00 ^a	0.00	0.00	-	-
BN01	5.75 ^{ab}	17.86	1.00 ^{b-d}	ไม่ยับยั้ง	-
BN02	5.50 ^{ab}	21.43	1.52 ^{bc}	ไม่ยับยั้ง	หนาฟู
BN03	5.52 ^{ab}	21.14	1.10 ^{b-e}	ไม่ยับยั้ง	-
BN04	5.70 ^{ab}	18.57	1.47 ^{b-e}	ไม่ยับยั้ง	หนาฟู
BN05	5.35 ^{ab}	23.57	1.07 ^{b-e}	ไม่ยับยั้ง	เส้นใยฟู
BN06	5.37 ^{ab}	23.29	0.80 ^{ef}	ยับยั้ง	-
BN07	5.60 ^{ab}	20.00	1.45 ^{b-e}	ไม่ยับยั้ง	หนาฟู
BN08-1	5.10 ^{a-c}	27.14	0.80 ^{d-f}	ยับยั้ง	-
BN08-2	4.65 ^{bc}	33.57	0.50 ^f	ไม่ยับยั้ง	-
BN09	6.47 ^{ab}	7.57	1.92 ^{ab}	ไม่ยับยั้ง	ฟู
BN010	4.87 ^{bc}	30.43	1.35 ^{b-e}	ยับยั้ง	-
BN011	6.20 ^{ab}	11.43	2.42 ^a	ไม่ยับยั้ง	-
BN012	6.02 ^{ab}	14.00	1.00 ^{b-e}	ไม่ยับยั้ง	หนาฟู
BN013	6.40 ^{ab}	8.57	1.85 ^{a-c}	ไม่ยับยั้ง	-
BN014	5.15 ^{abc}	26.43	0.85 ^{d-f}	ยับยั้ง	-
BN015	4.77 ^{bc}	31.86	0.50 ^f	ไม่ยับยั้ง	-
BN016	5.00 ^{bc}	28.57	0.57 ^{d-f}	ไม่ยับยั้ง	หนาฟู
BN017	5.05 ^{a-c}	27.86	0.95 ^{c-f}	ยับยั้ง	-

ไอโซเลต แบคทีเรีย	รัศมีเส้นใยเห็ดนางฟ้า ภูฏาน (ซม.)	เปอร์เซ็นต์การยับยั้ง (%)	การเจริญเติบโต ของแบคทีเรีย (ซม.)	รูปแบบของแบคทีเรียต่อการ เจริญเติบโตของเส้นใยเห็ด	หมายเหตุ
BN018	4.87 ^{bc}	30.42	0.65 ^{d-f}	ยับยั้ง	-
BN019	3.30 ^c	52.85	1.35 ^{b-e}	ยับยั้ง	-
BN020	5.40 ^{ab}	22.86	0.62 ^{ef}	ยับยั้ง	-
BN021	4.60 ^{bc}	34.29	0.72 ^{ef}	ยับยั้ง	-
F-test	*		**	-	
C.V. (%)	21.44		53.27	-	

หมายเหตุ : * คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

** คือ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

a,b คือ ค่าเฉลี่ยตามตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างทางสถิติจากการวิเคราะห์ด้วย Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



ก. การเจริญของเส้นใยเห็ดนางฟ้าภูฏาน (กรรมวิธีควบคุม)

ข. แบคทีเรียกลุ่มที่ไม่ยับยั้งและส่งเสริมการเจริญของเส้นใยเห็ดนางฟ้าภูฏาน (เส้นใยหนาและฟู)

ค. แบคทีเรียกลุ่มที่ไม่ยับยั้งเส้นใยเห็ดนางฟ้าภูฏาน

ง. แบคทีเรียกลุ่มที่ยับยั้งเส้นใยเห็ดนางฟ้าภูฏาน

ภาพที่ 3 การทดสอบอิทธิพลของแบคทีเรียที่แยกได้ต่อการเจริญของเส้นใยเห็ดนางฟ้าภูฏาน ภายหลังจากทดสอบบนอาหาร PDA 5 วัน

3.6 การจำแนกเชื้อแบคทีเรียด้วยวิธีการย้อมสีแบบแกรม

เมื่อนำแบคทีเรียทั้ง 5 ไอโซเลต ที่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Trichoderma* spp. สาเหตุโรคราเขียวของเห็ด และเส้นใยเห็ดนางฟ้าภูฏาน ได้แก่ ไอโซเลต BN06, BN08-1, BN010, BN018 BN019 และ BN021 และคัดเลือกแบคทีเรีย 3 ไอโซเลต ได้แก่ ไอโซเลต BN02 BN07 และBN09 ที่ไม่ยับยั้งการเจริญของเส้นใยเห็ดนางฟ้าภูฏาน แต่ส่งเสริมการเจริญของเส้นใยเห็ดให้หนาขึ้นมากที่สุดจากการสังเกต มาศึกษาลักษณะโคโลนีและลักษณะทางสัณฐานวิทยาโดยวิธีการย้อมสีแบบแกรม (Gram's stain) แล้วตรวจสอบลักษณะภายใต้กล้องจุลทรรศน์ พบว่าแบคทีเรียทั้ง 8 ไอโซเลตย้อมติดสีม่วงของ crystal violet ซึ่งเป็นแกรมบวก มีรูปร่างท่อนยาว พบการสร้าง endospore เมื่อย้อมสีด้วย malachite green จึงจัดจำแนกเบื้องต้นว่าเป็นแบคทีเรียในสกุล *Bacillus* spp.

จากการแยกเชื้อรา *Trichoderma* spp. จากก้อนเห็ดชนิดต่าง ๆ ที่พบอาการราเขียวในแผนกเพาะเห็ด สาขาการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ได้แก่ เห็ดนางฟ้าภูฏาน เห็ดนางรมฮังการี เห็ดนางรมเทา และเห็ดหัวลิง พบเชื้อรา *Trichoderma* spp. ที่แยกได้มีลักษณะเส้นใยและโคโลนีที่แตกต่างกันอย่างชัดเจน สอดคล้องกับพรศิลป์ (2546) ที่สามารถแยกเชื้อรา *T. harzianum* *T. virens* *T. virens-like* *T. atroviride* และ *T. aureoviride* จากตัวอย่างก้อนเห็ดที่เป็นโรคราเขียวที่เก็บจากฟาร์มเห็ดทั่วประเทศ ในปัจจุบัน Kredics et al. (2021) ได้รายงานว่ารากเห็ดเป็นอีกโรคหนึ่งที่สำคัญต่อการผลิตเห็ดทั่วโลก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการผลิตเห็ดกระดุม และเห็ดสกุลนางรม โดยก่อให้เกิดความเสียหายอย่างมาก โดยพบเชื้อรา *T. aggressivum* *T. pleuroticola* *T. pleuroti* *T. decipiens* และ *T. harzianum* เป็นสาเหตุของโรคดังกล่าว ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาเกี่ยวกับความหลากหลายของเชื้อราสาเหตุโรคราเขียวของเห็ดที่แยกได้เพิ่มเติมต่อไป ซึ่งยังไม่มีรายงานว่ารากเห็ด *T. asperellum* ที่เป็นเชื้อราปฏิปักษ์ในการควบคุมโรคพืช และใช้กันอย่างแพร่หลายในประเทศไทยเป็นสาเหตุของโรคราเขียวของเห็ด อย่างไรก็ตาม กรณีที่ต้องการแสวงหายาต้านเชื้อราไตรโคเดอร์มาสำหรับใช้ควบคุมโรคพืช ควรละเว้นการแยกเชื้อราไตรโคเดอร์มาจากวัสดุที่ใช้เพาะเห็ด เส้นใยเห็ดและจากดอกเห็ดโดยตรง (จิระเดช, 2563)

ปัจจุบันมีการศึกษาเกี่ยวกับแบคทีเรียส่งเสริมการเจริญของเห็ด (Mushroom growth promoting bacteria; MGPB) เพิ่มมากขึ้น โดยพบว่าแบคทีเรียสกุลต่าง ๆ เช่น *Bacillus* sp. และ *Pseudomonas* sp. สามารถเพิ่มผลผลิตของเห็ดเศรษฐกิจในสกุลต่าง ๆ ได้เช่น เห็ดนางรม (*Pleurotus ostreatus*) เห็ดนางฟ้าภูฐาน (*P. pleuronarius*) และเห็ดกระดุม หรือเห็ดแชมปิญอง (*Agaricus bisporus*) (ปณณวิชญ์ และวาริน, 2559; Cho et al., 2003; Dong et al., 2010; Zarenejad et al., 2012) โดยบางกรณีพบว่าแบคทีเรียนอกจากจะควบคุมโรคราเขียวได้แล้ว ยังสามารถส่งเสริมให้ผลผลิตของเห็ดเพิ่มขึ้นได้เช่นเดียวกับการควบคุมโรคและส่งเสริมการเจริญเติบโตและเพิ่มผลผลิตในพืชต่าง ๆ พรตศิลป์ (2546) รายงานว่าแบคทีเรียปฏิปักษ์ *Bacillus* sp. ที่แยกได้จากก้อนเห็ดที่เป็นโรคราเขียว สามารถกระตุ้นให้เส้นใยเห็ดนางฟ้าภูฐาน สร้างตุ่มดอกได้เร็วขึ้น มีจำนวนดอกเพิ่มขึ้น เพิ่มผลผลิตของเห็ดนางฟ้าภูฐาน และสามารถควบคุมโรคราเขียวได้ พรตศิลป์ และวุฒิชัย (2551) ได้ศึกษาผลของเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ *Bacillus* sp. ในการควบคุมโรคที่เกิดจากเชื้อราเขียว *T. harzianum* ของเห็ดหูหนูโดยนำเชื้อแบคทีเรียจำนวน 5 สายพันธุ์ซึ่งคัดแยกได้จากก้อนเชื้อเห็ดที่เป็นโรค พบว่า เชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์สายพันธุ์ A001 มีประสิทธิภาพสูงสุด โดยมีผลผลิตของเห็ดหูหนูเพิ่มขึ้นมากกว่าการไม่ได้ฉีดพ่นด้วยเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์

การคัดเลือกแบคทีเรียเพื่อนำมาทดสอบมาจากการแยกเชื้อจากมูลไส้เดือน ซึ่งมีความหลากหลายของจุลินทรีย์สูงมาก ซึ่งในครั้งนี้แยกได้ทั้งหมด 22 ไอโซเลต แต่พบว่าไอโซเลตที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *Trichoderma* sp. ก็สามารถยับยั้งเส้นใยเห็ดนางฟ้าภูฐานได้โดยสร้างบริเวณใส (clear zone) เช่นเดียวกันซึ่งเป็นกลไกการสร้างสารปฏิชีวนะ (antibiotic) เพื่อยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์อื่น โดยแบคทีเรียบาซิลลัสสามารถผลิตสารได้หลายชนิดที่อาจส่งผลต่อการผลิตเห็ดและควบคุมโรคราเขียวของเห็ดนางฟ้าภูฐานในสภาพโรงเรือนได้ จึงควรคัดเลือกแบคทีเรียที่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อราสาเหตุโรคราเขียว แต่ไม่ยับยั้งการเจริญของเส้นใยเห็ดนางฟ้าภูฐาน โดยเก็บตัวอย่างมูลไส้เดือนและคัดเลือกแบคทีเรียในจำนวนที่มากขึ้นเพื่อให้ได้แบคทีเรียที่มีคุณสมบัติตรงตามที่ต้องการ ตลอดจนศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับประสิทธิภาพในการควบคุมโรคราเขียวและการส่งเสริมการเจริญของเห็ดในสภาพโรงเรือนต่อไป

4. สรุป

แยกเชื้อสาเหตุโรคราเขียวจากก้อนเห็ดชนิดต่าง ๆ ในแผนกเพาะเห็ด สาขาการผลิตพืช มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรีที่เป็นโรคได้ 10 ไอโซเลต นำมาทดสอบการยับยั้งการเจริญเส้นใยของเห็ดนางฟ้าภูฐาน คัดเลือกเชื้อรา *Trichoderma* spp. ไอโซเลต T-NFP-1 ที่แยกได้จากเห็ดนางฟ้าภูฐานที่สามารถยับยั้งการเจริญของเส้นใยและเจริญคลุมทับเส้นใยเห็ดนางฟ้าภูฐานได้ 47.38 % และ 0.58 เซนติเมตรต่อวัน ตามลำดับไว้ทดสอบในขั้นตอนต่อไป จากนั้นแยกแบคทีเรียจากปุ๋ยมูลไส้เดือน African Night Crawler ได้ทั้งหมด 22 ไอโซเลต มาทดสอบประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อรา *Trichoderma* spp. T-NFP-1 พบแบคทีเรีย 6 ไอโซเลต ได้แก่ BN06, BN08-1, BN010, BN018 BN019 และ BN021 สามารถยับยั้งเชื้อรา *Trichoderma* spp. ได้ 40.71-77.14 % โดยสร้างบริเวณใส (clear zone) และพบแบคทีเรีย 9 ไอโซเลต ได้แก่ BN06, BN08-1, BN010, BN017, BN018, BN019, BN020 และ BN021 สามารถยับยั้งการเจริญของเส้นใยเห็ดนางฟ้าภูฐานโดยสร้างบริเวณใสได้ 23.29-52.85 % โดยแบคทีเรียไอโซเลต BN019 สามารถยับยั้งเชื้อรา *Trichoderma* spp. ได้สูงที่สุด (77.14 %) ในขณะที่แบคทีเรียไอโซเลต 7 ไอโซเลต ได้แก่ ไอโซเลต BN02, BN04, BN05, BN07, BN09, BN012 และ BN016 ไม่ยับยั้งการเจริญของเส้นใยเห็ดนางฟ้าภูฐาน แต่ส่งเสริมการเจริญของเส้นใยเห็ดให้หนาขึ้นได้

5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากงบประมาณเงินรายได้ของคณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ประจำปีงบประมาณ 2563

6. เอกสารอ้างอิง

- กองบรรณาธิการ. 2544. ฟาร์มเห็ดสงขลาระทม “ราสีเขียว” ระบาดหนัก. นิตยสารเส้นทางเกษตร 1: 80-87.
- จิระเดช แจ่มสว่าง. 2563. ไตรโคเดอร์มา เชื้อราปฏิปักษ์ควบคุมโรคพืช. ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ นครปฐม : เพชรเกษมการพิมพ์.
- ประไพศรี พิทักษ์ไพรวรรณ. 2542. โรคเห็ด น. 16-40 ใน การบริหารศัตรูเห็ด. กองส่งเสริมพืชสวน กรมส่งเสริมการเกษตร.
- ปณณวิชญ์ เย็นจิตต์ และ วาริน อินทนา. 2559. การศึกษาประสิทธิภาพของผงเชื้อแบคทีเรียบาซิลลัส และการประยุกต์ใช้ในการควบคุมโรคราดำของเห็ดนางฟ้าภูฐาน. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 47(3) : 405-416.
- พรตศิลป์ มณีฉาย. 2546. การคัดเลือกแบคทีเรียปฏิปักษ์เพื่อการควบคุมโรคราเขียวของเห็ด. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์ มหาบัณฑิต สาขาโรคพืชวิทยา บัณฑิตวิทยาลัย. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

- พรศิลป์ มณีฉาย เสมอใจ ชื่นจิตต์ จรัสศรี นวลศรี และ วสันต์ เพชรรัตน์. 2548. การคัดเลือกแบคทีเรียปฏิปักษ์เพื่อการควบคุมโรคราเขียว (*Trichoderma harzianum* Rifai) ของเห็ดนางฟ้า (*Pleurotus pulmonarius* (Fr.) Quel). วารสารสงขลานครินทร์ ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 27(1) : 25-37.
- พรศิลป์ สีเผือก และ วุฒิชัย สีเผือก. 2551. ผลของแบคทีเรียปฏิปักษ์ต่อการควบคุมโรคราเขียวของเห็ดหูหนู. วารสารวิจัย 39(3) : 205-208.
- พราวมาส เจริญรักษ์. 2559. ประสิทธิภาพของเชื้อราปฏิปักษ์ *Trichoderma asperellum* ในการลดโรคเมล็ดต่าง ส่งเสริมการเจริญเติบโต และเพิ่มผลผลิตของข้าว. วิทยานิพนธ์ ปรัชญาดุษฐ์บัณฑิต สาขาโรคพืช บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- พัชรพร ธรรมภิบาลอุดม. 2556. การใช้แบคทีเรียเอื้อประโยชน์เพื่อลดโรคกาบใบแห้งของข้าว เพิ่มผลผลิตและย่อยสลายฟางข้าว. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาโรคพืช บัณฑิตวิทยาลัย. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- พัชรี ศรีพุทธา. 2565. การวิเคราะห์โรคเชื้อราของเห็ดนางฟ้าโดยใช้การเรียนรู้เชิงลึกสำหรับสมาร์ตฟาร์ม. วิทยานิพนธ์ ปรัชญาดุษฐ์บัณฑิต สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ บัณฑิตวิทยาลัย. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- พิชญ์ ตั้งสมบัติวิจิตร และ อุทาน บูรณศักดิ์ศรี. 2562. ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน : เทคโนโลยีชีววิถีเพื่อการอนุรักษ์ดิน และการจัดการขยะอินทรีย์ในประเทศไทย. วารสารวิจัยราชภัฏพระนคร สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 14(2): 170-181.
- Cho, Y.-S., J.-S. Kim, D.E. Crowley and B.-G. Cho. 2003. Growth promotion of the edible fungus *Plurotus ostreatus* by fluorescent pseudomonads. FEMS Microbiology Letters 218: 271-276.
- Dong, X., W. Zhou, J. Zhag, Y. Qi, Y. Gao, J. Shen and L. Qiu. 2010. The effect of growth promotion and its mechanism on edible fungi by fluorescent pseudomonas. shengtaixuebao/ acta ecologica sinica. 30(17): 4685-4690.
- Kredics, L., A. Zhumakayev, R. Buchner, S. Kocsube, A. Szucs, C. Vagvolgyi, L. Hatvani and H. Allaga. 2021. Members of the *Trichoderma harzianum* species complex with mushroom pathogenic potential. Agronomy. 11(12): 24-34.
- Zarenejad, F., B. Yakhchali and I. Rasooli. 2012. Evaluation of indigenous potent mushroom growth promoting bacteria (MGPB) on *Agaricus bisporus* production. World Journal of Microbiology and Biotechnology. 28: 99-104.

คุณลักษณะของฟิล์มบรีโกล์ได้จากสาหร่ายขนนก (*Caulerpa racemosa*)

เสริมสารสีแอนโทไซยานินจากกระเจี๊ยบแดง

Characterization of Edible Film from Seaweed (*Caulerpa racemosa*)

Adding Anthocyanin Pigments from Roselle

อริชา วัฒนกุล^{1*}, สุภลักษณ์ ลายละเอียดชูโชค¹, มิ่งฟ้า เพทาย¹ และเบญญารัตน์ หนูแก้ว¹
Athicha Wattanakul^{1*}, Supiluck Laylaeidchuchok¹, Mingfar Paytai¹ and Benyarat Nookaew¹

^{1*} โรงเรียนบูรณะรำลึก จังหวัดตรัง

*Corresponding Author E-mail Address : athicha.w49@gmail.com

บทคัดย่อ

การใช้ผลิตภัณฑ์พลาสติกหรือวัสดุพลาสติกที่ไม่สามารถย่อยสลายได้เองตามธรรมชาติ ก่อให้เกิดปัญหาภาวะโลกร้อน และการเกิดมลพิษทางอากาศ วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ เพื่อศึกษาคุณลักษณะของฟิล์มบรีโกล์ได้จากสารสกัดสาหร่ายขนนก และสารสีแอนโทไซยานินจากกระเจี๊ยบ จำนวน 4 สูตร พบว่าได้ฟิล์มที่มีสีเหลืองอ่อนเหลืองเขียว ผิวฟิล์มเรียบและมันวาว ค่าสี มีค่าความสว่างลดลงตามปริมาณการเพิ่มขึ้นของสารสกัด ค่าสีเขียวเพิ่มขึ้นตามปริมาณการเพิ่มขึ้นของสารสกัดที่ใช้ ค่าความโปร่ง และความหนามีค่าไม่แตกต่างกันในทุกสูตร ($p \geq 0.05$) สูตรที่ 4 มีค่าปริมาณความชื้นต่ำที่สุด แต่ปริมาณน้ำอิสระของฟิล์มมีค่าสูงที่สุด การวิเคราะห์สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ พบว่าสูตรแผ่นฟิล์มที่ให้ค่าปริมาณสารสีแอนโทไซยานิน และคลอโรฟิลล์เอสูงที่สุด ได้แก่ สูตรที่ 2 ซึ่งใช้ 3% สารสกัดหยาบจากสาหร่ายขนนก และ 8% สารสกัดกระเจี๊ยบแดง ส่วนสูตรแผ่นฟิล์มที่ให้เปอร์เซ็นต์การต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุด ได้แก่ สูตรที่ 4 ซึ่งใช้ 4% สารสกัดหยาบจากสาหร่ายขนนก และ 8% สารสกัดกระเจี๊ยบแดง ทั้งสองสูตรมีศักยภาพเพียงพอที่จะพัฒนาต่อยอดเป็นบรรจุภัณฑ์ย่อยสลายและเสริมคุณค่าทางโภชนาการได้

คำสำคัญ: สาหร่ายขนนก, ฟิล์มบรีโกล์ได้, สารสีแอนโทไซยานิน, กระเจี๊ยบแดง

Abstract

Plastic products or plastic materials were not naturally biodegradable. These product caused to global warming problems and air pollution. The objective of this research was to study the characteristics of edible film from seaweed (*C. Racemosa*) crude extracted and anthocyanin pigment from roselle by four formulas. It was found that the film was light yellow mixed with a light green. The surface of edible film is smooth and glossy. The color value has decreased in brightness with increasing amount of crude extract. The green value increased with increasing amount of seaweed crude extract. The thickness and transparency not significantly difference in all formulars ($p \geq 0.05$). Moisture content was the lowest in formula 4. Therefore, the free water content (a_w) of film formula 4 was the highest. Analysis of bioactive compounds showed that the film formula 2 gave the highest of anthocyanin pigment and chlorophyll A. These formular which used 3% crude extract from seaweed (*C. Racemosa*) and 8% roselle extract. The edible film formula that gave the highest of antioxidants was Formula 4, which used 4% crude extract from seaweed (*C. Racemosa*) and 8% roselle extract. Both formulas have sufficient potential to be further developed into biodegradable packaging and nutritional supplements.

Keywords: Seaweed (*Caulerpa Racemosa*), Edible film, Anthocyanin pigment, Roselle

บทนำ

ฟิล์มบรีโกล์ได้ มีคุณสมบัติที่ดีสำหรับการบรีโกล์ สามารถนำมาใช้ประโยชน์กับอาหารโดยวิธีการต่างๆ เช่น การห่อหุ้ม (Enrobing) การจุ่ม (Dipping) การแปรง (Brushing) หรือการพ่นฝอย (Spraying) เพื่อป้องกันการแพร่ผ่านของแก๊ส ไอระเหยงจากการเข้าออกจากอาหาร ได้ (Kester and Fennema, 1986) สามารถนำมาใช้เพื่อป้องกันการเสื่อมสภาพของอาหาร หรือยืดอายุการเก็บรักษาอาหาร ฟิล์มบรีโกล์ได้สามารถแบ่งได้ตามวัสดุที่ใช้ในการทำฟิล์มคือ โขมนัน โปรตีน คาร์โบไฮเดรตและคอมโพลีเมอร์ คุณสมบัติเด่นของฟิล์ม โปรตีนและโพลีแซคคาไรด์ มีความแข็งแรง และการซึมผ่านแก๊สต่ำ ขณะที่ค่าการซึมผ่านไอน้ำค่อนข้างสูง ฟิล์มโปรตีนจะมีความแข็งแรงมาก ก๊าซออกซิเจนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ซึมผ่านได้น้อย แต่ความชื้นจะซึมผ่านได้ง่าย ฟิล์มโ

สีแซคคาไรด์ ขอบรวมตัวกับน้ำ จึงไม่เหมาะที่นำมาใช้ในการป้องกันความชื้น มักใช้ในการป้องกันปฏิกิริยาออกซิเดชันในอาหารที่มีลิปติดมากกว่า

สาหร่ายขนนกมีสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่โดดเด่น คือมีสารต้านอนุมูลอิสระ ป้องกันมะเร็ง มีวิตามินที่สำคัญ เช่น วิตามินเอ วิตามินบี วิตามินซี วิตามินดี วิตามินอี และวิตามินเค มีแร่ธาตุไอโอดีน แมกนีเซียมช่วยในการทำงานของระบบประสาท และกล้ามเนื้อ มีแคลเซียมบำรุงกระดูก โปตัสเซียมควบคุมสมดุลน้ำของร่างกาย แร่ธาตุเหล็กและทองแดงช่วยในการสร้างเม็ดเลือด ส่งเสริมช่วยเสริมภูมิคุ้มกัน และมีกรดอะมิโนหลายชนิดที่พืชบกไม่มี (กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, 2553)

ที่ให้สีแดง ม่วง และน้ำเงิน ใช้เป็นสารให้สี (coloring agent) ธรรมชาติในอาหารทำให้เกิดสีแดง ม่วง ฟ้ำ น้ำเงินในใบ ดอก และผลไม้ มีความคงตัวดี โดยแอนโทไซยานินจะให้สีน้ำเงินเข้มในสภาวะเป็นด่าง (pH>7) สีม่วงในสภาวะเป็นกลาง (pH 7) และเปลี่ยนเป็นสีแดงถึงส้มในสภาวะที่เป็นกรด (pH<7) สารสกัดแอนโทไซยานิน มีฤทธิ์เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ช่วยชะลอความเสื่อมของเซลล์ ยับยั้งการเกิดออกซิเดชันของลิโปโปรตีน และการตกตะกอนของเกล็ดเลือด ทำให้มีบทบาทในการป้องกันการเกิดโรคเรื้อรังต่างๆ เช่น ช่วยลดอัตราเสี่ยงของการเกิดโรคหัวใจและเส้นเลือดอุดตันในสมอง ด้วยการยับยั้งไม่ให้เลือดจับตัวเป็นก้อน ชะลอความเสื่อมของดวงตา

การผลิตฟิล์มบิโกลได้ มีเป้าหมายเสนอแนวคิดในการนำสาหร่ายทะเลที่มีคุณค่าทางโภชนาการ และหาง่ายในท้องถิ่น ได้แก่ สาหร่ายขนนก มาผลิตฟิล์มบิโกลได้และสามารถย่อยสลายได้ตามธรรมชาติ โดยมีการเสริมสารสกัดที่มีคุณค่าทางชีวภาพ และให้ประโยชน์ต่อสุขภาพ ได้แก่ สารสกัดกระเจี๊ยบ ซึ่งจะให้สารสีแอนโทไซยานิน ออกฤทธิ์เป็นสารต้านอนุมูลอิสระร่วมกับการขึ้นรูปแผ่นฟิล์มโดยใช้สารชีวภาพคือสารโคโคซานซึ่งมีฤทธิ์เป็นสารป้องกันเชื้อรา แบคทีเรีย และจุลินทรีย์ได้ โดยมีรายงานกล่าวถึงการผลิตฟิล์มบิโกลได้จากสาหร่ายทะเล แต่งานวิจัยด้านการเพิ่มคุณค่าทางสารอาหารของฟิล์มบิโกลได้ยังมีน้อยมาก ซึ่งงานทดลองนี้เน้นการแก้ปัญหาการใช้ผลิตภัณฑ์พลาสติกหรือวัสดุพลาสติกที่ไม่สามารถย่อยสลายได้เองตามธรรมชาติ โดยสร้างผลิตภัณฑ์ซึ่งใช้ทดแทนพลาสติก เพื่อลดปัญหาด้านมลพิษสิ่งแวดล้อม โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาฟิล์มจากสาหร่ายด้วยสูตรผสมที่กำหนดและทำการเติมแต่งเพิ่มสารสกัดจากกระเจี๊ยบ เพื่อการปรับปรุงคุณค่าทางโภชนาการ ยืดอายุการเก็บรักษา พร้อมตรวจสอบสมบัติของฟิล์มบิโกลได้ที่ผลิตด้วยการทดสอบสมบัติทางกายภาพ และสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพของฟิล์ม

วิธีการทดลอง

1. การเตรียมสารสกัดสาหร่ายขนนก และส่วนผสมในการผลิตฟิล์มบิโกลได้

การเตรียมสารสกัดสาหร่าย

นำสาหร่ายสดมาล้างทำความสะอาด บดให้ละเอียด ชั่งน้ำหนัก 50 กรัม ใส่ในขวดสีชา จากนั้นเติมเอทานอล 100% v/v ปริมาตร 500 มิลลิลิตร นำไปทำให้เซลล์แตกด้วยคลื่นความถี่สูงนาน 5 นาที และแช่ทิ้งไว้ ณ อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 3 วัน จากนั้นนำไปกรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 ละเอียดหนึ่ง จนได้สารสกัดอยู่ในรูปสารสกัดหยาบ (crude extract) และบรรจุไว้ในขวดสีชา

การเตรียมสารสกัดกระเจี๊ยบ

ทำโดยชั่งผลกระเจี๊ยบแห้ง 10 กรัม ต้มในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร นาน 5 นาที กรองสารสกัดที่ได้ด้วยผ้าบาง นำมาหมუნเหวี่ยงให้ตกตะกอนด้วยเครื่องเซนตริฟิวจ์ ที่ความเร็วรอบ 8,000 รอบต่อนาที นาน 10 นาที เก็บสารละลายที่ได้บรรจุลงในขวดสีชา

การเตรียมแผ่นฟิล์ม โดยการวางแผนการทดลอง แบ่งเป็น 4 ชุดการทดลอง (สูตร) ดังนี้

สูตรที่ 1 ได้แก่ 1.5% โคโคซาน, 1% กรดอะซีติก, 1.5% เจลาติน, 1% มอลโตเดกซ์ตริน, 3% สารสกัดหยาบจากสาหร่ายขนนก, 6% สารสกัดกระเจี๊ยบแดง

สูตรที่ 2 ได้แก่ 1.5% โคโคซาน, 1% กรดอะซีติก, 1.5% เจลาติน, 1% มอลโตเดกซ์ตริน, 3% สารสกัดหยาบจากสาหร่ายขนนก, 8% สารสกัดกระเจี๊ยบแดง

สูตรที่ 3 ได้แก่ 1.5% โคโคซาน, 1% กรดอะซีติก, 1.5% เจลาติน, 1% มอลโตเดกซ์ตริน, 4% สารสกัดหยาบจากสาหร่ายขนนก, 6% สารสกัดกระเจี๊ยบแดง

สูตรที่ 4 ได้แก่ 1.5% โคโคซาน, 1% กรดอะซีติก, 1.5% เจลาติน, 1% มอลโตเดกซ์ตริน, 4% สารสกัดหยาบจากสาหร่ายขนนก, 8% สารสกัดกระเจี๊ยบแดง

เตรียมโดยการละลายผงโคโคซานในกรดอะซีติกร้อยละ 1 กวน 6 ชั่วโมง อุณหภูมิ 70°C ตั้งทิ้งไว้หนึ่งคืน เติมเจลาตินและมอลโตเดกซ์ตรินในสารละลายโคโคซาน ตามสูตรการผลิต กวนผสมนาน 30 นาที อุณหภูมิ 70°C เติมสารสกัดสาหร่ายขนนกและสารสกัดกระเจี๊ยบ ผสมเป็นเนื้อเดียวกัน ใช้เวลา 10 นาที อุณหภูมิ 70°C นำมาขึ้นรูปในถาดพลาสติก แล้วอบที่อุณหภูมิ 40°C นานเวลา 16 ชั่วโมง นำมาลอกฟิล์มออกจากถาด และเก็บรักษาในโถดูดความชื้น 48 ชั่วโมง ก่อนนำไปวิเคราะห์

2. การทดสอบสมบัติทางเคมี กายภาพ และสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพของฟิล์ม

2.1 ค่าสี

โดยการใช้เครื่องวัดสี โดยการวัดค่าสีที่แสดงค่า L^* , a^* และ b^* ตามลำดับ แสดงค่าดังต่อไปนี้ ความสว่าง (0-100), เขียว/แดง (-60 ถึง +60) และสีน้ำเงิน/เหลือง (-60 ถึง +60) ของตัวอย่าง

2.2 ความโปร่งใสของฟิล์ม (Transparency Value)

วัดค่าความโปร่งใสของฟิล์ม ตามวิธีการของ Han and Floros (1997) โดยตัดตัวอย่างฟิล์มขนาด 10 มิลลิเมตร × 40 มิลลิเมตร บรรจุฟิล์มลงในควิเวท นำไปวัดค่าร้อยละของแสงส่องผ่าน (% Transmittance) ที่ความยาวคลื่น 600 นาโนเมตร โดยใช้เครื่อง Spectrophotometer ใช้ควิเวทเปล่าเป็นแบล็คและคำนวณค่าความโปร่งใสของฟิล์มตามสมการ

$$\text{Transparency Value} = \frac{-\log T_{600}}{X}$$

โดยที่ T_{600} = Fractional Transmittance ที่ความยาวคลื่น 600 นาโนเมตร

X = ความหนาของแผ่นฟิล์ม (มิลลิเมตร)

2.3 ความหนาของฟิล์ม

วัดความหนาของฟิล์ม (มิลลิเมตร) โดยใช้ไมโครมิเตอร์ สุ่มตัวอย่างฟิล์ม 10 ตำแหน่งและรายงานค่าเฉลี่ย

2.4 ปริมาณความชื้น

ปริมาณความชื้นฟิล์ม ดัดแปลงวิธีการของ AOAC (2000) โดยตัดฟิล์มขนาด 20 มิลลิเมตร × 20 มิลลิเมตร ซึ่งน้ำหนักตัวอย่างฟิล์มก่อนอบ นำตัวอย่างใส่ถ้วยอะลูมิเนียมที่ซึ่งน้ำหนักไว้ก่อนแล้ว นำไปอบแห้งอุณหภูมิ 105°C นาน 24 ชั่วโมง จากนั้นนำออกจากตู้อบลมร้อน ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น ซึ่งน้ำหนักหลังอบ และนำมาคำนวณหาปริมาณความชื้น ดังสมการต่อไปนี้

$$\text{ปริมาณความชื้น (\%)} = \frac{\text{น้ำหนักฟิล์มก่อนทำการอบ} - \text{น้ำหนักฟิล์มหลังทำการอบ}}{\text{น้ำหนักฟิล์มก่อนทำการอบ}} \times 100$$

2.5 การหาค่าวอเตอร์แอกติวิตี (A_w)

บรรจุตัวอย่างบดละเอียดลงในภาชนะบรรจุที่ใช้สำหรับเครื่องวัดค่าวอเตอร์แอกติวิตี ประมาณ 1 ใน 3 ของภาชนะบรรจุ เกลี่ยตัวอย่างให้กระจายให้ทั่วครอบคลุมพื้นที่ของภาชนะบรรจุ และใส่ภาชนะบรรจุไปในช่องใส่ตัวอย่าง หมุนป้อนไปยังตำแหน่ง READ เครื่องจะเริ่มทำการวัดค่าวอเตอร์แอกติวิตี (วัดตัวอย่างละ 3 ซ้ำ) บันทึกค่าวอเตอร์แอกติวิตีที่วัดได้

2.6 ความสามารถในการละลายน้ำ (Water Solubility)

วัดความสามารถในการละลายน้ำของฟิล์ม โดยใช้วิธีของ Samsalee and Sothornvit (2020) นำฟิล์มขนาด 1 เซนติเมตร × 4 เซนติเมตร อบแห้งอุณหภูมิ 110°C เวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นแช่ในน้ำกลั่น ปริมาตร 40 มิลลิลิตร กวนเป็นเวลา 24 ชั่วโมง อุณหภูมิห้อง แยกส่วนที่ไม่ละลายน้ำหรือส่วนของฟิล์มออก และทำให้แห้งที่ 110°C ทำการวัดน้ำหนักสุดท้าย นำมาคำนวณหาความสามารถในการละลายน้ำ ดังสมการต่อไปนี้

$$\text{ความสามารถในการละลายน้ำ (WS\%)} = \frac{W_i - W_f}{W_i} \times 100$$

โดย WS = ความสามารถในการละลายน้ำ, W_i = น้ำหนักเริ่มต้น, W_f = น้ำหนักสุดท้ายของฟิล์ม

2.7 การวิเคราะห์ปริมาณคลอโรฟิลล์

วิเคราะห์ปริมาณคลอโรฟิลล์ ตามวิธีการของ Madison and Anderson, (1963) โดยการชั่งตัวอย่างแผ่นฟิล์ม 1 กรัม บดละเอียดด้วยตัวทำละลาย 90% เอทานอล ปริมาตร 10 มิลลิลิตร บ่มไว้ที่อุณหภูมิ 6 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เมื่อครบเวลา กรองสารละลาย แล้วนำไปปั่นเหวี่ยง ด้วยความเร็ว 12,000 รอบที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที นำส่วนใสที่ได้ วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 652.4 นาโนเมตร และ 665.2 นาโนเมตร นำค่าที่วัดได้มาคำนวณหาปริมาณคลอโรฟิลล์ A และ คลอโรฟิลล์ B จากสมการ

$$\text{คลอโรฟิลล์ A (มิลลิกรัม/กรัม)} = 16.72A_{665.2} - 9.15A_{652.4}$$

$$\text{คลอโรฟิลล์ B (มิลลิกรัม/กรัม)} = 34.09A_{652.4} - 15.28A_{665.2}$$

เมื่อ: $A_{665.2}$ = ค่า absorbance ที่คลื่นแสง 665.2 นาโนเมตร

$A_{652.4}$ = ค่า absorbance ที่คลื่นแสง 652.4 นาโนเมตร

2.8 การวิเคราะห์แอนโทไซยานินทั้งหมด

ทำการสกัดตัวอย่างแผ่นฟิล์ม โดยตัดแปลงจากวิธีการของ Abdel-Aal and Hucl (1999) นำแผ่นฟิล์มที่บดละเอียด ผสมกับกรดไฮโดรคลอริก (1.0 N ในเมทานอล (85/15 : v/v) อัตราส่วน 1:10 (w/v) และปรับ pH เท่ากับ 1 ด้วย 4.0 N กรดไฮโดรคลอริก นำไปเขย่าที่ 100 รอบต่อนาที 24 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้อง กรอง นำสารสกัดมาหมุนเหวี่ยงที่ 3,461 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 นาที เก็บส่วนใสที่ได้ไว้ในขวดสีชา การเก็บรักษาจะต้องเก็บไว้ ที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส จนกว่าจะวิเคราะห์ครั้งต่อไป การวิเคราะห์แอนโทไซยานิน (TAC)

นำสารสกัดที่ได้ทั้ง 4 ชุดการทดลอง วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 535 นาโนเมตร ด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ และคำนวณหาปริมาณแอนโทไซยานิน ในหน่วยมิลลิกรัมต่อกรัมตัวอย่างน้ำหนักแห้ง ซึ่งคำนวณจากสมการต่อไปนี้

$$C = (A/\beta) \times (vol/1,000) \times MV \times (1/\text{น้ำหนักตัวอย่าง}) \times 10^6$$

เมื่อ C = ความเข้มข้นของแอนโทไซยานิน , A = ค่าการดูดกลืนแสงที่อ่านได้ , β = molar absorptivity (25,965)

Vol = ปริมาตรทั้งหมดของสารสกัด , MV = มวลโมเลกุล (449)

2.9 คุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระ ด้วยวิธี DPPH scavenging activity

วิเคราะห์สารต้านอนุมูลอิสระ โดยนำสารสกัด ปริมาตร 1 มิลลิลิตร แล้วเติมสารละลาย 0.1 mM DPPH ในเมทานอล ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันบ่มที่อุณหภูมิห้องในที่มีदनาน 30 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ค่าความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร ทำซ้ำ 3 ครั้ง นำค่าที่วัดได้มาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การดักจับอนุมูลอิสระ DPPH^o จากสมการ

$$\% \text{ scavenging} = [(A_{\text{control}} - A_{\text{sample}}) / A_{\text{control}}] \times 100$$

A_{sample} = ค่าการดูดกลืนแสงของชุดทดสอบ

A_{control} = ค่าการดูดกลืนแสงของชุดควบคุม

ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

สมบัติทางกายภาพ

ฟิล์มบริโภาคได้จากสารละลายชนกเสริมสารแอนโทไซยานินจากกระเจี๊ยบแดง ทั้ง 4 สูตร แสดงดังภาพที่ 1 มีลักษณะเป็นสีเหลืองอ่อนเหลืองเขียว ลักษณะแผ่นฟิล์มเป็นเนื้อเดียวกัน ผิวฟิล์มมีความเรียบและมันวาว เมื่อทำการวัดค่าสีของฟิล์มพบว่า ค่าสีของฟิล์มทั้ง 4 สูตร มีค่าสี L*, a*, b* แตกต่างกัน (ตารางที่ 1) โดยมีค่าความสว่างลดลง ตามปริมาณการเพิ่มขึ้นของสารสกัด ค่าสี a*แสดงค่าสีเขียวที่เพิ่มขึ้นตามปริมาณการเพิ่มขึ้นของสารสกัด ยกเว้นสูตรที่ 2 ปรากฏค่าสีแดง ส่วนค่าสี b* แสดงค่าสีเหลืองมีแนวโน้มในสูตรที่ 4 ให้ค่าต่ำกว่าสูตรอื่น ($p < 0.05$) แสดงว่าสัดส่วนของสารสกัดจากสารละลายชนกและแอนโทไซยานินจากกระเจี๊ยบแดง ส่งผลต่อค่าสีในแผ่นฟิล์ม โดยสูตร 2 มีการเติมสารสกัดกระเจี๊ยบแดง (8%) สูงกว่าสารสกัดหยาบจากสารละลายชนก (3%) จึงปรากฏสีแดงชัดกว่าสูตรอื่น ขณะที่สูตร 4 มีการเติมสารสกัดกระเจี๊ยบแดง 8% แต่เพิ่มสารสกัดหยาบจากสารละลาย (4%) เช่นกัน



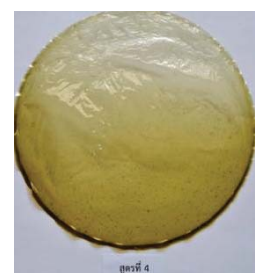
สูตรที่ 1
สารสกัดกระเจี๊ยบแดง (6%)
,สารสกัดสารละลายชนก (3%)



สูตรที่ 2
สารสกัดกระเจี๊ยบแดง (8%)
,สารสกัดสารละลายชนก (3%)



สูตรที่ 3
สารสกัดกระเจี๊ยบแดง (6%)
,สารสกัดสารละลายชนก (4%)



สูตรที่ 4
สารสกัดกระเจี๊ยบแดง (8%)
,สารสกัดสารละลายชนก (4%)

ภาพที่ 1 ฟิล์มบริโภาคได้จากสารสกัดสารละลายชนกร่วมกับสารสกัดกระเจี๊ยบแดง จำนวน 4 สูตร

ตารางที่ 1 ค่าสีของฟิล์มบรีโกล์ได้จากสารสกัดสาหร่ายขนกร่วมกับกระเจี๊ยบแดง จำนวน 4 สูตร

ปริมาณสารสกัดในการผลิตฟิล์มบรีโกล์ได้	ปริมาณค่าสี		
	L^*	a^*	b^*
สารสกัดสาหร่ายขนนก (3%), สารสกัดกระเจี๊ยบแดง (6%)	32.70±0.16 ^a	-0.34±0.02 ^b	10.52±0.10 ^c
สารสกัดสาหร่ายขนนก (3%), สารสกัดกระเจี๊ยบแดง (8%)	30.52±0.11 ^c	0.45±0.01 ^a	11.20±0.06 ^b
สารสกัดสาหร่ายขนนก (4%), สารสกัดกระเจี๊ยบแดง (6%)	31.73±0.13 ^b	-0.83±0.01 ^d	12.88±0.12 ^a
สารสกัดสาหร่ายขนนก (4%), สารสกัดกระเจี๊ยบแดง (8%)	23.88±0.45 ^d	-0.42±0.01 ^c	9.56±0.15 ^d

หมายเหตุ a-d ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

การวัดความหนาของแผ่นฟิล์มทั้ง 4 สูตร (ตารางที่ 2) พบว่า ทั้ง 4 สูตร มีความหนาอยู่ในช่วงระหว่าง 0.038 – 0.046 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้เพราะการผลิตฟิล์มแต่ละสูตรจะใช้ปริมาณน้ำหนักรวมและลักษณะฟิล์มเท่ากันจึงไม่ส่งผลต่อความหนาของฟิล์ม ต่างจากงานวิจัยของอัจจิมา และคณะ (2563) ซึ่งทำการผลิตฟิล์มบรรจุภัณฑ์ย่อยสลายจากข้าวไรซ์เบอร์รี่ พบว่าแผ่นฟิล์มมีความหนาอยู่ในช่วงระหว่าง 0.174 - 0.298 มิลลิเมตร เช่นเดียวกับค่าความโปร่งใสของฟิล์มจากสาหร่ายขนนก ทั้ง 4 สูตร มีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 34.09 - 42.96% ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทำให้ทั้ง 4 สูตร สามารถมองเห็นลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่บรรจุภายในฟิล์มได้ไม่ต่างกัน ทั้งนี้ ชรินทร์ และคณะ (2558) ศึกษาสมบัติเชิงกลและสัณฐานวิทยาของฟิล์มพอลิเออร์ผสมระหว่างพอลิแลกติกแอซิดและสารสกัดแทนนินจากเปลือกเงาะ พบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณสารสกัดแทนนินจากเปลือกเงาะในอัตราที่สูงขึ้นจะทำให้ความหนาของแผ่นฟิล์มเพิ่มขึ้น โดยแผ่นฟิล์มที่ผสมสารสกัดแทนนินจากเปลือกเงาะ 35% มีความหนามากที่สุด เท่ากับ 0.182 มิลลิเมตร ดังนั้นจึงต่างจากการทดลองครั้งนี้ที่การเติมสารสกัดหยาบจากสาหร่ายขนนกและกระเจี๊ยบแดงเพิ่มขึ้น ไม่ส่งผลต่อความหนาและค่าโปร่งแสงของแผ่นฟิล์ม

สมบัติทางเคมีกายภาพ

ค่าความชื้นของแผ่นฟิล์ม แสดงในตารางที่ 3 พบว่าสูตรที่ 4 จะมีค่าความชื้นต่ำที่สุด เท่ากับ 15.41% และสูตรที่ 1 มีความชื้นสูงที่สุด เท่ากับ 17.81% ($p \leq 0.05$) โดยมีแนวโน้ม การเพิ่มสารสกัดจากสาหร่ายขนนกและสารสกัดแอนโทไซยานินจากกระเจี๊ยบแดงที่เพิ่มขึ้น ทำให้ความชื้นมีค่าลดลง ตามลำดับ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ผลดังกล่าวน่าจะเนื่องมาจาก ความเข้มข้นของสารสกัดมีมากกว่าปริมาณน้ำ เช่นเดียวกับงานวิจัยของ Ounkaew *et al.*, (2018) ที่ศึกษาฟิล์มออกฤทธิ์ทางชีวภาพ แป้ง/PVA พบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณกรดซัลฟิวริกส่งผลให้ปริมาณความชื้นลดลง การทดลองครั้งนี้พบว่าปริมาณน้ำอิสระมีค่าตรงกันข้ามกับปริมาณความชื้น โดยมีค่าเพิ่มสูงขึ้นเมื่อมีการเพิ่มสารสกัดจากสาหร่ายขนนกและสารสกัดแอนโทไซยานินจากกระเจี๊ยบแดง โดยสูตรที่ 1 จะให้ค่าปริมาณน้ำอิสระต่ำที่สุด มีค่าเท่ากับ 0.535 ส่วนสูตรที่ 4 จะมีค่าปริมาณน้ำอิสระสูงที่สุด เท่ากับ 0.670 ($p \leq 0.05$) แต่ทั้งนี้ แผ่นฟิล์มทุกสูตรมีค่า ต่ำกว่า 0.70 ซึ่งค่านี้เป็นปัจจัยที่สำคัญในการควบคุมและป้องกันการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์อาหาร จึงมีผลโดยตรงต่อการกำหนดอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์อาหาร และสามารถให้ค่า A_w ในการประเมินว่าเชื้อจุลินทรีย์ชนิดใดเป็นหรือไม่เป็นสาเหตุที่ทำให้อาหารเน่าเสีย โดยแบคทีเรียเกือบทุกชนิดไม่สามารถเจริญเติบโตได้ที่ค่า A_w ต่ำกว่า 0.9 และราส่วนใหญ่จะไม่เจริญเติบโตที่ค่า A_w ต่ำกว่า 0.7 ค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ฟิล์มทั้ง 4 ชุดการทดลองนี้ มีค่าไม่เกิน 0.7 จึงคาดว่ามีความเหมาะสมในการนำไปห่อหุ้มอาหารได้ดี โดยจุลินทรีย์เติบโตได้ดีที่ค่า a_w 0.70-0.99 (Veiga, 2007) ส่วนความสามารถในการละลายน้ำ พบว่า แผ่นฟิล์มสูตรที่ 2 มีความสามารถในการละลายน้ำได้น้อยที่สุด มีค่าเท่ากับ 17.31% รองลงมาได้แก่ สูตรที่ 4 และ 3 ตามลำดับ (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 2 ค่าความโปร่งใส และความหนาของฟิล์มบรีโกล์ได้ จำนวน 4 สูตร

ปริมาณสารสกัดในการผลิตฟิล์มบรีโกล์ได้	ความโปร่งใส (%)	ความหนา (มม.)
สารสกัดสาหร่ายขนนก (3%), สารสกัดกระเจี๊ยบแดง (6%)	42.96±5.31	0.038±0.009
สารสกัดสาหร่ายขนนก (3%), สารสกัดกระเจี๊ยบแดง (8%)	34.09±2.70	0.046±0.005
สารสกัดสาหร่ายขนนก (4%), สารสกัดกระเจี๊ยบแดง (6%)	39.74±4.24	0.044±0.005
สารสกัดสาหร่ายขนนก (4%), สารสกัดกระเจี๊ยบแดง (8%)	38.91±5.31	0.044±0.005

หมายเหตุ a-d ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ 3 ความสามารถในการละลายน้ำ ความชื้น และปริมาณน้ำอิสระ (Aw) ของฟิล์มบริโอโคได้ ทั้ง 4 สูตร

ปริมาณสารสกัดในการผลิตฟิล์มบริโอโคได้	Water solubility (%)	ปริมาณน้ำอิสระ (Aw)	ความชื้น (%)
สารสกัดสาหร่ายขนนก (3%), สารสกัดกระเจี๊ยบแดง (6%)	23.13±1.66 ^a	0.535±0.005 ^d	17.81±0.03 ^a
สารสกัดสาหร่ายขนนก (3%), สารสกัดกระเจี๊ยบแดง (8%)	17.31±2.93 ^b	0.566±0.014 ^c	17.54±0.15 ^b
สารสกัดสาหร่ายขนนก (4%), สารสกัดกระเจี๊ยบแดง (6%)	22.17±4.18 ^{ab}	0.612±0.008 ^b	15.42±0.02 ^c
สารสกัดสาหร่ายขนนก (4%), สารสกัดกระเจี๊ยบแดง (8%)	19.12±1.77 ^{ab}	0.670±0.005 ^a	15.41±0.10 ^c

หมายเหตุ a-d ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ 4 ปริมาณคลอโรฟิลล์เอ และ ปริมาณคลอโรฟิลล์บี ของฟิล์มบริโอโคได้ ทั้ง 4 สูตร

ปริมาณสารสกัดในการผลิตฟิล์มบริโอโคได้	ปริมาณคลอโรฟิลล์เอ (มิลลิกรัมต่อกรัมตัวอย่างแห้ง)	ปริมาณคลอโรฟิลล์บี (มิลลิกรัมต่อกรัมตัวอย่างแห้ง)
สารสกัดสาหร่ายขนนก (3%), สารสกัดกระเจี๊ยบแดง (6%)	3.58±0.14 ^c	2.16±0.23 ^b
สารสกัดสาหร่ายขนนก (3%), สารสกัดกระเจี๊ยบแดง (8%)	5.56±0.03 ^a	2.19±0.02 ^b
สารสกัดสาหร่ายขนนก (4%), สารสกัดกระเจี๊ยบแดง (6%)	4.82±0.01 ^b	2.60±0.09 ^a
สารสกัดสาหร่ายขนนก (4%), สารสกัดกระเจี๊ยบแดง (8%)	2.74±0.04 ^d	1.63±0.04 ^c

หมายเหตุ a-d ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ 5 ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (DPPH Scavenging Activity) ของฟิล์มบริโอโคได้ ทั้ง 4 สูตร

ปริมาณสารสกัดในการผลิตฟิล์มบริโอโคได้	ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (DPPH Scavenging Activity) (%)	ปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมด (มิลลิกรัมต่อกรัมตัวอย่างแห้ง)
สารสกัดสาหร่ายขนนก (3%), สารสกัดกระเจี๊ยบแดง (6%)	85.46±1.15 ^b	198.43±21.28 ^b
สารสกัดสาหร่ายขนนก (3%), สารสกัดกระเจี๊ยบแดง (8%)	88.74±2.97 ^{ab}	308.79±10.72 ^a
สารสกัดสาหร่ายขนนก (4%), สารสกัดกระเจี๊ยบแดง (6%)	86.99±1.01 ^{ab}	179.58±18.78 ^b
สารสกัดสาหร่ายขนนก (4%), สารสกัดกระเจี๊ยบแดง (8%)	90.04±1.15 ^a	141.95±16.30 ^c

หมายเหตุ a-d ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ

การวิเคราะห์หาปริมาณคลอโรฟิลล์ในแผ่นฟิล์มทั้ง 4 ชุดการทดลอง ตามตารางที่ 4 พบว่าสูตรที่ 2 ให้ค่าปริมาณคลอโรฟิลล์เอ สูงที่สุด มีค่าเท่ากับ 5.56 มิลลิกรัมต่อกรัมตัวอย่างแห้ง รองลงมา ได้แก่ สูตรที่ 3, 1, 4 ตามลำดับ ส่วนสูตรที่ 3 ค่าปริมาณคลอโรฟิลล์บี สูงที่สุด มีค่าเท่ากับ 2.19 มิลลิกรัมต่อกรัมตัวอย่างแห้ง รองลงมา ได้แก่ สูตรที่ 2, 1, 4 ตามลำดับ การทดลองแสดงให้เห็นว่าสัดส่วนการเติมสารสกัดทั้งสองชนิดที่แตกต่างกัน ไม่มีผลทางตรงต่อปริมาณคลอโรฟิลล์ในแผ่นฟิล์ม เมื่อเปรียบเทียบแผ่นฟิล์มทั้ง 4 ชุดการทดลอง (ตารางที่ 5) พบว่าปริมาณแอนโทไซยานินให้ค่าสูงสุดในสูตรที่ 2 มีค่าเท่ากับ 308.79±10.72 มิลลิกรัมต่อกรัมตัวอย่างแห้ง รองลงมาได้แก่ สูตรที่ 1, 3, 4 ตามลำดับ โดยสูตรที่ใส่สารสกัดสาหร่ายขนนกน้อยกว่า จะปรากฏค่าของสารสีแอนโทไซยานินในแผ่นฟิล์มสูงกว่า การทดลองแสดงให้เห็นว่าสัดส่วนการเติมสารสกัดทั้งสองชนิดมีผลต่อความคงตัวและปริมาณของสารสีแอนโทไซยานินในแผ่นฟิล์มที่วิเคราะห์ได้

ส่วนการทดสอบประสิทธิภาพการต้านอนุมูลอิสระด้วย DPPH (DPPH Scavenging Activity) แสดงในตารางที่ 5 พบว่าสูตรที่ 4 ซึ่งมีสารสกัดจากสาหร่ายขนนก 4% และสารสกัดจากดอกกระเจี๊ยบแดง 8% แสดงฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุดเท่ากับ 90.04 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาได้แก่สูตรที่ 2, 3, 1 มีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 85.46 - 88.74 ซึ่งไม่แตกต่างกันมากนัก การทดลองแสดงให้เห็นว่าฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ มีแนวโน้มแปรผันตรงกับปริมาณสัดส่วนการเติมสารสกัดทั้งสองชนิดลงในแผ่นฟิล์ม โดยแผ่นฟิล์มที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ช่วยป้องกันปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันและรักษาคุณภาพของอาหารได้ (López-de-Dicastillo *et al.*, 2012)

สรุป

คุณลักษณะของฟิล์มบริโอโคได้จากสารสกัดสาหร่ายขนนกและสารสีแอนโทไซยานินจากกระเจี๊ยบแดง พบว่าได้ฟิล์มที่มีสีเหลืองอ่อนเหลืองเขียว ผิวฟิล์มเรียบและมันวาว ค่าสี มีค่าความสว่างลดลงตามปริมาณการเพิ่มขึ้นของสารสกัด ค่าสีเขียวเพิ่มขึ้นตามปริมาณการเพิ่มขึ้นของสารสกัดที่ใช้ ค่าความโปร่งและความหนามีค่าไม่แตกต่างกันในทุกสูตร สูตรที่ 4 มีค่าปริมาณความชื้น

ต่ำที่สุด แต่ปริมาณน้ำอิสระของฟิล์มมีค่าสูงที่สุด การวิเคราะห์สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ พบว่าสูตรแผ่นฟิล์มที่ให้ค่าปริมาณสารสีแอนโทไซยานิน และคลอโรฟิลล์เอสูงที่สุด ได้แก่ สูตรที่ 2 ซึ่งใช้ 3% สารสกัดหยาบจากสาหร่ายขนนก และ 8% สารสกัดกระเจียบแดง ส่วนสูตรแผ่นฟิล์มที่ให้เปอร์เซ็นต์การต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุด ได้แก่ สูตรที่ 4 ซึ่งใช้ 4% สารสกัดหยาบจากสาหร่ายขนนก และ 8% สารสกัดกระเจียบแดง

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับความอนุเคราะห์ในการใช้อุปกรณ์ เครื่องมือ และสถานที่ทำการทดลอง จากคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง

เอกสารอ้างอิง

- กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง. 2553. ป่าชายเลนและการกักเก็บมลพิษริมฝั่งทะเลอ่าวไทยตอนบน. สำนักอนุรักษ์ทรัพยากรป่าชายเลน. 122 น.
- ชรินทร์ โมหี วิเชียร สีลาวุฒิมาศ และ ฌกัญภัทร จินดา. 2558. การศึกษาสมบัติเชิงกล และสัมมนาวิทยาของฟิล์มพอลิเมอร์ผสมระหว่างพอลิแล็กติกแอซิดและสารสกัดแทนนินจากเปลือกเงาะ. การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 12. นครปฐม. 1877 – 1884 น.
- อัจฉิมา อุ่นแก้ว และเจนจิรา รอดสุขโข. 2563. การศึกษาคุณลักษณะของฟิล์มบรรจุภัณฑ์ย่อยสลายได้ จากข้าวไรซ์เบอร์รี่. วารสารวิจัย มช. (ฉบับบัณฑิตศึกษา). 20 (4): 81-93.
- Abdel-Aal, E.-S.M. and Hucl, P. 1999. A rapid method for quantifying total anthocyanins in blue aleurone and purple pericarp wheats. *Cereal Chem.* 76:350–354.
- AOAC. 2000. Official Method of Analysis of AOAC International. (17th ed). Washington D.C., USA: The Association of Official Analytical Chemists.
- Han J. H. and Floros J. D. 2017. Casting antimicrobial packaging films and measuring their physical properties and antimicrobial activity. *Journal of Plastic Film and Sheeting*, vol. 13, pp. 287–298.
- Kester, J. J. and Fennema, O. R. 1986. Edible films and coatings: A review. *Food Technology* 40(12): 47-59.
- López-de-Dicastillo C, Gómez-Estaca J, Catalá R, Gavara R, Hernández-Muñoz P. 2012. Active antioxidant packaging films: Development and effect on lipid stability of brined sardines. *Food Chem.*;131(4):1376–84.
- Madison, J.H. and A.H. Anderson, 1963. A chlorophyll index to measure turfgrass response. *J. Agronomy.* 55:461-464.
- Ounkaew A, Kasemsiri P, Kamwilaisak K, Saengprachatanarug K, Mongkolthananaruk W, Souvanh M, et al. 2018. Polyvinyl Alcohol (PVA)/Starch Bioactive Packaging Film Enriched with Antioxidants from Spent Coffee Ground and Citric Acid. *J Polym Environ.* 26(9):3762–3772.
- Samsalee N. and Sothornvit R. 2020. Characterization of Food Application and Quality of Porcine Plasma Protein-Based Films Incorporated with Chitosan or Encapsulated Turmeric Oil. *Food and Bioprocess Technology.* vol. 13, pp. 488– 500.
- Veiga, S. P. 2007. Sucrose and inverted sugar as plasticizer effect on cassava starch-gelatin film mechanical Properties hydrophilicity and water activity. *Food Chemistry.* 103, 255-262.

ผลการเสริมสารสกัดหยาบจากสาหร่ายก้ามกุ้งในสูตรอาหารต่อคุณภาพผลผลิตกุ้งขาวแวนนาไม

Effect of Stoneworts (*Chara corollina*) Crude Extract Supplementation on Product Quality of Pacific White Shrimp (*Litopenaeus vannamei* Boone, 1931)

วัฒนา วัฒนกุล^{1*} อุไรวรรณ วัฒนกุล¹ และ วรณิณี จันทร์แก้ว²

Wattana wattanakul^{1*}, Uraiwan wattanakul¹ and Wanninee Chankaew²

¹สาขาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำและผลิตภัณฑ์ประมง คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง

²สาขาวิชาเทคโนโลยีเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตนครศรีธรรมราช

¹Department of Aquaculture and Fisheries Product, Faculty of Science and Fisheries Technology, Rajamangala University of Technology Srivijaya, Trang Campus, Thailand

²Department of Aquaculture Technology, Faculty of Agriculture, Rajamangala University of Technology Srivijaya, Nakhon Si Thammarat Campus, Saiyai, Nakhon Si Thammarat, Thailand

* e-mail: wattana.w@rmutsv.ac.th, tel: 081-6775908

บทคัดย่อ

สาหร่ายก้ามกุ้ง (*Chara corollina*) เป็นสาหร่ายน้ำจืดประจำถิ่นของจังหวัดกระบี่ มีรงควัตถุให้สารสีในกลุ่มของแคโรทีนอยด์ในปริมาณมาก งานวิจัยนี้ ทดสอบผลของการเสริมสารสกัดหยาบจากสาหร่ายก้ามกุ้งในสูตรอาหารเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม (*Litopenaeus vannamei*) ต่อคุณภาพผลผลิต โดยเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมอายุ 60 วัน น้ำหนักตัวเฉลี่ยเริ่มต้น 4.09 ± 0.61 กรัม ในถังพลาสติกขนาดความจุ 500 ลิตร ให้กุ้งทดลองกินอาหารเม็ดที่เสริมสารสกัดหยาบจากสาหร่ายก้ามกุ้งเข้มข้นต่างกัน 7 ระดับ คือ 0, 50, 100, 150, 200, 250 และ 300 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม ใช้เวลาการทดลอง 90 วัน ผลการทดลองพบว่า การเสริมสารสกัดหยาบจากสาหร่ายก้ามกุ้งในอาหารเลี้ยงกุ้งทุกระดับความเข้มข้นทำให้กุ้งทดลองมีการเจริญเติบโต การรอดตาย อัตราแลกเนื้อ และองค์ประกอบทางเคมีของเนื้อแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่มีผลทำให้ค่าสีของกุ้งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ดังนี้ การเสริมสารสกัดหยาบในอาหารที่ความเข้มข้น 150 - 300 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม ทำให้กุ้งทดลองมีค่าความสว่าง (L^*) ค่าสีแดง (a^*) สูงกว่าที่ความเข้มข้น 0 - 100 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยค่า L^* และ a^* ในระหว่างความเข้มข้น 150 - 300 และ 0 - 100 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ขณะที่การเสริมที่ระดับ 150 - 250 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม ทำให้กุ้งทดลองมีค่าสีเหลือง (b^*) สูงกว่าที่ความเข้มข้น 0, 50 และ 300 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) บ่งชี้ให้เห็นว่า การเสริมสกัดหยาบจากสาหร่ายก้ามกุ้งที่ความเข้มข้น 150 - 250 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม ช่วยทำให้กุ้งขาวแวนนาไมมีสีตัวแดงและเข้มดีที่สุที่สุด

คำสำคัญ: สาหร่ายก้ามกุ้ง แคโรทีนอยด์ กุ้งขาวแวนนาไม สารสกัดหยาบ

Abstract

Stoneworts (*Chara corollina*) is a native freshwater algae in Krabi province. It's contains a large amount of carotenoid pigments. This research aimed to study the effect of stoneworts crude extract supplementation in commercial diet on product quality of pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*). The 60 days old pacific white shrimp with initial average weight 4.09 ± 0.61 g. were reared in 500 liters plastic tanks. The shrimp were fed pellet food supplemented with commercial diets containing stoneworts crude extracts at seven different concentrations, 0, 50, 100, 150, 200, 250 and 300 milligrams per 1 kilogram of food (mg/kg). They were fed to apparent satiation twice daily for 90 days. The result showed that all of level concentration crude extract were not effect on growth performance, survival rate and chemical composition ($P > 0.05$) but they were effect of color level with significantly difference ($P \leq 0.05$) as follows: Supplementing crude extract in the diet at a concentration of 150 - 300 mg/kg to have a brightness value (L^*) The red value (a^*) was higher than concentrations of 0-100 mg/kg with significantly difference ($P \leq 0.05$). The L^* and a^* values between concentrations of 150-300 and 0-100 mg/kg were not significantly different ($p > 0.05$), while supplementation at the level of 150-250 mg/kg was have yellow color (b^*) higher than 0, 50, and 300 mg/kg with significantly difference ($P \leq 0.05$), indicating that stoneworts crude extract supplementation of 150-250 mg/kg helps to increase the best red color (a^*) in pacific white shrimp.

Keywords: Stoneworts (*Chara corollina* C.L. Willdenow), Carotenoid, Pacific White Shrimp (*Litopenaeus vannamei* Boone, 1931), Crude Extracts

1. บทนำ

อุตสาหกรรมการเพาะเลี้ยงกุ้งมีความสำคัญต่อระบบเศรษฐกิจของประเทศไทย เนื่องจากได้รับความนิยม จากผู้บริโภคอย่างกว้างขวาง สามารถทำเงินรายได้เข้าสู่ประเทศปีละหลายหมื่นล้านบาท และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น หลังจากผ่านภาวะวิกฤติจากการระบาดของโรค Early Mortality Syndrome (EMS) ทำให้มีความต้องการกุ้งทะเลเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะกุ้งขาวแวนนาไม ซึ่งอาจกล่าวได้ว่ากุ้งขาวแวนนาไม เป็นกุ้งทะเลที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทยมีผลผลิตเป็นอันดับที่หนึ่ง (กรมประมง, 2556) ถึงแม้ว่าในปัจจุบันไทยไม่ได้เป็นผู้ส่งออกกุ้งขาวแวนนาไมในปริมาณมากเป็นลำดับที่หนึ่งของโลก แต่กุ้งขาวแวนนาไมก็ยังคงเป็นสัตว์น้ำเศรษฐกิจที่สำคัญ และมีการส่งออกเป็นอันดับหนึ่งของประเทศไทย เพราะยังเป็นที่ต้องการของตลาดทั้งต่างประเทศ และในประเทศ (กรมประมง, 2563) ปัญหาสำคัญประการหนึ่ง ในการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมนอกเหนือจากปัญหาเรื่องโรค และสภาพแวดล้อม ได้แก่ ปัญหาในด้านคุณภาพเมื่อเปรียบเทียบกับกุ้งกุลาดำ คือ สีของกุ้งหลังจากต้มสุกแล้วจะมีสีซีดไม่แดงเข้มเหมือนกับกุ้งกุลาดำ ไม่เป็นที่ต้องการของตลาด ทำให้ห้องเย็นรับซื้อกุ้งในราคาลดลง ดังนั้น เกษตรกรที่ต้องการขายกุ้งขาวแวนนาไมให้กับห้องเย็นที่ต้องการกุ้งต้มสุกที่มีสีแดงเข้ม จำเป็นต้องหาวิธีการทำให้กุ้งขาวแวนนาไมมีสีเข้มขึ้น โดยเฉพาะการผสมสารสีแคโรทีนอยด์ ชนิดแอสต้าแซนทิน ลงไปในอาหารเพื่อให้กุ้งขาวแวนนาไมมีสีเข้มขึ้น แต่ก็เป็นการเพิ่มต้นทุนในการผลิตไปด้วย ในขณะที่ราคาขายกุ้งขาวแวนนาไมค่อนข้างจะต่ำมากเมื่อเทียบกับราคากุ้งกุลาดำในช่วง 15-20 ปีที่ผ่านมา (ชโล และคณะ, 2550; ชโล และคณะ, 2552) ดังนั้น ถ้าหากทำการเลี้ยงกุ้งโดยใช้สารสีที่มีราคาถูกเสริมในอาหารก็จะเป็นการแก้ปัญหาของเกษตรกรตามที่กล่าวมาได้เป็นอย่างดี

คณะผู้วิจัยให้ความสนใจในประเด็นของการใช้ประโยชน์จากสาหร่ายน้ำจืด ที่มีอยู่เป็นจำนวนมาก และหาได้ง่ายตามแหล่งน้ำตามธรรมชาติของจังหวัดกระบี่ได้แก่ สาหร่ายก้ามกุ้ง (*Chara corollina*) ซึ่งเป็นสาหร่ายที่สร้าง และสะสมแคโรทีนอยด์ได้ในปริมาณมากเมื่อเทียบกับพืชและสัตว์อื่น ๆ และใช้ได้ผลมาแล้วในการปรับปรุงคุณภาพสีของกุ้งกุลาดำ (วัฒนา และอุไรวรรณ, 2565) โดยการประยุกต์ใช้สารสีแคโรทีนอยด์ที่สกัดจากสาหร่ายก้ามกุ้งเป็นแหล่งของสารสีเสริมในอาหารเม็ดสำเร็จรูปในการปรับปรุงคุณภาพสีของกุ้งขาวแวนนาไม ต่อการเจริญเติบโต อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ อัตราการรอดตาย องค์ประกอบทางเคมี และระดับสีของกุ้งขาวแวนนาไม ซึ่งจะศึกษาถึงระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมของสารสกัดที่ใช้ในการเพิ่มระดับสีของกุ้งทะเล โดยเฉพาะการเพิ่มระดับสีแดงของกุ้งขาวแวนนาไม ให้ตรงตามความต้องการของตลาด ห้องเย็น ทั้งนี้ การวิจัยในครั้งนี้จะเป็นแนวทางหนึ่งในการปรับปรุงคุณภาพผลผลิต และเพิ่มมูลค่าของกุ้งขาวแวนนาไมของเกษตรกรเพื่อการจำหน่ายได้เป็นอย่างดี และก่อให้เกิดการใช้ทรัพยากรเศษเหลืออย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด ตลอดจนเป็นทางเลือกที่สามารถนำสาหร่ายก้ามกุ้งซึ่งมีสารสีแคโรทีนอยด์ มาใช้ประโยชน์ในการเพิ่มสีสัตว์น้ำได้ และสามารถใช้ประโยชน์จากสาหร่ายเพื่อพัฒนาสูตรอาหารสำหรับการเลี้ยงสัตว์น้ำสวยงามเชิงพาณิชย์ต่อไป

2. วิธีการทดลอง

2.1 การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design; CRD) โดยศึกษาระดับความเข้มข้นของสารสกัดหยาบ (crude extract) จากสาหร่ายก้ามกุ้งในอาหารเม็ดสำเร็จรูปกุ้งขาวแวนนาไมสำเร็จรูปต่างกัน 7 ระดับ ๆ ละ 3 ซ้ำ ดังนี้

- ชุดการทดลองที่ 1 สูตรควบคุม อาหารเม็ดสำเร็จรูปที่ไม่ผสมสารสกัดหยาบ (crude extract)
- ชุดการทดลองที่ 2 อาหารเม็ดสำเร็จรูปผสมสารสกัดหยาบ 50 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม
- ชุดการทดลองที่ 3 อาหารเม็ดสำเร็จรูปผสมสารสกัดหยาบ 100 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม
- ชุดการทดลองที่ 4 อาหารเม็ดสำเร็จรูปผสมสารสกัดหยาบ 150 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม
- ชุดการทดลองที่ 5 อาหารเม็ดสำเร็จรูปผสมสารสกัดหยาบ 200 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม
- ชุดการทดลองที่ 6 อาหารเม็ดสำเร็จรูปผสมสารสกัดหยาบ 250 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม
- ชุดการทดลองที่ 7 อาหารเม็ดสำเร็จรูปผสมสารสกัดหยาบ 300 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม

2.2 การเตรียมระบบเลี้ยง

ทำความสะอาดถังพลาสติกทดลอง ขนาด 500 ลิตร จำนวน 21 ถัง ตามชุดการทดลอง ที่อยู่ในโรงเพาะฟักสัตว์น้ำร่อย คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง และเติมน้ำทะเลที่ผ่านการฆ่าเชื้อโรคด้วยคลอรีน 25 ppm เมื่อหมดฤทธิ์คลอรีนแล้วกรองผ่านถุงกรอง 15 ไมครอน ลงในถังเลี้ยงปริมาตร 300 ลิตร แต่ละถังทำระบบน้ำหมุนเวียนผ่านใยแก้ว

กรองน้ำในถังกรองที่แขวนอยู่บนถังเลี้ยง มีการให้อากาศในบ่อทดลองตลอดเวลาโดยใช้สายยาง และหัวทราย ด้านบนปากถังปิดด้วยสแลน (ตาข่ายกรองแสง) เพื่อกันไม่ให้กุ้งติดตัวหลุดออกจากถัง

2.3 การเตรียมสาหร่ายก้ามกุ้ง (*C. corollina*)

สาหร่ายน้ำจืดก้ามกุ้งที่ใช้ทดลองเป็นส่วนของลำต้นและใบ โดยเก็บจากแหล่งน้ำในจังหวัดกระบี่ นำสาหร่ายสดที่ได้มาล้างทำความสะอาดด้วยน้ำประปา ทิ้งไว้ให้แห้ง จากนั้นนำไปอบที่อุณหภูมิ 50-60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จนกระทั่งสาหร่ายแห้งสนิท แบ่งส่วนหนึ่งวิเคราะห์หองค์ประกอบทางเคมี (AOAC, 2000) อีกส่วนนำมาสกัดเพื่อให้ได้ปริมาณสารสีแคโรทีนอยด์รวม (Total Carotenoids)

2.4 การเตรียมสารสกัดหยาบจากสาหร่ายก้ามกุ้ง

นำสาหร่ายที่อบแห้งแล้ว มาบดละเอียดด้วยเครื่องบดผงละเอียด (รุ่น PG300 ยี่ห้อ Spring Green Evolution) จากนั้นนำมาสกัดเป็นสารสกัดหยาบตามกรรมวิธีของ de Quiros and Costa (2006) โดยนำผงสาหร่าย 25 กรัมใส่ในขวดสีชา เติมน้ำเอทานอล (เข้มข้น 95% v/v) ปริมาตร 500 มิลลิลิตร ปิดฝาขวดแล้วนำไปเข้าเครื่องอัลตราโซนิค (รุ่น E100H ยี่ห้อ Elmasonic) เพื่อให้เซลล์แตกด้วยคลื่นความถี่สูงเป็นเวลา 5 นาที ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องนาน 3 วัน เพื่อให้รังควันต์ออกจากเซลล์ แล้วจึงนำไปเข้าเครื่องปั่นเหวี่ยงตกตะกอน (รุ่น 16M ยี่ห้อ Labnet Microcentrifuge Spectrafuge) ที่ความเร็วรอบ 3000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 นาที เก็บสารละลายส่วนบนไปเข้าเครื่องกลั่นระเหยสุญญากาศ (รุ่น Laborota 4003 ยี่ห้อ Heidolph) เพื่อให้ได้เป็นสารสกัดหยาบ (Crude extract) เก็บรักษาในขวดสีชาหรือใช้ทดลองในลำดับต่อไป

2.5 การเตรียมกุ้งทดลอง

นำลูกกุ้งขาวแวนนาไม ระยะเวลา P15 จากฟาร์มเอกชน มาอนุบาลในบ่อซีเมนต์ขนาด 1.5x4x1 ลูกบาศก์เมตร ให้อาหารสำเร็จรูปกุ้งกุลาดำวันละ 2 ครั้ง เพื่อปรับสภาพกุ้งให้คุ้นเคยกับสิ่งแวดล้อมและอาหารเม็ด เมื่อลูกกุ้งมีน้ำหนักตัวประมาณ 7-8 กรัม หรือมีความยาวตัวประมาณ 7-9 เซนติเมตร จึงทำการสุ่มคัดเลือกเข้าสู่การทดลอง ซึ่งหาน้ำหนักเฉลี่ยเริ่มต้นของกุ้งในทุกชุดการทดลอง หลังจากนั้นสุ่มกุ้งไปเลี้ยงในถังทดลอง จำนวน 70 ตัว/ถัง (ความหนาแน่นประมาณ 70 ตัว/ตารางเมตร)

2.6 การเตรียมอาหารทดลอง

อาหารทดลองใช้อาหารเม็ดสำเร็จรูปกุ้งขาวแวนนาไม มีระดับโปรตีนไม่ต่ำกว่า 38 เปอร์เซ็นต์ ไขมันไม่ต่ำกว่า 3 เปอร์เซ็นต์ โดยนำสารสกัดที่อยู่ในรูป Crude extract มาละลายใน absolute ethanol ปริมาตร 100 มิลลิลิตร ตามระดับความเข้มข้นในแผนการทดลอง สเปรย์ให้ทั่วอาหารเม็ดสำเร็จรูปกุ้งขาวแวนนาไมทดลองน้ำหนัก 1 กิโลกรัม ผึ่งลมให้แห้ง อาหารที่ผลิตแล้วบรรจุลงในถุงโพลีเอทิลีน และเก็บในถุงสีดำเพื่อป้องกันแสง เก็บรักษาในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เพื่อรอการใช้งาน

2.7 อาหารและการให้อาหาร

ให้อาหารทุกวัน ๆ ละ 2 ครั้ง (เช้า-เย็น) ไม่เกิน 10% ของน้ำหนักตัวต่อวัน ในช่วงอาทิติย์แรกของการเลี้ยง หลังจากนั้นปรับปริมาณอาหารที่ให้ โดยให้กุ้งกินจนอิ่ม (Satiation) ซึ่งสังเกตจากปริมาณอาหารที่เหลือเพียงเล็กน้อยในแต่ละครั้งของการให้ เพื่อให้ค่าที่ได้ใกล้เคียงความเป็นจริง บันทึกน้ำหนักอาหารที่กุ้งกิน เพื่อใช้ในการคำนวณหาค่าอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (FCR) และปรับปริมาณอาหารตามปริมาณการกินอาหารของกุ้ง

2.8 การเก็บข้อมูล

2.8.1 การศึกษาการเจริญเติบโต

ทำการสุ่มตัวอย่างกุ้งจากทุกชุดการทดลอง จำนวน 25 ตัว/ถัง เพื่อชั่งน้ำหนักทุก ๆ เดือน โดยทำการชั่งน้ำหนักกุ้งที่ละตัวด้วยเครื่องชั่งดิจิตอลทศนิยม 2 ตำแหน่ง ทำการทดลองเลี้ยง 3 เดือนและนำมาศึกษาการเจริญเติบโต (ในรูปค่าเฉลี่ยของข้อมูล) โดยใช้สูตรในการคำนวณดังนี้

1. น้ำหนักเฉลี่ย (Average Weight, gram) = (น้ำหนักกุ้งทั้งหมด/จำนวนกุ้งทั้งหมด)
2. เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเพิ่ม (Weight Gain : WG, %)

$$= 100 \times (\text{น้ำหนักกุ้งเมื่อสิ้นสุดการเลี้ยง} - \text{น้ำหนักกุ้งเริ่มต้น}) / \text{น้ำหนักกุ้งเริ่มต้น}$$
3. อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (Specific Growth Rate : SGR, %/day)

$$= 100 \times (\ln \text{ น.น.กุ้งเมื่อสิ้นสุดการทดลอง} - \ln \text{ น.น.กุ้งเมื่อเริ่มต้นการทดลอง}) / \text{จำนวนวันที่ทดลอง}$$
4. อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน (Average Daily Gain : ADG, g/day)

$$= (\text{น้ำหนักกุ้งเมื่อสิ้นสุดการทดลอง} - \text{น้ำหนักกุ้งเมื่อเริ่มต้นการทดลอง}) / \text{จำนวนวันที่ทดลอง}$$
5. อัตราแลกเนื้อ (FCR) = น้ำหนักอาหารที่กุ้งกินทั้งหมด (ก.) / น้ำหนักกุ้งทั้งหมดที่เพิ่มขึ้น (ก.)
6. อัตรารอดตาย (Survival Rate : SR, %) = (จำนวนกุ้งเมื่อสิ้นสุดการทดลอง/จำนวนกุ้งเริ่มการทดลอง) x 100

2.8.2 การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของเนื้อกุ้งทดลอง

เมื่อสิ้นสุดการทดลองทำการสุ่มเก็บตัวอย่างกุ้งจากทุกชุดการทดลองละ 10 ตัว มาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ โปรตีน ไขมัน เถ้า และความชื้น ตามวิธีการของ AOAC (2000)

2.8.3 การวิเคราะห์ค่าสีของกุ้ง

สุ่มกุ้งจำนวนซ้าละ 5 ตัว จากทุกชุดการทดลองนำไปต้มในน้ำเดือดเป็นเวลา 3 นาที วัดสีกุ้งทั้งเปลือกในระบบ CIE LAB ($L^*a^*b^*$) ด้วยเครื่องวัดสีมาตรฐานทางวิทยาศาสตร์ (Hunter lab Colorimeter) ตรงบริเวณข้อที่ 2 นับจากหัวตรงกับช่องเปิดของแสง ปิดด้วยกล่องสีดำ เพื่อป้องกันแสงจากภายนอก วัดค่าสีเฉลี่ย 3 จุดในการวัด 1 ครั้ง โดยที่ L^* เป็นผลการวัดค่าความสว่าง a^* เป็นค่าของสีแดงและสีเขียว และ b^* เป็นค่าของสีเหลืองและสีน้ำเงิน (ชลอ และคณะ, 2552)

2.8.4 การศึกษาคุณภาพน้ำ

ทำการตรวจวัดคุณภาพน้ำทุก ๆ 2 สัปดาห์ ตลอดการทดลอง โดยอุณหภูมิ น้ำ ด้วยเครื่องวัดอุณหภูมิแบบดิจิตอล ความเค็มด้วย Salino meter ความเป็นกรด-ด่างของน้ำ (pH) ด้วย pH meter (Clean รุ่น pH 500B) ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ ด้วยเครื่องวัดคุณภาพน้ำแบบดิจิตอล (YSI Model 650 MDS) ความเป็นด่างของน้ำ (ด้วยวิธีการ Titration) แอมโมเนีย (ด้วยวิธี Koroleff's Indophenol Blue Method) และไนโตรเจน (ด้วยวิธี Colorimetric Method)

2.9 การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลการเจริญเติบโต อัตราการเจริญเติบโต การรอดตาย อัตราแลกเนื้อ องค์ประกอบทางเคมี และค่าสีผิวตัวภายนอกของกุ้งขาวแวนนาไม มาวิเคราะห์ทางสถิติด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (One-way ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ระหว่างชุดการทดลอง ด้วยวิธี Duncan's New multiple range test : DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS

3. ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

3.1 องค์ประกอบทางเคมีของสาหร่ายก้ามกุ้ง

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี (น้ำหนักแห้ง) ในสาหร่ายก้ามกุ้ง พบว่า มีค่าความชื้น เถ้า โปรตีน ไขมัน เยื่อใย และคาร์โบไฮเดรต มีค่าเท่ากับ 14.15, 24.95, 19.55, 2.54, 7.29 และ 38.82 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และหลังจากวิเคราะห์ค่า Total Carotenoids ในสาหร่ายอบแห้ง และในสารสกัด (crude extract) จากสาหร่าย พบว่า มีค่าเท่ากับ 0.408 ± 0.04 mg/g และ 2.286 mg/g ของน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ

3.2 ผลการเสริมสารสกัดหยาบจากสาหร่ายก้ามกุ้งต่อการเจริญเติบโต อัตราแลกเนื้อ และการรอดตาย

ภายหลังที่เลี้ยงกุ้งทดลองครบ 90 วัน ข้อมูลการเจริญเติบโต อัตราแลกเนื้อ และการรอดตาย แสดงไว้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (WG) อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (SGR) อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน (ADG) อัตราแลกเนื้อ (FCR) และการรอดตาย (SR) ของกุ้งขาวแวนนาไมที่ได้รับอาหารสำเร็จรูปเสริมสารสกัดหยาบจากสาหร่ายก้ามกุ้งระดับต่าง ๆ กัน เป็นเวลา 90 วัน

ชุดการทดลอง	WG (%NS)	SGR (%/day)NS	ADG (g/day)NS	FCR NS	Survival (%)NS
1 (0 mg/kg)	222.73±31.52 ^a	1.94±0.17 ^a	0.16±0.02 ^a	2.23±0.19 ^a	76.67±12.58 ^a
2 (50 mg/kg)	288.55±108.21 ^a	2.22±0.44 ^a	0.18±0.02 ^a	2.30±0.41 ^a	78.33±7.64 ^a
3 (100 mg/kg)	225.27±40.77 ^a	1.96±0.20 ^a	0.16±0.02 ^a	2.26±0.25 ^a	76.67±7.64 ^a
4 (150 mg/kg)	231.18±45.37 ^a	1.99±0.22 ^a	0.15±0.03 ^a	2.53±0.39 ^a	73.33±7.64 ^a
5 (200 mg/kg)	194.48±45.11 ^a	1.79±0.25 ^a	0.14±0.02 ^a	2.33±0.24 ^a	70.00±10.00 ^a
6 (250 mg/kg)	274.09±58.53 ^a	2.19±0.27 ^a	0.16±0.02 ^a	2.33±0.22 ^a	76.67±18.93 ^a
7 (300 mg/kg)	212.14±55.00 ^a	1.88±0.29 ^a	0.15±0.02 ^a	2.31±0.32 ^a	76.67±5.77 ^a

หมายเหตุ : - ในวงเล็บของชุดการทดลอง คือระดับความเข้มข้นของการเสริมสารสกัดในอาหาร

- เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแนวดิ่งโดยใช้ตัวอักษร อักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (P>0.05)

จากตารางที่ 1 พบว่า กุ้งทดลองที่กินอาหารเสริมสารสกัดหยาบจากสาหร่ายก้ามกุ้งต่างกัน 7 ระดับ มีน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน อัตราแลกเนื้อ และการรอดตาย แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05)

จากการศึกษาการเจริญเติบโตเมื่อสิ้นสุดการทดลอง อัตราน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโต อัตราการเจริญเติบโต จำเพาะ อัตราแลกเนื้อ และการรอดตาย ของกุ้งขาวแวนนาไมที่ได้รับอาหารที่ผสมสารสกัดหยาบจากสาหร่ายก้ามกุ้งทั้ง 6 ชุดการทดลอง ไม่แตกต่างจากกุ้งขาวแวนนาไมที่ได้รับอาหารในชุดควบคุมซึ่งไม่ได้ผสมสารสกัดจากสาหร่าย แสดงให้เห็นว่า ระดับของการใช้สารสกัดจากสาหร่ายก้ามกุ้งเป็นแหล่งของสารสีในอาหารตั้งแต่ 50-300 mg/kg ไม่มีผลในการการเจริญเติบโต และอัตราการรอดตายของกุ้งขาวแวนนาไม แสดงให้เห็นว่า การเสริมสารสกัดหยาบจากสาหร่ายก้ามกุ้งไม่ได้เปลี่ยนแปลงการกินอาหารของกุ้ง ผลการศึกษาที่สอดคล้องกับรายงานหลายชิ้นที่ระบุว่า การเสริมสารกลุ่มแคโรทีนอยด์ไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของสัตว์ทดลอง Gocer *et al.*, (2006) พบว่า การเสริมสารกลุ่มแคโรทีนอยด์ในอาหารไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของกุ้ง *Penaeus semisulcatus* และสอดคล้องกับการทดลองของ วัฒนา และอุไรวรรณ (2564) ในการใช้สารสีแคโรทีนอยด์ในรูปของสารสกัดหยาบที่สกัดจากสาหร่ายสีแดงน้ำจืดที่ระดับความเข้มข้นเช่นเดียวกันนี้ เสริมในอาหารเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม พบว่า การเสริมสารสกัดหยาบจากสาหร่ายสีแดงน้ำจืด ตั้งแต่ที่ระดับความเข้มข้น 50-300 มก./กก. ไม่มีผลทำให้อัตราการเจริญเติบโต อัตราแลกเนื้อ และอัตราการรอดตายของกุ้งขาวแวนนาไมแตกต่างกัน และไม่แตกต่างกับกุ้งขาวแวนนาไมในชุดควบคุม ทั้งนี้ เนื่องจากการเสริมสารสกัดที่ระดับความเข้มข้นดังกล่าวในอาหารสำเร็จรูปกุ้งขาวนั้น ไม่ได้ส่งผลให้อาหารทดลองมีระดับโปรตีนสูงขึ้น เพราะระดับโปรตีนในอาหารนั้นจะส่งผลโดยตรงต่อการเจริญเติบโตของกุ้ง ซึ่งอาหารที่มีระดับโปรตีนสูงจะส่งผลให้กุ้งมีการเจริญเติบโตสูงขึ้นตามไปด้วย เป็นไปในทำนองเดียวกับรายงานการศึกษาของ Boonyaratpalin *et al.*, (2001) รายงานว่า การเสริมสารสี β -carotene หรือ astaxanthin ในอาหารไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตและการรอดตายของกุ้งกุลาดำ และสอดคล้องกับผลการทดลองเสริมสารสีเบตาแคโรทีนสังเคราะห์ สารสกัดแคโรทีนอยด์จากพืชและสาหร่ายในธรรมชาติ เช่น สาหร่ายสไปรูไลนาและสารสกัดแคโรทีนอยด์จากพริกหวาน ที่ระดับความเข้มข้น 100 พีพีเอ็ม ในกุ้งขาวแวนนาไมของ กิจการ และคณะ, (2549) รายงานว่า แหล่งของสารสีที่ได้จากวัตถุดิบธรรมชาติ หรือจากการสังเคราะห์ที่ไม่มีผลในการเร่งการเจริญเติบโตของกุ้งขาวได้ เช่นเดียวกับรายงานการศึกษาของ Pan *at al.*, (2001) ที่ไม่พบความแตกต่างของอัตราการเจริญเติบโตของกุ้งกุลาดำกลุ่มที่ได้รับอาหารสูตรควบคุมและอาหารที่ผสมสารสี Astaxanthin จากรายละเอียดข้างต้นแสดงให้เห็นว่าการเสริมแคโรทีนอยด์จากสาหร่ายก้ามกุ้งตั้งแต่ 50-300 mg/kg จากการทดลองครั้งนี้ ไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายของกุ้งขาวแวนนาไม

3.3 ผลการเสริมสารสกัดหยาบจากสาหร่ายก้ามกุ้งต่อองค์ประกอบทางเคมีของกุ้งทดลอง

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อกุ้งขาวแวนนาไม (บนฐานของวัสดุแห้ง) ภายหลังจากเลี้ยงกุ้งทดลองครบ 90 วัน พบว่า มีค่าความชื้น โปรตีน ไขมัน และค่าเถ้า ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 องค์ประกอบทางเคมีของกุ้งขาวแวนนาไม ที่ได้รับอาหารเสริมสารสกัดหยาบจากสาหร่ายก้ามกุ้ง ระดับต่าง ๆ กัน เป็นเวลา 90 วัน

ชุดการทดลอง	องค์ประกอบทางเคมี (% น้ำหนักแห้ง)			
	ความชื้นNS	โปรตีนNS	ไขมันNS	เถ้าNS
1 (0 mg/kg)	29.72±2.73 ^a	66.08±0.98 ^a	2.55±0.11 ^a	4.74±0.07 ^a
2 (50 mg/kg)	28.21±2.70 ^a	65.82±0.57 ^a	2.61±0.02 ^a	5.14±0.23 ^a
3 (100 mg/kg)	29.05±1.08 ^a	65.54±0.64 ^a	2.56±0.13 ^a	5.11±0.22 ^a
4 (150 mg/kg)	29.92±1.74 ^a	64.62±0.80 ^a	2.61±0.06 ^a	5.07±0.13 ^a
5 (200 mg/kg)	27.83±1.76 ^a	64.21±0.89 ^a	2.47±0.01 ^a	4.90±0.10 ^a
6 (250 mg/kg)	28.84±1.58 ^a	63.72±1.62 ^a	2.66±0.39 ^a	4.85±0.17 ^a
7 (300 mg/kg)	28.43±1.81 ^a	65.32±0.58 ^a	2.51±0.33 ^a	5.17±0.30 ^a

หมายเหตุ : - ในวงเล็บ คือระดับความเข้มข้นของการเสริมสารสกัดหยาบในอาหารกุ้งขาวทดลอง

- เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแนวตั้งโดยใช้ตัวอักษร ถ้าตัวอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (P>0.05)

จากตารางที่ 2 พบว่า กุ้งทดลองที่กินอาหารเสริมสารสกัดหยาบจากสาหร่ายก้ามกุ้งต่างกัน 7 ระดับ มีค่าองค์ประกอบทางเคมีของเนื้อกุ้ง ได้แก่ ความชื้น โปรตีน ไขมัน และเถ้า แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05)

จากรายละเอียดข้างต้น แสดงให้เห็นว่าการเสริมสารสกัดหยาบจากสาหร่ายก้ามกุ้ง ซึ่งมีสารสีในกลุ่มแคโรทีนอยด์ตั้งแต่ 50-300 mg/kg จากการทดลองครั้งนี้ ไม่มีผลต่อองค์ประกอบทางเคมีของเนื้อกุ้งขาวแวนนาไม ซึ่งพบว่า สอดคล้องกับรายงานของวัฒนา และอุไรวรรณ (2564) ที่ทำการวิจัยเกี่ยวกับการใช้สารสกัดหยาบจากสาหร่ายสีแดงน้ำจืดเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม ซึ่งมีสารสีในกลุ่มแคโรทีนอยด์เช่นเดียวกัน และสอดคล้องกับรายงานของ วัฒนา และอุไรวรรณ (2565) ที่ทำการวิจัยเกี่ยวกับการใช้สารสกัดหยาบจากสาหร่ายก้ามกุ้งเลี้ยงกุ้งกุลาดำ

3.4 ผลการเสริมสารสกัดหยาบจากสาหร่ายก้ามกุ้งต่อคุณภาพสีของกุ้งทดลอง

ค่า L^* (ค่าความสว่าง) ของกุ้งที่เลี้ยง มีค่าอยู่ในช่วง 64.06 ± 3.68 - 68.81 ± 1.63 โดยกุ้งขาวแวนนาไมในกลุ่มควบคุม มีค่า L^* สูงที่สุด (68.81 ± 1.63) สูงกว่ากุ้งในชุดการทดลองที่ 4, 5, 6 และ 7 ตามลำดับ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ซึ่งมีค่า L^* เท่ากับ 65.83 ± 1.83 , 65.01 ± 4.22 , 64.66 ± 2.49 และ 64.06 ± 3.68 ตามลำดับ (ตารางที่ 3 และ ภาพที่ 1)

ค่า a^* (ค่าสีแดง) พบว่า มีค่าอยู่ในช่วง 8.39 ± 1.54 ถึง 10.17 ± 3.02 โดยกุ้งขาวแวนนาไมที่ได้รับอาหารชุดการทดลองที่ 6 (250 mg/kg) มีค่าสูงที่สุด มีค่าเท่ากับ 10.17 ± 3.02 สูงกว่ากุ้งกุลาดำในชุดการทดลองที่ 3, 2 และ 1 ตามลำดับ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ซึ่งมีค่า a^* เท่ากับ 8.59 ± 2.12 , 8.50 ± 2.30 และ 8.39 ± 1.54 ตามลำดับ โดยชุดการทดลองที่ 4, 5, 6 และ 7 มีค่าสีแดงไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) (ตารางที่ 3 และ ภาพที่ 1)

ส่วนค่า b^* (ค่าสีเหลือง) ของกุ้งขาวแวนนาไม พบว่า มีค่าอยู่ในช่วง 20.01 ± 3.39 ถึง 22.08 ± 3.72 โดยกุ้งกุลาดำที่ได้รับอาหารชุดการทดลองที่ 3 (100 mg/kg) และ 4 (150 mg/kg) มีค่าสูงที่สุด มีค่าเท่ากับ 22.08 สูงกว่ากุ้งในชุดการทดลองที่ 1, 2 และ 7 ตามลำดับ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ซึ่งมีค่า b^* เท่ากับ 20.01 ± 3.39 , 20.25 ± 2.84 และ 20.34 ± 2.15 ตามลำดับ โดยชุดการทดลองที่ 3, 4, 5 และ 6 มีค่า b^* ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) (ตารางที่ 3 และ ภาพที่ 1)

ตารางที่ 3 ระดับสีที่ผิวลำตัวกุ้งขาวแวนนาไม ที่ได้รับอาหารเสริมสารสกัดจากสาหร่ายก้ามกุ้ง ระดับต่าง ๆ กัน เป็นเวลา 90 วัน

ชุดการทดลอง	ระดับค่าสี		
	L^*	a^*	b^*
1 (0 mg/kg)	68.81 ± 1.63^a	8.39 ± 1.54^b	20.01 ± 3.39^b
2 (50 mg/kg)	67.71 ± 2.16^a	8.50 ± 2.30^b	20.25 ± 2.84^b
3 (100 mg/kg)	67.35 ± 2.24^{ab}	8.59 ± 2.12^b	21.02 ± 3.33^{ab}
4 (150 mg/kg)	65.83 ± 1.83^b	9.94 ± 2.11^a	22.08 ± 3.72^a
5 (200 mg/kg)	65.01 ± 4.22^b	10.00 ± 3.00^a	21.85 ± 1.71^a
6 (250 mg/kg)	64.66 ± 2.49^b	10.17 ± 3.02^a	22.01 ± 2.98^a
7 (300 mg/kg)	64.06 ± 3.68^b	10.05 ± 3.41^a	20.34 ± 2.15^b

หมายเหตุ : - ในวงเล็บ คือระดับความเข้มข้นของการเสริมสารสกัดหยาบในอาหารกุ้งขาวทดลอง

- เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแนวตั้งโดยใช้ตัวอักษร ถ้าตัวอักษรเหมือนกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($P > 0.05$)



ภาพที่ 1 สีของกุ้งขาวแวนนาไมที่ผ่านการต้มในน้ำเดือด

การทดลองเสริมสารสกัดหยาบจากสาหร่ายก้ามกุ้งในอาหารเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม ส่งผลให้กุ้งมีค่าความสว่าง (L^*) ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองเสริมสารสกัดที่ 6 ชุดการทดลอง (50-300 มิลลิกรัม/อาหาร 1 กิโลกรัม) มีค่าต่ำกว่าชุดควบคุมที่ไม่เสริมสารสกัดหยาบของสาหร่าย และพบว่า ค่าความสว่าง (L^*) มีแนวโน้มที่ลดลง เมื่อเพิ่มระดับของการเสริมสารสกัดหยาบจากสาหร่ายก้ามกุ้ง แสดงให้เห็นว่าความเข้มข้นของสารสกัดหยาบที่มีปริมาณเพิ่มมากขึ้น มีผลทำให้ค่าความสว่างของสีลดลง เนื่องจากในสาหร่ายก้ามกุ้งมีสารสีในกลุ่มแคโรทีนอยด์ ซึ่งเป็นสารที่ช่วยกระตุ้นในการเกิดสีของสัตว์น้ำ โดยเฉพาะในสัตว์น้ำกลุ่มครัสเตเชียนที่ต้องอาศัยสารเร่งสีจากอาหารที่กินเข้าไปภายนอก และทำให้เกิดสีปรากฏในสัตว์น้ำที่มีลักษณะสีเข้มขึ้นส่งผลให้ค่าความสว่างของกุ้งลดลง สอดคล้องกับการทดลองของ จิกการ และคณะ (2549) ที่ทดสอบผลของแหล่งสารสีธรรมชาติต่อการเร่ง

สีในกุ้งขาว พบว่า กุ้งขาวที่ได้รับสารสีสังเคราะห์ และสารสีที่สกัดจากพืชธรรมชาติ มีค่าความสว่าง (L^*) ต่ำกว่ากุ้งขาวที่ได้รับอาหารชุดควบคุม

ค่าสีแดงของกุ้งทดลองมีค่าสูงขึ้นตามปริมาณของสารสกัดหยาบจากสาหร่ายก้ามกุ้งที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากการทดลองนี้พบว่า กุ้งที่ได้รับสารสกัดหยาบที่ระดับ 150 -300 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัมมีค่าสีแดงสูงกว่าที่ระดับ 0-100 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แสดงให้เห็นว่าความเข้มข้นของแคโรทีนอยด์ในสารสกัดจากสาหร่ายที่มีปริมาณเพิ่มมากขึ้น มีผลทำให้ค่าสีแดง (a^*) เพิ่มสูงขึ้นมากกว่าชุดการทดลองที่ไม่ได้เสริมสารสกัดและสูงกว่าชุดการทดลองที่เสริมสารสกัดที่ระดับความเข้มข้นน้อยกว่า 150 mg/kg ทั้งนี้เนื่องจากในสาหร่ายก้ามกุ้งมีสารสีแคโรทีนอยด์ ซึ่งเป็นสารที่ช่วยกระตุ้นในการเกิดสีของสัตว์น้ำ โดยเฉพาะในสัตว์น้ำกลุ่มครัสเตเชียที่ต้องอาศัยสารเร่งสีจากอาหารที่กินเข้าไปภายนอก และทำให้เกิดสีปรากฏในสัตว์น้ำที่มีลักษณะสีแดงเข้มขึ้น สอดคล้องกับการทดลองของ กิจการ และคณะ (2549) ที่ทดสอบผลของแหล่งสารสีธรรมชาติต่อการเร่งสีในกุ้งขาว พบว่า กุ้งขาวแวนนาไมที่ได้รับอาหารทุกชุดการทดลองที่ผสมสารสี มีค่าตัวแดง (a^*) เข้มกว่ากุ้งที่ได้รับอาหารชุดควบคุมอย่างชัดเจน และสอดคล้องกับผลการทดลองในกุ้งเครย์ฟิชของ ทนงศักดิ์ และสุริวัลย์ (2560) พบว่า ค่าสีแดง (a^*) ในชุดการทดลองที่ให้อาหารเสริมสารสีจากผงพริกหยวกแดงที่ระดับต่างกัน สามารถทำให้กุ้งเครย์ฟิชมีค่าสีแดง (a^*) ที่เพิ่มขึ้น แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) กับชุดควบคุม ส่วนค่าสีเหลือง (b^*) เมื่อสิ้นสุดการทดลองเป็นไปในทำนองเดียวกับ ค่าสีแดง (a^*) พบว่า กุ้งขาวแวนนาไมในชุดการทดลองที่เลี้ยงด้วยอาหารเสริมสารสกัดหยาบของสาหร่ายก้ามกุ้งในชุดการทดลองที่ 4 (150 mg/kg) ให้ค่าสีเหลือง (b^*) สูงที่สุด สูงกว่ากุ้งที่ได้รับสารสกัดกลุ่มอื่น ๆ และสูงกว่ากุ้งในชุดควบคุมที่ไม่ได้รับอาหารเสริมสารสกัดหยาบของสาหร่ายก้ามกุ้ง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) แต่อย่างไรก็ตามเพื่อประหยัดต้นทุนงานวิจัยนี้แนะนำให้ใช้ที่ระดับ 150 มิลลิกรัม ก็เพียงพอ เนื่องจากผลการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ค่าที่ได้แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญกับที่ระดับ 200-300 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม

ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำเฉลี่ยตลอดการทดลองเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมเป็นระยะเวลา 90 วัน พบว่า ความเค็มมีค่าอยู่ระหว่าง 27.00-29.50 ppt, อุณหภูมิของน้ำ 28.65-29.20 °C, ความเป็นกรด-ด่าง 7.55-8.29, ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ 6.08-7.30 mg/l, ความเค็มต่างอยู่ระหว่าง 105.45-126.32 mg/l, แอมโมเนีย 0.30-0.48 mg/l, และไนโตรเจน 0.20-0.60 mg/l ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วงที่กุ้งขาวแวนนาไมสามารถดำรงชีวิตได้อย่างปกติ

4. สรุป

จากการทดลองครั้งนี้สรุปได้ว่า การใช้สารสกัดหยาบจากสาหร่ายก้ามกุ้งเสริมในอาหารเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม ที่ระดับความเข้มข้น 50-300 mg/kg ไม่มีผลต่อการเจริญเติบโต การรอดตาย และองค์ประกอบทางเคมีของกุ้งขาวแวนนาไม แต่การเสริมสารสกัดหยาบในอาหารที่ระดับความเข้มข้น 150-250 mg/kg เป็นระดับความเข้มข้นที่เหมาะสม สามารถเพิ่มระดับสีแดง (a^*) และเข้มดีที่สุด

5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (ววน.) ประจำปีงบประมาณ 2566

6. เอกสารอ้างอิง

กรมประมง. 2556. สถิติการประมงแห่งประเทศไทย พ.ศ. 2556. เอกสารฉบับที่ 9/2556. ศูนย์สารสนเทศ, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

กรมประมง. 2563. สถิติผลผลิตการเลี้ยงกุ้งทะเลประจำปี 2561. เอกสารฉบับที่ 2/2563. กลุ่มวิจัยและวิเคราะห์สถิติการประมง. กรมประมง. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ.

กิจการ ศุภมาตย์ วุฒิพร พรหมขุนทอง และสุภภา ศิริรัฐนิคม. 2549. รายงานโครงการวิจัยผลของแหล่งสารสีธรรมชาติต่อการเร่งสีและความต้านทานความเครียดในกุ้งขาว. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.

ชลอ ลิมสุวรรณ, นิตติ ชูเชิด, นงนุช รักสกุลไทย, เดชานาท ทองพิทักษ์, พจมาน เขยเดช, นันทิภา พันธุ์สวัสดิ์ และสาธิต ประเสริฐศรี. 2550. การเพิ่มความเข้มของสีเปลือกและลดปัญหาหัวแตกหลังจากต้มกุ้งขาวแวนนาไม. เอกสารเผยแพร่สำหรับเกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้ง ป.ศ. 2550. ศูนย์วิจัยธุรกิจเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะประมง, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ชลอ ลิมสุวรรณ, นิตติ ชูเชิด, นันทิภา พันธุ์สวัสดิ์, สาธิต ประเสริฐศรี, สุธี วงศ์มณีประทีป, เกศินี หลายสุทธิสาร, ปัทมา วิริยพัฒน์ทรัพย์, จริยาวัต สุริยพันธุ์ และ แก้วตา ลิมเฮง. 2552. ผลของการแช่กุ้งขาวแวนนาไมในถังที่มีสีแตกต่างกันต่อคุณภาพสีของกุ้งต้ม. เอกสารเผยแพร่ศูนย์วิจัยธุรกิจเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ. คณะประมง, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

- ทงศ์ศักดิ์ สัสดีแพง และสุริวัลย์ ชุ่มแก้ว. 2560. การเสริมพริกหยวกสีแดง พริกหยวกสีเหลือง และแครอทเพื่อเพิ่มสีเปลือกกุ้งสวยงาม. *รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์*. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ล้านนา, ลำปาง.
- วัฒนา วัฒนกุล และอุไรวรรณ วัฒนกุล. 2564. ผลของสารสกัดจากสาหร่ายสีแดงน้ำจืดต่อการเจริญเติบโตและความเข้มสีของกุ้งขาวแวนนาไม. *ว.วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มทร.สุวรรณภูมิ*. 5(1): 68-77.
- วัฒนา วัฒนกุล และอุไรวรรณ วัฒนกุล. 2565. ผลของการเสริมสารสกัดจากสาหร่ายก้ามกุ้งในอาหารต่อการเจริญเติบโตและความเข้มสีในกุ้งกุลาดำ. น. 1027-1036. ใน *รายงานการประชุมวิชาการระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 5 พ.ศ. 2565*. มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์, บุรีรัมย์.
- AOAC (Association of official Analytical Chemists). 2000. **Official Methods of Analysis**. Association of official Analytical Chemists, Washington D.C.
- Boonyaratpalin, M., Thongrod, S., Supamattaya, K., Britton, G. and Schlipalius, L. E. 2001. Effect of β -Carotene Source, Dunaliella salina, and Astaxanthin on Pigmentation, Growth, Survival and Health of *Penaeus monodon*. *Aquaculture Reserch*. 3 (March): 182-190.
- Quirós A.R.B de and H.S. Costa. 2006. Analysis of carotenoids in vegetable and plasma samples: **A Review**. *J. Food Compos. Anal.* (19): 97-111.
- Gocer, M., Yanar, M., Kumlu, M. and Yanar, Y. 2006. The effects of red pepper, marigold flower, and synthetic astaxanthin on pigmentation, growth, and proximate composition of *Penaeus semisulcatus*. *Turk. J. Vet. Anim. Sci.* (30): 359-365.
- Pan, C.H., Chien, Y.H. and Cheng, J.H. 2001. Effects of light regime, algae in the water and dietary astaxanthin on pigmentation, growth, and survival of black tiger prawn *Penaeus monodon* post-larvae. *Zoological studies*, 2001, 40(4) : 371-382.

สมบัติทางกายภาพ เคมี และสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพของฟิล์มชีวภาพที่ผลิต
โดยใช้สาหร่ายน้ำจืดร่วมกับเศษเหลือใช้จากการแปรรูปสัตว์น้ำ

Physical Chemical and Bioactive Properties of Biofilms Produced by Edible
Freshwater algae (Kamkung; *C. Corollina*) and Seafood Processing By-Products

อุไรวรรณ วัฒนกุล^{1*} วัฒนา วัฒนกุล¹ นพรัตน์ มะเท¹ วรรณิณี จันทร์แก้ว² และศุภลักษณ์ สุตชาว³

Uraiwan Wattanakul^{1*}, Wattana Wattanakul¹ Nopparat Mahae¹

Wanninee Jankaew² and Suppaluck Sukhao³

¹คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง จ. ตรัง

²คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตนครศรีธรรมราช จ. นครศรีธรรมราช

³คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง จ. ราชบุรี

¹Faculty of Science and Fisheries Technology, RUT.S, Trang Campus, Trang

²Faculty of Agriculture, RUT.S, Nakhon Si Thammarat Campus, Nakhon Si Thammarat

³Faculty of Science and Technology, Muban Chombueng Rajabhat University, Ratchaburi

*Corresponding Author E-mail Address : uraiwan.w@mutsv.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพของฟิล์มชีวภาพที่ผลิตโดยมีปริมาณสาหร่ายน้ำจืดก้ามกุ้งและไคโตซานที่สกัดจากเศษเหลือใช้จากการแปรรูปสัตว์น้ำแตกต่างกัน 4 สูตร วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ จำนวน 3 ซ้ำ จากผลการทดลอง พบว่าค่าสีของฟิล์มมีความแตกต่างกันตามรูปแบบสารสกัดสาหร่ายก้ามกุ้ง มีความสว่างมากที่สุด ในสูตรที่ 3 ($p \leq 0.05$) ค่าความหนา ความโปร่งใส ปริมาณความชื้น ความสามารถในการละลายน้ำ และปริมาณน้ำอิสระของฟิล์มสูตรที่ 4 มีค่าน้อยที่สุด ($p \leq 0.05$) การปลดปล่อยสารต้านอนุมูลอิสระของฟิล์มชีวภาพในน้ำกลั่น และปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดของสูตรที่ 2 มีค่าดีที่สุด ซึ่งจากผลการทดลองบ่งชี้ได้ว่า ฟิล์มชีวภาพสูตรที่ 4 ได้แก่ 1.5% ไคโตซาน, 3.5% กรดซิตริก, 2.0% เจลาติน, 0.75% มอลโตเดกซ์ตริน และ 0.2% สารสกัดหยาบสาหร่ายก้ามกุ้ง ให้สมบัติทางกายภาพและเคมีกายภาพที่ดีที่สุด ส่วนฟิล์มชีวภาพสูตรที่ 2 ได้แก่ 1.5% ไคโตซาน, 3.5% กรดซิตริก, 2.0% เจลาติน, 0.3% มอลโตเดกซ์ตริน และ 2% สาหร่ายบดผง ให้สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพดีที่สุด ดังนั้น ฟิล์มบรรจุภัณฑ์จากสาหร่ายน้ำจืดก้ามกุ้งร่วมกับไคโตซานและเจลาติน มีศักยภาพสูงในการพัฒนาเป็นบรรจุภัณฑ์ที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพสำหรับอาหาร

คำสำคัญ: สาหร่ายน้ำจืดก้ามกุ้ง, ฟิล์มชีวภาพ, สมบัติทางกายภาพ, สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ

Abstract

The objective of this research was to study the physical, chemical and bioactive compound of biofilms product with 4 different formulas of edible freshwater algae (Kamkung; *C. Corollina*) and chitosan extracted from seafood processing by-products. This experiment designed in completely randomized design (CRD) with 3 replications. The results showed that the color value of the film was different according to the form of freshwater algae extract. It has the highest brightness value in formula 3 ($p \leq 0.05$). The thickness, transparency, moisture content, water solubility and the free water content (a_w) of film formula 4 was the lowest ($p \leq 0.05$). The released of antioxidants from the biofilms in distilled water and the total phenolic content of formula 2 was the best values. The results indicated that the biofilm formula 4 included 1.5% chitosan, 3.5% citric acid, 2.0% gelatin, 0.75% maltodextrin and 0.2% algae crude extract provide the best physical and physicochemical properties. Therefore, the biofilm formula 2 include 1.5% chitosan, 3.5% citric acid, 2.0% gelatin, 0.3% maltodextrin and 2% algae powder giving the best bioactive compounds. These results revealed that the packaging film based from edible freshwater algae (Kamkung) with chitosan and gelatin extracted have high potential to developed to be biodegradable packaging for foods

Keywords: Edible freshwater algae (Kamkung; *C. Corollina*), biofilms, physical properties, bioactive substances

บทนำ

ปัจจุบันการผลิตฟิล์มที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพหรือที่เรียกสั้น ๆ ว่า “ฟิล์มชีวภาพ” ได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่องเพื่อแก้ไขปัญหาและทดแทนการใช้พลาสติกที่ไม่สามารถย่อยสลายได้และมีปริมาณมากขึ้นจนก่อให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อมและมนุษย์แนวคิดในการผลิตฟิล์มชีวภาพคือ การนำพอลิเมอร์ (polymer) ที่ได้จากธรรมชาติ ไม่เป็นพิษต่อเซลล์ สามารถย่อยสลายได้ทางชีวภาพ และสามารถปรับปรุงคุณสมบัติให้มีความแข็งแรง ความยืดหยุ่นเพื่อให้สามารถประยุกต์ใช้งานได้ หลากหลาย อาทิเช่นผลิตภัณฑ์บรรจุภัณฑ์อาหารที่บริโภคได้เป็นต้น ที่ผ่านมามีความพยายามปรับปรุงคุณภาพของฟิล์มบรรจุภัณฑ์อาหารที่บริโภคได้ให้มีสารอาหารเพิ่มขึ้น หรือเพิ่มสารที่มีฤทธิ์ต้านจุลชีพ ด้วยการใช้เทคโนโลยีที่แตกต่าง กัน เช่น การเคลือบอาหาร การจุ่ม หรือฉีดพ่นด้วยน้ำยาขึ้นรูปฟิล์ม (Ge *et al.*, 2017) สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากธรรมชาติ เช่น α -tocopherol สารประกอบฟีนอลิก และน้ำมันหอมระเหย มักถูกใช้เติมลงในวัสดุบรรจุภัณฑ์เพื่อผลิตฟิล์มที่กินได้ เพื่อเพิ่มอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์อาหาร และรักษาคุณภาพโดยไม่ต้องใช้สารกันบูดสังเคราะห์ แต่การใช้ฟิล์มจากแป้ง อาจมีการย่อยสลายในธรรมชาติได้ช้า ดังนั้นงานวิจัยนี้มุ่งมั่นที่จะพัฒนาฟิล์มชีวภาพให้มีคุณสมบัติทางกายภาพและเชิงกลที่เหมาะสม รวมถึงเพิ่มวิตามิน และสารกลุ่มต้านอนุมูลอิสระทดแทนการใช้วัตถุกันเสียในผลิตภัณฑ์

งานวิจัยนี้สนใจนำสาหร่ายก้ามกุ้ง (*Chara Corollina*) ซึ่งเป็นสาหร่ายน้ำจืดที่หาได้ง่ายในจังหวัดกระบี่ มาทดแทนการใช้แป้งในการผลิตฟิล์มชีวภาพ เนื่องจาก ย่อยสลายในธรรมชาติได้เร็วกว่าแป้ง และใช้ร่วมกับวัสดุเศษเหลือทางการประมงที่สามารถนำมาสกัดไคโตซานและเจลาตินได้ ทั้งนี้ไคโตซานและเจลาตินมีคุณสมบัติ เป็นพอลิเมอร์จากธรรมชาติที่มีราคาถูก และมีข้อดีของไคโตซานคือสามารถใช้เป็นสารป้องกันเชื้อรา แบคทีเรีย และจุลินทรีย์ได้ (Muzzareli, 2003) ส่วนข้อดีของเจลาติน มีปริมาณมากและไม่เป็นพิษต่อเซลล์ มีคุณสมบัติต้านทานการซึมผ่านของ แก๊สและน้ำได้ดี สามารถย่อยสลายได้เองในธรรมชาติจากข้อดีของพอลิเมอร์ทั้งสองชนิด ทำให้เกิดแนวคิดในการนำวัสดุซึ่งเป็นพอลิเมอร์ชีวภาพมาผสมกันเพื่อผลิตเป็นฟิล์มบริโภคได้ ผลงานวิจัยที่ผ่านมายืนยันว่า ไคโตซานที่เสริมลงไปในการผลิตฟิล์มสตาร์ชแยม จะได้ฟิล์มที่มีฤทธิ์ในการต้านแบคทีเรีย *Salmonella enteritidis* (Durango *et al.*, 2006) แต่เนื่องจากเป็นฟิล์มจากแป้งจึงมีความเปราะและขึ้นรูป 3 ได้ยาก ทำให้ต้องเติมพลาสติกไซเซอร์ (Plasticizers) ซึ่งเป็นสารเติมแต่งที่ใส่ลงไปในกระบวนการผลิตพลาสติก เพื่อให้พลาสติกมีความยืดหยุ่น องค์ความรู้ที่ได้รับจากการทำวิจัยนี้ มีคุณค่าในแง่ของการเพิ่มมูลค่าให้แก่พืชท้องถิ่น ลดปริมาณของเสีย จากภาคอุตสาหกรรมการแปรรูป และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมอาหารได้อีก

วิธีการทดลอง

1. การเตรียมวัตถุดิบผลิตฟิล์มชีวภาพ

1.1 การสกัดไคโตซานจากเปลือกกุ้ง

นำเปลือกกุ้งขาว (*Litopenaeus vannamei*) มาสกัดไคติน โดยวิธีการของสุธีราและสุธิดา (2560) ดังนี้ นำเปลือกกุ้งมาล้างทำความสะอาด ตากแห้ง และบดละเอียด จากนั้นนำไปกำจัดแร่ธาตุ โดยการแช่ในสารละลายกรดไฮโดรคลอริก (HCl) เข้มข้น 2 โมลาร์ ในอัตราส่วน (w/v) ของเปลือกกุ้งต่อสารละลายกรด เท่ากับ 1 : 20 และกวนตลอดเวลา ด้วย magnetic stirrer เป็นเวลานาน 2 ชั่วโมงที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นกรองเอาส่วนที่เป็นสารละลายทิ้งไป แช่ต่อในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) เข้มข้น 2 โมลาร์ เช่นเดียวกับการแช่ในสารละลายกรด จะได้เป็นไคติน กรองอีกครั้งแล้วนำมาแช่ต่อด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 50 เปอร์เซ็นต์ในอัตราส่วน (w/v) ของเปลือกกุ้งต่อสารละลายเท่ากับ 1:100 และกวนต่อเนื่องที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เปลี่ยนสารละลายใหม่ทุก 1 ชั่วโมง จนครบ 2 ชั่วโมง นำมาล้างด้วยน้ำกลั่นจนเป็นกลาง แล้วนำไปอบในตู้อบลมร้อน ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง จะได้เป็นไคโตซานที่มีความชื้นที่ร้อยละ 10 ± 0.5

1.2 การเตรียมเจลาตินจากเกล็ดปลา

นำเกล็ดปลาแห้งมาสกัดเจลาติน โดยวิธีการของมัทนา และคณะ (2558) ดังนี้ นำเกล็ดปลาแช่ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) เข้มข้น 0.4 นอร์มัล ในอัตราส่วน (W/V) ของเกล็ดปลาต่อสารละลายเกลือ เท่ากับ 1:6 เป็นเวลา 15 นาที ทำซ้ำจำนวน 4 รอบ แล้วล้างด้วยน้ำไหล 30 นาที จากนั้นนำไปแช่ต่อในสารละลายอะซิติก เข้มข้น 0.2 นอร์มัล ในอัตราส่วน (W/V) ของเกล็ดปลาต่อสารละลายกรด เท่ากับ 1:6 เป็นเวลา 40 นาที ทำซ้ำจำนวน 3 รอบ ล้างน้ำไหล 90 นาที จากนั้นเติมน้ำกลั่นในอัตราส่วน (W/V) ของเกล็ดปลาต่อน้ำกลั่น เท่ากับ 1:2 หรือ 1:3 สกัดเจลาตินโดยแช่ในน้ำกลั่นที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส นาน 18 ชั่วโมง จากนั้นกรองผ่านกระดาษกรองเบอร์ 4 นำของเหลวที่ได้ไปประเหยน้ำออกด้วยเครื่องกลั่นระเหย (รุ่น Laborota 4003 ยี่ห้อ Heidolph) จนของเหลวเหลือปริมาตร 50-75 เปอร์เซ็นต์ นำของเหลวไปเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 18 ชั่วโมง เพื่อให้เจลเซตตัว ตัดเจลาตินให้เป็นชิ้นเล็กๆ แล้วเข้าอบในตู้อบลมร้อน (รุ่น ULE 500 ยี่ห้อ Memmert) ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 16-18 ชั่วโมง

1.3 การเตรียมสาหร่ายก้ามกุ้งในรูปแบบของผงบดและสารสกัดหยาบ

ใช้สาหร่ายก้ามกุ้งอบแห้ง บดละเอียดด้วยเครื่องบดผงละเอียด (รุ่น PG300 ยี่ห้อ Spring Green Evolution) นำมาใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตฟิล์มชีวภาพ 2 รูปแบบ ได้แก่

1.1 รูปแบบผงละเอียด นำสาหร่ายที่ผ่านการบดละเอียด บดซ้ำ จำนวน 2 รอบ และร่อนผ่านตะแกรงที่มีขนาด 60 เมช จะได้สาหร่ายบดผง นำมาใช้เป็นส่วนผสมในสูตรการผลิตฟิล์ม

1.2 รูปแบบสารสกัดในเอทานอล ตามกรรมวิธีของ de Quiros and Costa (2006) โดยนำสาหร่ายบดละเอียด 25 กรัม ใส่ขวดสีชา เติมน้ำเอทานอล เข้มข้น 95 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 500 มิลลิลิตร ทำให้เซลล์แตกด้วยคลื่นความถี่สูง นาน 5 นาที แช่ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน แล้วนำไปปั่นแยกที่ 3,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 นาที นำสารละลายที่ได้ไปทำให้เข้มข้น ด้วยเครื่องกลั่นระเหยสุญญากาศ (รุ่น Laborota 4003 ยี่ห้อ Heidolph) จนได้สารสกัดในรูปสารสกัดหยาบ (crude extract) จากนั้นจึงนำสารสกัดหยาบ เป็นส่วนผสมในสูตรการผลิตฟิล์ม การเตรียมฟิล์ม (ดัดแปลงจากวิธีการของ Triana *et al.*, 2015) โดยการวางแผนการทดลอง แบ่งเป็น 4 ชุดการทดลอง (สูตร) ดังนี้

สูตรที่ 1 ได้แก่ 1.0% โคโคซาน, 2.0% เจลาติน, 0.3% มอลโตเดกซ์ตริน, 2% สาหร่ายก้ามกุ้งบดผงละเอียด

สูตรที่ 2 ได้แก่ 1.5% โคโคซาน, 2.0% เจลาติน, 0.75% มอลโตเดกซ์ตริน, 2% สาหร่ายก้ามกุ้งบดผงละเอียด

สูตรที่ 3 ได้แก่ 1.0% โคโคซาน, 2.0% เจลาติน, 0.3% มอลโตเดกซ์ตริน, 0.2% สารสกัดหยาบสาหร่ายก้ามกุ้ง

สูตรที่ 4 ได้แก่ 1.5% โคโคซาน, 2.0% เจลาติน, 0.75% มอลโตเดกซ์ตริน, 0.2% สารสกัดหยาบสาหร่ายก้ามกุ้ง

เตรียมโดยการละลายผงโคโคซานในกรดซิตริก กวน 6 ชั่วโมง อุณหภูมิ 70°C ตั้งทิ้งไว้หนึ่งคืน เติมน้ำเจลาตินและมอลโตเดกซ์ตรินในสารละลายโคโคซาน ตามสูตรการผลิต กวนผสมนาน 30 นาที อุณหภูมิ 70°C เติมน้ำสาหร่ายก้ามกุ้งบดผงละเอียด และสารสกัดหยาบจากสาหร่ายก้ามกุ้ง ผสมเป็นเนื้อเดียวกัน ใช้เวลา 10 นาที อุณหภูมิ 70°C นำมาขึ้นรูปในถาดพลาสติก แล้วอบที่อุณหภูมิ 40°C นานเวลา 16 ชั่วโมง นำมาลอกฟิล์มออกจากถาด และเก็บรักษาในโถดูดความชื้นนาน 48 ชั่วโมง ก่อนนำไปวิเคราะห์

2. การทดสอบสมบัติทางเคมี กายภาพ และสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพของฟิล์ม

2.1 ปริมาณค่าสี

เพื่อแสดงคุณลักษณะสีของฟิล์มชีวภาพจากสาหร่ายก้ามกุ้งร่วมกับวัสดุพิเศษเหลือทางการประมง ใช้เครื่องวัดสี โดยการวัดค่าสีที่แสดงค่า L*, a* และ b* ตามลำดับ แสดงค่าดังต่อไปนี้ ความสว่าง (0-100), เขียว/แดง (-60 ถึง +60) และสีน้ำเงิน/เหลือง (-60 ถึง +60) ของตัวอย่าง

2.2 ความโปร่งใสของฟิล์ม

ความโปร่งใสของฟิล์ม ตามวิธีการของ Han and Floros (1997) โดยตัดตัวอย่างฟิล์มขนาด 10 มิลลิเมตร × 40 มิลลิเมตร บรรจุฟิล์มลงในควิเวท นำไปวัดค่าร้อยละของแสงส่องผ่าน (% Transmittance) ที่ความยาวคลื่น 600 นาโนเมตร โดยใช้เครื่อง Spectrophotometer (รุ่น UV5BIO ยี่ห้อ Mettler-Toledo) ใช้ควิเวทเปล่าเป็นแบล็กและคำนวณค่าความโปร่งใสของฟิล์มตามสมการ Transparency Value = $(-\log T_{600}) / X$

โดยที่ T_{600} = Fractional Transmittance ที่ความยาวคลื่น 600 นาโนเมตร , X = ความหนาของแผ่นฟิล์ม (มิลลิเมตร)

2.3 ความหนาของฟิล์ม

วัดความหนาของฟิล์ม โดยใช้ไมโครมิเตอร์ สุ่มตัวอย่างฟิล์ม 10 ตำแหน่งและรายงานค่าเฉลี่ย

2.4 ปริมาณความชื้น

ปริมาณความชื้นฟิล์ม ดัดแปลงวิธีการของ AOAC (2000) โดยตัดฟิล์มขนาด 20 มิลลิเมตร × 20 มิลลิเมตร ชั่งน้ำหนักตัวอย่างฟิล์มก่อนอบ นำตัวอย่างใส่ถ้วยอะลูมิเนียมที่ชั่งน้ำหนักไว้ก่อนแล้ว นำไปอบแห้งอุณหภูมิ 105°C นาน 24 ชั่วโมง จากนั้นนำออกจากตู้อบลมร้อน (รุ่น ULE 500 ยี่ห้อ Memmert) ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนักหลังอบ และนำมาคำนวณหาปริมาณความชื้น ดังสมการต่อไปนี้

$$\text{ปริมาณความชื้น (\%)} = \frac{\text{น้ำหนักฟิล์มก่อนทำการอบ} - \text{น้ำหนักฟิล์มหลังทำการอบ}}{\text{น้ำหนักฟิล์มก่อนทำการอบ}} \times 100$$

2.5 การหาค่าวอเตอร์แอกติวิตี้ (Aw)

บรรจุตัวอย่างบดละเอียดลงในภาชนะบรรจุที่ใช้สำหรับเครื่องวัดค่าวอเตอร์แอกติวิตี้ ประมาณ 1 ใน 3 ของภาชนะบรรจุ เกลี่ยตัวอย่างให้กระจายให้ทั่วครอบคลุมพื้นที่ของกันภาชนะบรรจุ และใส่ภาชนะบรรจุไปในช่องใส่ตัวอย่าง หมุนปุ่มไปยังตำแหน่ง READ เครื่องจะเริ่มทำการวัดค่าวอเตอร์แอกติวิตี้ (วัดตัวอย่างละ 3 ซ้ำ) บันทึกค่าวอเตอร์แอกติวิตี้ที่วัดได้

2.6 ความสามารถในการละลายน้ำ (Water Solubility)

ความสามารถในการละลายน้ำของฟิล์ม วัดโดยใช้วิธีของ Samsalee and Sothornvit (2020) โดยนำฟิล์มขนาด 1 เซนติเมตร × 4 เซนติเมตร อบแห้งอุณหภูมิ 110°C เวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นแช่ในน้ำกลั่น ปริมาตร 40 มิลลิลิตร กวณเป็นเวลา 24 ชั่วโมง อุณหภูมิห้อง แยกส่วนที่ไม่ละลายน้ำหรือส่วนที่เหลือของฟิล์มออก และทำให้แห้งที่ 110°C ทำการวัดน้ำหนักสุดท้าย นำมาคำนวณหาความสามารถในการละลายน้ำ ดังสมการต่อไปนี้

$$\text{ความสามารถในการละลายน้ำ (WS\%)} = ((W_i - W_f)/W_i) \times 100$$

โดย WS = ความสามารถในการละลายน้ำ , W_i = น้ำหนักเริ่มต้น , W_f = น้ำหนักสุดท้ายของฟิล์ม

2.7 การวิเคราะห์ปริมาณคลอโรฟิลล์

วิเคราะห์คลอโรฟิลล์ ตามวิธีการของ Madison and Anderson (1963) โดยการชั่งตัวอย่างสาหร่ายแห้ง 1 กรัม บดละเอียดด้วย 90% เอทานอล ปริมาตร 10 มิลลิลิตร เก็บที่อุณหภูมิ 6 °C 24 ชั่วโมง เมื่อครบเวลา กรองสารละลายนำไปหมุนเหวี่ยงความเร็ว 12,000 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิ 4 °C นาน 5 นาที นำส่วนใสที่ได้ วัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (Mettler-Toledo รุ่น UV5BIO) ที่ความยาวคลื่น 665.2 nm และ 652.4 nm นำค่าที่วัดได้มาคำนวณหาปริมาณคลอโรฟิลล์ A และ คลอโรฟิลล์ B จากสมการ

$$\text{คลอโรฟิลล์ A (มิลลิกรัม/กรัม)} = 16.72A_{665.2} - 9.15A_{652.4}, \text{ คลอโรฟิลล์ B (มิลลิกรัม/กรัม)} = 34.09A_{652.4} - 15.28 A_{665.2}$$

เมื่อ : $A_{665.2}$ = ค่า absorbance ที่คลื่นแสง 665.2 นาโนเมตร , $A_{652.4}$ = ค่า absorbance ที่คลื่นแสง 652.4 นาโนเมตร

2.8 ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด

ใช้วิธี Folin-Ciocalteu ในการวัดสารประกอบฟีนอลิก ตามวิธีการของ Moise *et al.*, (2019) โดยนำฟิล์ม 50 มิลลิกรัม ผสมน้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร กวณนาน 4 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 25°C เพื่อเตรียมสารสกัดจากฟิล์ม จากนั้นผสมสารสกัดจากฟิล์ม 0.5 มิลลิลิตร กับน้ำยา Folin Ciocalteu 2 มิลลิลิตร (10% v/v) และเก็บไว้ในที่มืด 3 นาที หลังจากนั้นเติมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3) 2.5 มิลลิลิตร (7.5% w/v) ลงในส่วนผสม และเก็บไว้ในที่มืดเป็นเวลา 2 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้อง นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (Mettler-Toledo รุ่น UV5BIO) ที่ความยาวคลื่น 765 นาโนเมตร ค่าที่ได้แสดงในหน่วยมิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อน้ำหนักฟิล์ม 1 กรัม (mg GAE/g film)

2.9 คุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระ ด้วยวิธี DPPH scavenging activity

แช่ฟิล์ม 50 มิลลิกรัม ในน้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร กวณ 2 ชั่วโมง นำมาหมุนเหวี่ยงที่ 4000 รอบต่อนาที นาน 5 นาที จากนั้นดูดสารละลายมาใช้ทดสอบคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระ ด้วยวิธี DPPH ซึ่งดำเนินการตามวิธีของ Parveen *et al.*, (2019) โดยเตรียมสารละลาย DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) เข้มข้น 0.1 มิลลิโมลาร์ในเอทานอล เติมสารสกัด 0.5 มิลลิลิตร หรือน้ำกลั่น 0.5 มิลลิลิตร ใช้เป็นตัวควบคุมลงในสารละลาย DPPH ปริมาตร 1.5 มิลลิลิตร นำไปวัดค่าดูดกลืนแสงด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (Mettler-Toledo รุ่น UV5BIO) ที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร นำมาคำนวณหา DPPH ดังสมการต่อไปนี้

$$\text{DPPH scavenging activity (\%)} = 1 - (A_s / A_c) \times 100$$

โดยที่ A_s คือ ค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้ของฟิล์มตัวอย่าง , A_c คือ ค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้ของชุดควบคุม

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ทำการวิเคราะห์ทางสถิติโดยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน (One-way ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ระหว่างชุดการทดลอง ด้วยวิธี Duncan's New multiple range test : DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

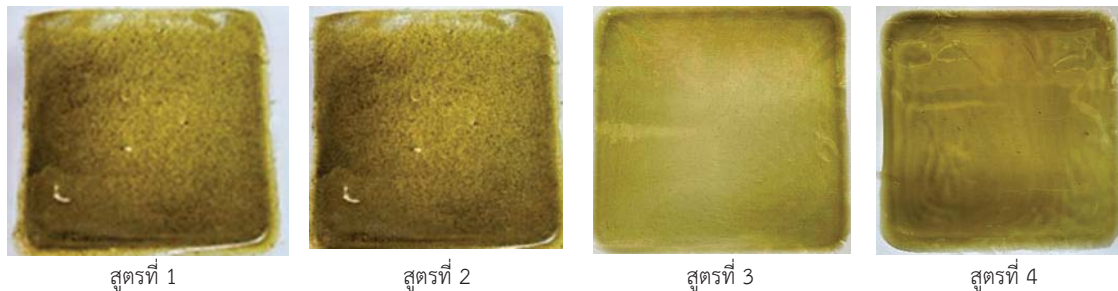
ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

สมบัติทางกายภาพ

ผลิตภัณฑ์ฟิล์มชีวภาพที่ผลิตจากส่วนผสมของสาหร่ายก้ามกุ้ง ไคโตซาน และเจลาตินต่างกัน 4 สูตรแสดงดังภาพที่ 1 รูปแบบของสาหร่ายก้ามกุ้งที่ใช้ในการผลิตที่แตกต่างกันส่งผลต่อลักษณะปรากฏของผิวฟิล์มที่ต่างกัน คือ แผ่นฟิล์มที่เติมผงสาหร่าย (สูตรที่ 1 และ 2) จะเห็นจุดเล็กๆ สีเขียว กระจายอย่างประปราย ผิวฟิล์ม ทั้งสองด้านมีลักษณะแตกต่างกัน ด้านหนึ่งมีผิวขรุขระอีกด้านเรียบและมันวาว ส่วน แผ่นฟิล์มที่เติมสารสกัดสาหร่าย (สูตรที่ 3 และ 4) จะมีความเป็นเนื้อเดียวกัน ผิวฟิล์มทั้งสองด้านเหมือนกันคือมีความเรียบและมันวาว

ค่าสี

ผลการวัดค่าสีของฟิล์มที่ผลิตโดยมีสูตรต่างกัน 4 สูตร (ตารางที่ 1) พบว่า รูปแบบของสาหร่ายที่ใช้และปริมาณโคโตซานที่ใช้มีผลทำให้ค่าสีแตกต่างกัน กล่าวคือ ค่าความสว่าง (L*) สูงที่สุดในแผ่นฟิล์มที่ผลิตด้วยสูตรที่ 3 และสูงกว่าสูตรอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ค่าสีแดง (a*) สูงที่สุดในแผ่นฟิล์มที่ผลิตด้วยสูตรที่ 4 (สารสกัดสาหร่าย 0.2%) ซึ่งสูงกว่าสูตร 2 และ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แต่แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติกับสูตร 1 ($p > 0.05$) ค่าสีเหลือง (b*) ของแผ่นฟิล์มที่ผลิตด้วยสูตรที่ 3 และ 4 สูงกว่าสูตรที่ 1 และ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ดังนั้น จึงเห็นว่าแผ่นฟิล์มที่ผลิตโดยใช้สาหร่ายก้ามกุ้งในรูปผงบดละเอียด ทำให้แผ่นฟิล์มมีสีเข้มมากกว่าการใช้ในรูปของสารสกัด ทั้งนี้เป็นเพราะในผงบดแห้งมีปริมาณสารต่างๆ ในปริมาณสูงเนื่องจากกำจัดน้ำออกไปทำให้ผงแห้งยังคงมีส่วนประกอบต่างๆ ของเซลล์รวมถึงคลอโรฟิลล์ครบถ้วนเพราะไม่ได้ทำการสกัดแยกออกจากกันดังเช่นในสูตรที่ 3 และ 4



ภาพที่ 1 ฟิล์มชีวภาพจากสาหร่ายก้ามกุ้งร่วมกับสารสกัดโคโตซานและเจลาติน จำนวน 4 สูตร

ตารางที่ 1 ปริมาณค่าสี ของฟิล์มบริโภคนได้จากสาหร่ายก้ามกุ้งร่วมกับวัสดุพิเศษเหลือทางการประมง

สูตร	ปริมาณค่าสี		
	L*	a*	b*
1	41.17±4.07 ^b	4.21±0.68 ^{ab}	18.11±1.33 ^b
2	42.50±4.47 ^b	3.23±0.17 ^b	19.01±0.36 ^b
3	54.86±6.93 ^a	3.00±1.50 ^b	20.79±0.82 ^a
4	40.68±0.37 ^b	5.68±0.41 ^a	21.27±0.32 ^a

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวดิ่ง มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ความโปร่งใสและความหนา

ผลการวัดความหนาของฟิล์มที่ผลิตโดยมีสูตรต่างกัน 4 สูตร (ตารางที่ 2) พบว่า รูปแบบของสาหร่ายและปริมาณโคโตซานที่ใช้มีผลทำให้ค่าความหนาแตกต่างกัน กล่าวคือ การใช้สาหร่ายบดผง 2% มีผลต่อค่าความหนาของแผ่นฟิล์มสูงกว่าการใช้สารสกัดสาหร่าย 0.2% จึงทำให้แผ่นฟิล์มสูตรที่ 4 มีความหนาน้อยที่สุด ($p \leq 0.05$) เท่ากับ 0.090 มิลลิเมตร ส่วนแผ่นฟิล์มสูตรที่ 1 และ 2 มีความหนามากที่สุด อยู่ในช่วงระหว่าง 0.232 – 0.234 มิลลิเมตร แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ผลการทดลองนี้ต่างจากงานวิจัยของชรินทร์ และคณะ (2558) ที่ได้แผ่นฟิล์มพอลิเมอร์ผสมระหว่างพอลิแล็กติกแอซิดและสารสกัดแทนนินจากเปลือกเงาะ มีความหนาอยู่ในช่วงระหว่าง 0.064 - 0.182 มิลลิเมตร ส่วนความโปร่งใสของฟิล์ม (ตารางที่ 2) ซึ่งมีผลต่อการใช้งาน เพราะทำให้เห็นลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่บรรจุภายในฟิล์ม พบว่า ค่าความโปร่งใสของฟิล์มชีวภาพจากสาหร่ายก้ามกุ้งที่ใช้สารสกัดสาหร่าย 0.2% มีค่าความโปร่งใสมากกว่าการใช้สาหร่ายบดผง 2% ทำให้สูตรที่ 4 (สารสกัดสาหร่าย 0.2%) มีค่าความโปร่งใสมากที่สุด เท่ากับ 17.13% แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) กับสูตรอื่นๆ โดยค่าความสว่าง และความหนาของฟิล์มชีวภาพทั้ง 4 สูตร มีค่าสอดคล้องไปในทำนองเดียวกัน ทั้งนี้ความหนา มีผลต่อการส่องผ่านแสงของฟิล์ม ซึ่งฟิล์มที่หนาเกินไป จะลดการส่องผ่านแสง ทำให้ค่าความโปร่งใสของฟิล์มลดลง (Khairunnisa *et al.*, 2018) ทำให้สูตรที่ 1 และ 2 ซึ่งใช้สาหร่ายบดผงมีความโปร่งใสต่ำ อยู่ในช่วงร้อยละ 1.53 - 2.18 บ่งชี้ว่าฟิล์มมีความทึบแสงมาก มีผลในการช่วยป้องกันผลิตภัณฑ์ที่มีความไวต่อแสง ไม่ให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันทำให้อาหารเกิดกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ได้ การที่ปริมาณของสาหร่ายบดผง ส่งผลต่อความหนาและสีของฟิล์ม อาจเนื่องมาจากผงสาหร่ายมีองค์ประกอบของสารอื่นร่วมด้วย โดยเฉพาะเซลล์ลูลอส ที่ส่งผลความหนืดของสารละลาย ทำให้ฟิล์มที่ได้มีลักษณะหนาขึ้น เช่นเดียวกับงานวิจัยของ Srirachya *et al.*, (2019) พบว่าความเข้มข้นของเซลล์ลูลอสที่ต่างกัน ส่งผลต่อความหนาของฟิล์มไฮโดรเจล ยิ่งความเข้มข้นของเซลล์ลูลอสสูงขึ้น ฟิล์มไฮโดรเจลก็จะมีหนาขึ้นเนื่องจากสารละลายมีความหนืดมากขึ้น

ตารางที่ 2 ค่าความโปร่งใส และความหนาของฟิล์มชีวภาพ ทั้ง 4 สูตร

สูตร	ความโปร่งใส (%)	ความหนา (มม.)
1	2.18±0.18 ^c	0.232±0.040 ^a
2	1.53±0.36 ^c	0.234±0.019 ^a
3	8.32±0.70 ^b	0.188±0.024 ^b
4	17.13±1.85 ^a	0.090±0.010 ^c

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

สมบัติทางเคมีกายภาพ

ผลการวัดปริมาณความชื้นของฟิล์มที่ผลิตโดยมีสูตรต่างกัน 4 สูตร (ตารางที่ 3) พบว่า รูปแบบของสาหร่าย ปริมาณโคโคซานและปริมาณมอลโตเด็กซ์ทรินที่ใช้ มีผลต่อค่าความชื้นในฟิล์มชีวภาพให้แตกต่างกัน กล่าวคือ แผ่นฟิล์มที่ใส่สาหร่ายบดผง 2% จะมีค่าความชื้นสูงกว่าสูตรที่ใช้สารสกัดสาหร่าย 0.2% ขณะที่ปริมาณมอลโตเด็กซ์ทรินและโคโคซานที่เพิ่มขึ้น มีผลทำให้ปริมาณความชื้นลดลง ทำให้ฟิล์มชีวภาพสูตรที่ 1 (สาหร่ายบดผง 2%) มีปริมาณความชื้นสูงที่สุด (16.24%) ขณะที่สูตรที่ 4 (สารสกัดสาหร่าย 0.2%) มีค่าความชื้นต่ำที่สุด (12.65%) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ซึ่งน่าจะเนื่องมาจากผงสาหร่าย มีขนาดโมเลกุลใหญ่ การทำแห้งจึงเกิดได้ยากกว่าสารสกัด ประกอบกับโครงสร้างไคตินและมอลโตเด็กซ์ทรินซ์ เมื่อสร้างเป็นร่างแหและจับรวมกัน ทำให้โครงสร้างของน้ำระเหยได้ง่ายขึ้น ทั้งนี้ปริมาณความชื้นในแผ่นฟิล์มชีวภาพจากการทดลองนี้ มีค่าต่ำกว่าปริมาณความชื้นของฟิล์มออกฤทธิ์ทางชีวภาพแปง/PVA ซึ่งทดลองโดย Ounkaew *et al.*, (2018) ส่วนปริมาณน้ำอิสระสอดคล้องไปกับปริมาณความชื้นในแผ่นฟิล์ม พบว่าสูตรที่ 1 จะให้ค่าปริมาณน้ำอิสระสูงที่สุด มีค่าเท่ากับ 0.689 ส่วนสูตรที่ 4 จะมีปริมาณน้ำอิสระต่ำที่สุด เท่ากับ 0.651 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ทั้งนี้แผ่นฟิล์มทุกสูตรมีค่าความชื้นไม่เกินเกณฑ์ที่เหมาะสม เพราะมีค่าต่ำกว่าค่า a_w ที่เชื้อราและจุลินทรีย์จะเจริญเติบโตได้ ซึ่งค่านี้มีผลโดยตรงต่อการกำหนดอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์อาหาร โดยจุลินทรีย์เติบโตได้ดีที่ค่า a_w ประมาณ 0.70-0.99 (Veiga, 2007)

ตารางที่ 3 ความสามารถในการละลายน้ำ ปริมาณน้ำอิสระ (a_w) และค่าความชื้นของฟิล์มชีวภาพ ทั้ง 4 สูตร

สูตร	Water solubility (%)	ปริมาณน้ำอิสระ (A_w)	ความชื้น (%)
1	13.06±2.57 ^b	0.689±0.002 ^a	16.24±0.01 ^a
2	18.87±1.14 ^a	0.677±0.002 ^b	15.45±0.06 ^b
3	13.78±2.03 ^b	0.661±0.004 ^c	14.24±0.13 ^c
4	19.41±2.10 ^a	0.651±0.005 ^d	12.65±0.10 ^d

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ความสามารถในการละลายน้ำได้มีอิทธิพลต่อความเหมาะสมในการนำฟิล์มไปประยุกต์ใช้งานทางด้านอาหาร จากผลการวัดความสามารถในการละลายน้ำ พบว่าฟิล์มชีวภาพ สูตรที่ 1 และ 3 มีความสามารถในการละลายน้ำได้น้อยที่สุด อยู่ในช่วงระหว่างร้อยละ 13.06-13.78 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) กับสูตร ที่ 2 และ 3 ดังแสดงในตารางที่ 3 ผลทดลองดังกล่าวทำให้สูตรที่ 1 และ 3 น่าจะนำมาใช้งานได้ดีกว่า โดยการละลายน้ำของแผ่นฟิล์มมีค่าสูงขึ้นตามปริมาณการเติมมอลโตเด็กซ์ทรินที่เพิ่มขึ้น ซึ่งอาจเนื่องจากมอลโตเด็กซ์ทรินเป็นโมเลกุลที่ชอบน้ำ ละลายน้ำได้ดีจึงส่งผลให้การละลายน้ำของแผ่นฟิล์มมีค่าเพิ่มสูงขึ้น

สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ

ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและสารประกอบฟีนอลิก

ผลการทดสอบความสามารถในการจับอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH ของฟิล์มที่ผลิตโดยมีสูตรต่างกัน 4 สูตร (ตารางที่ 5) พบว่า รูปแบบของสาหร่ายและปริมาณโคโคซานที่ใช้ มีผลต่อค่าความสามารถในการจับอนุมูลอิสระในฟิล์มชีวภาพให้แตกต่างกัน กล่าวคือ แผ่นฟิล์มสูตรที่ 2 (สาหร่ายบดผง 2% และโคโคซาน 1.5%) มีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระมากที่สุด แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) กับสูตรที่ 1, 3, 4 การเพิ่มปริมาณโคโคซานมีผลต่อการเพิ่มฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ส่วนการใช้สารสกัดสาหร่าย 0.2% ทั้งสองสูตรให้ค่าการต้านอนุมูลอิสระต่ำกว่าการใช้สาหร่ายบดผง ฟิล์มที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ สามารถนำไปใช้ในการป้องกันปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันและรักษาคุณภาพของอาหารได้ (López-de-Dicastillo *et al.*, 2012) เช่นเดียวกับปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในแผ่นฟิล์มที่พบว่า สูตรที่ 2 ให้ปริมาณสูงที่สุดเท่ากับ 109.35 mg GAE/g sample รองลงมาได้แก่สูตรที่ 1 และ 3 ตามลำดับ ส่วนสูตรที่ 4 ให้ค่าปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดต่ำที่สุด เท่ากับ 53.46 mg GAE/g sample ขณะที่ปริมาณคลอโรฟิลล์ในแผ่นฟิล์มทั้ง 4 สูตร (ตารางที่ 4) พบว่าสูตรที่ 1 ให้ค่าปริมาณคลอโรฟิลล์เอ และบีสูงที่สุด มีค่าเท่ากับ

26.98 และ 15.86 มิลลิกรัมต่อกรัมตัวอย่างแห้ง ตามลำดับ ส่วนสูตรที่ 3 ให้ปริมาณคลอโรฟิลล์เอ และบีต่ำที่สุด มีค่าเท่ากับ 5.00 และ 9.95 มิลลิกรัมต่อกรัมตัวอย่างแห้ง ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่ารูปแบบการเติมสาหร่ายและสัดส่วนที่ใช้ในฟิล์มที่ต่างกัน มีผลโดยตรงต่อปริมาณคลอโรฟิลล์ในแผ่นฟิล์ม

ตารางที่ 4 ปริมาณคลอโรฟิลล์เอ และ ปริมาณคลอโรฟิลล์บี ของฟิล์มชีวภาพ ทั้ง 4 สูตร

สูตร	ปริมาณคลอโรฟิลล์เอ (มิลลิกรัมต่อกรัมตัวอย่างแห้ง)	ปริมาณคลอโรฟิลล์บี (มิลลิกรัมต่อกรัมตัวอย่างแห้ง)
1	26.98±0.12 ^a	15.86±0.08 ^a
2	26.42±0.22 ^b	13.51±0.08 ^b
3	5.00±0.08 ^d	9.95±0.17 ^d
4	11.40±0.05 ^c	12.65±0.23 ^c

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ 5 ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (DPPH Scavenging Activity) ของฟิล์มชีวภาพ ทั้ง 4 สูตร

สูตร	ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (DPPH Scavenging Activity) (%)	ปริมาณฟีนอลทั้งหมด (มิลลิกรัมกรดแกลลิกต่อกรัมตัวอย่าง)
1	62.36±4.44 ^b	85.73±12.15 ^b
2	67.37±0.36 ^a	109.35±6.13 ^a
3	44.06±2.15 ^c	65.76±11.58 ^c
4	38.01±0.82 ^d	53.46±6.23 ^c

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

สรุป

การวิจัยครั้งนี้สรุปว่า เมื่อใช้สาหร่ายในรูปของผงบดจะได้แผ่นฟิล์มที่ด้านหนึ่ง ขรุขระ อีกด้านหนึ่งเรียบและมันวาว แต่เมื่อใช้ในรูปของสารสกัดจะได้แผ่นฟิล์มที่มีลักษณะมันวาวทั้งสองด้าน ทั้งนี้สูตรที่ 4 ซึ่งประกอบด้วยสารสกัดสาหร่าย 0.2% ทำให้ฟิล์มชีวภาพที่ผลิตได้มีคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีเหมาะสมมากที่สุด เนื่องจากมีความความโปร่งใสมากที่สุด มีความหนา ปริมาณความชื้น และปริมาณน้ำอิสระน้อยที่สุด และยังสามารถในการละลายน้ำต่ำ ขณะที่สูตรที่ 2 ประกอบด้วยสาหร่าย บดผง 2% ทำให้ฟิล์มชีวภาพที่ผลิตได้มีสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพมากที่สุด

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (ววน.) ประจำปีงบประมาณ 2566

เอกสารอ้างอิง

- ชรินทร์ โมหี, วิเชียร ลีลาวัชรมาศ และ ญกัญญาทร จินดา. 2558. การศึกษาสมบัติเชิงกล และสัณฐานวิทยาของฟิล์มพอลิเมอร์ผสมระหว่างพอลิแลกติกแอซิดและสารสกัดแทนนินจากเปลือกเงาะ. การประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 12 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม. 2158 น.
- มัทนา แสงจินดาวงษ์, วันชัย วรวัฒน์เมธีกุล และวราภรณ์วิมล คล้ายประดิษฐ์. 2558. การผลิตเจลาตินจากเศษเหลือของกระบวนการผลิตซูริมิ. พิมพ์ครั้งที่ 1. คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 2 น.
- สุธีรา ชันทพันธ์ และสุธิดา อัครชนียากร. 2560. การศึกษาเปรียบเทียบสมบัติของโคโตซานจากเปลือกกุ้งดิบและเปลือกกุ้งสุกและการใช้เป็นสารตกตะกอนน้ำแอมเปป. วารสารวิทยาศาสตร์ประยุกต์. 16 (1) : 74-86.
- AOAC. 2000. Official Method of Analysis of AOAC International. Washington D.C., USA.
- De Quirós, A.R. and Costa, H.S. 2006. Analysis of carotenoids in vegetable and plasma samples: A review. J. Food Compos. Anal. 19 : 97-111.

- Durango A. M., N. F. F. Soares, S. Benevides, J. Teixeira, M. Carvalho, C. Wobeto and N. J. Andrade. 2006. Development and evaluation of an edible antimicrobial film based on yam starch and chitosan. **Packaging Technology and Science: An International Journal**. 19(1) : 55-59.
- Ge J.; Grice, Paul J. Roland, Koirala P., Meng W., James L, *et al.* 2017. Employing overlayers to improve the performance of $\text{Cu}_2\text{BaSnS}_4$ thin film based photoelectrochemical water reduction devices. **J. Mater. Chem.** 29(3) : 916 – 920.
- Han J. H. and Floros J. D. 2017. Casting antimicrobial packaging films and measuring their physical properties and antimicrobial activity. **Journal of Plastic Film and Sheeting**. 13 : 287–298.
- Khairunnisa S., J. Junianto, Z. Zahidah and I. Rostini. 2018. The effect of glycerol concentration as a plasticizer on edible films made from alginate towards its physical characteristic. **World Scientific News**. 112 : 130-141.
- López-de-Dicastillo C, Gómez-Estaca J, Catalá R, Gavara R, Hernández-Muñoz P. 2012. Active antioxidant packaging films: Development and effect on lipid stability of brined sardines. **Food Chem J**. 131(4) : 1376–84.
- Madison, J.H. and A.H. Anderson. 1963. A chlorophyll index to measure turfgrass response. **J. Agronomy**. 55 : 461-464.
- Moise, O., Njoya, E.M., Abdalla, M.A., McGaw, L.J. 2019. Anti-inflammatory and antioxidant properties of leaf extract of eleven South African medicinal plants used traditionally to treat inflammation. **Journal of Ethnopharmacology**. 234 : 27-35.
- Muzzarelli, R.A.A. 2003. Overview on chitin. **Agro-Food Industry Hi-Tech**. 14(5) : 30-31.
- Ounkaew A, Kasemsiri P, Kamwilaisak K, Saengprachatanarug K, Mongkolthananaruk W, Souvanh M, *et al.* 2018. Polyvinyl Alcohol (PVA)/Starch Bioactive Packaging Film Enriched with Antioxidants from Spent Coffee Ground and Citric Acid. **J Polym Environ**. 26(9) : 3762–3772.
- Parveen A, Liu W, Hussain S, Asghar J, Perveen S, Xiong Y. 2019. Silicon priming regulates morpho-physiological growth and oxidative metabolism in maize under drought stress. **Plants**. 8: 431.
- Samsalee N. and Sothornvit R. 2020. Characterization of Food Application and Quality of Porcine Plasma Protein–Based Films Incorporated with Chitosan or Encapsulated Turmeric Oil. **Food and Bioprocess Technology**. 13 : 488– 500.
- Srirachya N, Boonkerd K, Kobayashi T. 2019. Effective elongation properties of cellulose–natural rubber composite hydrogels having interconnected domain. **J Elastomers Plast**. 52 (4) : 337 -355.
- Veiga, S. P. 2007. Sucrose and inverted sugar as plasticizer effect on cassava starch-gelatin film mechanical Properties hydrophilicity and water activity. **Food Chemistry**. 103 : 255-262.

ผลของชนิดตัวทำละลายต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระใน
สาหร่ายสีแดงน้ำจืด *Thorea siamensis* Traichaiyaporn & Kumano
Effect of Solvent on Total Phenolic Content and Antioxidant Activity of
Freshwater Red Alga, *Thorea siamensis* Traichaiyaporn & Kumano

วรรณิณี จันทร์แก้ว¹ อุไรวรรณ วัฒนกุล² และ วัลภา เหลือแหล่¹
Wanninee Chankaew¹, Uraiwan Wattanakul² and Wanlapa LuaeLae¹

¹ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย, นครศรีธรรมราช 80110

² คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย, ตรัง 92150

¹ Faculty of Agriculture, Rajamangala University of Technology Srivijaya, Nakhon Si Thammarat, 80110

² Faculty of Science and Fisheries Technology, Rajamangala University of Technology Srivijaya, Trang, 92150

e-mail wanninee.c@rmutsv.ac.th โทร. 0896481749

บทคัดย่อ

สาหร่ายน้ำจืดขนาดใหญ่จัดเป็นแหล่งของสารสำคัญทางชีวภาพในธรรมชาติที่สำคัญ สำหรับ *Thorea siamensis* Traichaiyaporn & Kumano เป็นสาหร่ายสีแดงน้ำจืดขนาดใหญ่ที่เป็นสาหร่ายพื้นถิ่นของประเทศไทยมีการแพร่กระจายในลำธารที่มีความลึกไม่มากโดยเฉพาะในพื้นที่รอบเทือกเขาบรรทัด ทางภาคใต้ของประเทศไทย (จังหวัดนครศรีธรรมราชและพัทลุง) เป็นสาหร่ายที่ยังไม่มีการรายงานข้อมูลต่างๆ โดยเฉพาะด้านสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ ดังนั้นการศึกษารังนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบสารฟลิกษเคมี (สารประกอบฟีนอลิกรวม) และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดที่สกัดด้วยตัวทำละลายที่แตกต่างกัน 3 ชนิด ได้แก่ เอทิลอะซิเตท เอทานอล และน้ำ ได้ทำการวิเคราะห์ปริมาณประกอบฟีนอลิกรวมของสารสกัดด้วยวิธี Folin-Ciocalteu Colorimetric โดยใช้กรดแกลลิกเป็นสารมาตรฐาน ศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดหยาบจำนวน 3 วิธี ได้แก่ 1) การกำจัดอนุมูล DPPH 2) การกำจัดอนุมูล ABTS และ 3) การแย่งจับโลหะไอออน ผลการศึกษาพบว่าสารสกัดด้วยน้ำมี ผลผลิตของสารสกัดหยาบและปริมาณประกอบฟีนอลิกรวมสูงที่สุด สารสกัดหยาบจากสามตัวทำละลายมีประสิทธิภาพในการกำจัดอนุมูลอิสระทั้งสามวิธีที่แตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) แต่มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) นอกจากนี้ยังพบว่าฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH พบว่าสารสกัดด้วยน้ำมีประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระได้ดีที่สุดในขณะที่การกำจัดอนุมูล ABTS และการแย่งจับโลหะไอออนของสารสกัดเอทิลอะซิเตทมีประสิทธิภาพดีที่สุดมีค่าเท่ากับ 0.09 ± 0.003 , 0.602 ± 0.032 และ 0.118 ± 0.038 mg/ml ตามลำดับ จากผลการศึกษาที่ได้ในครั้งนี้พบว่ามีแนวโน้มว่า เอทิลอะซิเตทเป็นตัวทำละลายที่มีความเหมาะสมที่สุดในการนำมาใช้เป็นตัวสกัดสารต้านอนุมูลอิสระของสาหร่ายสีแดงน้ำจืด *Thorea siamensis* Traichaiyaporn & Kumano

คำสำคัญ: สาหร่ายสีแดงน้ำจืด สารฟลิกษเคมี สารสกัดหยาบ อนุมูลอิสระ

Abstract

Freshwater macroalgae are important sources of bioactive natural substances. *Thorea siamensis* Traichaiyaporn & Kumano, is a Thai freshwater red algae which usually found in some shallow streams, especially around the Banthad mountain (Nakhon Si Thammarat and Phattalung province) in southern Thailand. There are many unknown information of this species including the bioactive substances. Therefore, the objective of this study was to determine for compare the phytochemical (total phenolic content) and its antioxidant activities of 3 different extraction solvent such as ethyl acetate, ethanol and water. The total phenolic content in the extracts was determined according to the Folin-Ciocalteu Colorimetric procedure and calculated as Gallic acid equivalents (GAE). The antioxidant activities were measured by 1) DPPH radical scavenging assay, 2) scavenging activity of ABTS radical, and 3) metal chelating activity of crude extracts. The results showed that the highest yield and total phenolic content in aqueous extracts. The antioxidant activities of all crude extracts were significantly different ($p < 0.05$), while the total phenolic content were non significantly different ($p > 0.05$). Additionally, the best activity of scavenging DPPH found in aqueous extracts, while ABTS radical scavenging and metal chelating activity found in ethyl acetate extracts with IC_{50} were 0.09 ± 0.003 , 0.602 ± 0.032 and 0.118 ± 0.038

mg/ml, respectively. This findings suggested that, ethyl acetate was the most suitable for antioxidant extraction of *Thorea siamensis* Traichaiyaporn & Kumano.

Keywords: freshwater red algae, phytochemical, crude extract, free radical

1. บทนำ

สาหร่ายเป็นอาหารที่มีสารอาหารที่เหมาะสมในการบริโภคเนื่องจากสารสกัดจากสาหร่ายมีปริมาณรงควัตถุ สารพฤกษเคมี มีฤทธิ์เป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพในการป้องกันการเกิดโรค และชะลอความเสื่อมของร่างกาย สารต้านอนุมูลอิสระที่สำคัญในสาหร่ายมีหลายกลุ่มที่สำคัญ เช่น สารประกอบฟีนอลิก แคโรทีนอยด์ วิตามิน และ ซัลเฟตโพลีแซคคาไรด์ (Munir et al., 2013) ปัจจุบันมีการศึกษาเกี่ยวกับสารต้านอนุมูลอิสระอย่างกว้างขวางเนื่องจากอนุมูลอิสระจะส่งผลให้เกิดความเสียหายแก่เซลล์ภายในร่างกาย โดยปกติร่างกายของคนเราจะมีการกำจัดอนุมูลอิสระ ได้แก่ การใช้เอนไซม์ในร่างกายที่มีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระและสารต้านอนุมูลอิสระที่ไม่ใช่เอนไซม์เช่น วิตามินซี (ศิริธร, 2557) โดยสารต้านอนุมูลอิสระมีกลไกในการทำงานเพื่อต้านอนุมูลอิสระหลายแบบ เช่น ดักจับอนุมูลอิสระ การยับยั้งการทำงานของออกซิเจนที่ขาดอิเล็กตรอน การจับโลหะที่เร่งปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ และยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ที่เร่งปฏิกิริยาอนุมูลอิสระ (บุหรัน, 2556) ซึ่งจากงานวิจัยต่าง ๆ พบว่า สารสกัดจากธรรมชาติ เช่นพืชสมุนไพรและสาหร่ายเป็นแหล่งสำคัญของสารที่มีฤทธิ์กำจัดอนุมูลอิสระ ซึ่งสามารถนำมาใช้ป้องกันและรักษาโรคได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Wells et al., 2016)

รายงานการศึกษาเกี่ยวกับฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระจากกลุ่มสาหร่ายสีแดงมีการศึกษากันอย่างแพร่หลายโดยเฉพาะสาหร่ายสีแดงทะเล ในส่วนของสาหร่ายสีแดงน้ำจืดซึ่งจัดเป็นกลุ่มของสาหร่ายสีแดง (Division Rhodophyta) เช่นเดียวกัน แต่เป็นกลุ่มที่มีการแพร่กระจายในน้ำจืด โดยมีจำนวนชนิดน้อยมากเมื่อเทียบกับสาหร่ายกลุ่มอื่นประมาณ 200 ชนิด (Kumano, 2002) สาหร่ายกลุ่มนี้ส่วนใหญ่มีการแพร่กระจายแหล่งน้ำไหลที่มีร่มเงา ในแหล่งน้ำที่ใสสะอาดหรือมีสารอาหารในน้ำต่ำ การศึกษาสารพฤกษเคมีและฤทธิ์กำจัดอนุมูลอิสระ และการใช้ประโยชน์ในกลุ่มสาหร่ายสีแดงน้ำจืดในประเทศไทยมีรายงานน้อยมาก มีรายงานบ้างในต่างประเทศเช่นสาหร่ายสีแดงน้ำจืด *Compsopogon helwanii* มีฤทธิ์ต้านแบคทีเรียทั้งแกรมบวกและลบ ยีสต์ รา รวมทั้งฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และ ฤทธิ์ต้านมะเร็ง (Shanab and Shalaby, 2012) และในประเทศอินเดียและประเทศบราซิล ได้นำสาหร่ายสีแดงน้ำจืดมาบริโภคกันอย่างแพร่หลาย (Bhosale et al., 2012; Tonetto et al., 2014) ดังนั้น เพื่อเป็นการเพิ่มองค์ความรู้ด้านสารพฤกษเคมี และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสาหร่ายสีแดงน้ำจืดในประเทศไทย ในการศึกษาครั้งนี้จึงได้เลือกชนิดสาหร่ายสีแดงน้ำจืดที่สำรวจพบปริมาณมากคือ *Thorea siamensis* Traichaiyaporn & Kumano พื้นที่ต้นน้ำเขตกว้างเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าในเขตจังหวัดนครศรีธรรมราช และพัทลุง โดยสาหร่ายชนิดนี้เป็นสาหร่ายสีแดงน้ำจืดที่เป็นชนิดใหม่ของโลกที่พบในประเทศไทย (Traichaiyaporn et al., 2008) จึงเป็นสาหร่ายพื้นถิ่นของประเทศไทย ซึ่งองค์ความรู้ที่ได้ในการศึกษาครั้งนี้จะเป็นข้อมูลที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์จากสาหร่ายสีแดงน้ำจืดต่อไป

2. วิธีการศึกษา

2.1 การเตรียมสารสกัดหยาบ

ทำการเก็บตัวอย่างสาหร่ายสีแดงน้ำจืดจากอำเภอร่องาง จังหวัดนครศรีธรรมราช นำสาหร่ายมาล้างทำความสะอาดแล้วนำมาผึ่งลมให้แห้งแล้วนำมาบดให้ละเอียด หลังจากนั้นนำสาหร่ายแห้งที่บดละเอียดแล้ว มาสกัดด้วยตัวทำละลาย 3 ชนิด ดังนี้

(1) สกัดด้วยเอทิลอะซิเตท นำสาหร่ายที่บดละเอียด ปริมาณ 100 กรัม จนละเอียดเป็นผงเติมตัวทำละลายเอทิลอะซิเตท 500 ml นำสารสกัดแล้วนำไปเขย่าด้วยเครื่องเขย่าสาร (Orbital shaker) เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นกรองสารสกัดด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 แล้วนำกากของสาหร่ายมาสกัดซ้ำอีก 3 ครั้ง นำมาระเหยตัวทำละลายออกโดยใช้เครื่อง Rotary evaporator อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส จนได้สารสกัดที่มีความหนืด และคำนวณหาร้อยละของผลผลิต (% yield) ของสารสกัดหยาบ

(2) สกัดด้วยเอทานอล นำสาหร่ายที่บดละเอียด ปริมาณ 100 กรัม เติมตัวทำละลายเอทานอล ปริมาณ 500 ml นำสารสกัดแล้วนำไปเขย่าด้วยเครื่องเขย่าสาร (Orbital shaker) เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นกรองสารสกัดด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 แล้วนำกากของสาหร่ายมาสกัดซ้ำอีก 2 ครั้ง นำมาระเหยตัวทำละลายออกโดยใช้เครื่อง Rotary evaporator อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส จนได้สารสกัดที่มีความหนืด และคำนวณหาร้อยละของผลผลิตของสารสกัดหยาบ

(3) สกัดด้วยน้ำ นำสาหร่ายแห้งที่บดละเอียด 100 กรัม เติมน้ำกลั่นปริมาตร 1,000 ml. บ่มในอ่างควบคุมอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง สกัดซ้ำ 2 ครั้ง จากนั้นกรอง แล้วนำสารสกัดมาระเหยด้วยเครื่อง Rotary evaporator จากนั้นทำให้แห้งด้วยเครื่อง Freeze dry (แห้งแบบแช่เยือกแข็ง) แล้วคำนวณหาร้อยละของผลผลิตของสารสกัดหยาบ

2.2 การหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม

การหาปริมาณสารฟอกซ์เคมี กลุ่ม ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม ด้วยวิธี Folin-Ciocalteu Colorimetric โดยใช้กรดแกลลิกเป็นสารมาตรฐาน โดยดัดแปลงตามวิธีการของ Julkunen-Tiitto (1985)

2.3 การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ จำนวน 3 วิธี ได้แก่

1) วิธีการกำจัดอนุมูล DPPH radical scavenging activity โดยดัดแปลงตามวิธีการของ Shimada et al., (1992) โดยใช้ BHT เป็นสารมาตรฐาน การคำนวณหาร้อยละความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระ ดังสมการ

$$\% \text{ inhibition} = [(A_{517 \text{ control}} - A_{517 \text{ sample}}) / A_{517 \text{ control}}] \times 100$$

เมื่อ $A_{517 \text{ control}}$ = ค่าการดูดกลืนแสงของสารควบคุม (ตัวทำละลาย + DPPH)

$A_{517 \text{ sample}}$ = ค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายตัวอย่าง (สารสกัด + DPPH)

2) วิธี Scavenging activity of ABTS radical โดยดัดแปลงตามวิธีการของ Re et al., (1999) โดยใช้ทอร์ร็อกเป็นสารมาตรฐาน การคำนวณหาร้อยละความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระ ดังสมการ

$$\% \text{ inhibition} = [(A_{734 \text{ control}} - A_{734 \text{ sample}}) / A_{734 \text{ control}}] \times 100$$

เมื่อ $A_{734 \text{ control}}$ = ค่าการดูดกลืนแสงของสารควบคุม (ABTS^{•+} ที่เจือจางแล้ว)

$A_{734 \text{ sample}}$ = ค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายตัวอย่าง (สารสกัด + ABTS^{•+})

3) วิธี Metal chelating activity ตามวิธีของ Dinis et al., (1994) โดยใช้ EDTA เป็นสารมาตรฐาน ซึ่งมีคำนวณหาร้อยละความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระ ดังสมการ

$$\% \text{ chelating ability} = [(A_{562 \text{ control}} - A_{562 \text{ sample}}) / A_{562 \text{ control}}] \times 100$$

เมื่อ $A_{562 \text{ control}}$ = ค่าการดูดกลืนแสงของสารควบคุม (น้ำกลั่นปราศจากไอออน + FeCl₂ + Ferrozine)

$A_{562 \text{ sample}}$ = ค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายตัวอย่าง (สารสกัด + FeCl₂ + Ferrozine)

2.4 การวิเคราะห์ทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วยวิธี one-way ANOVA จากนั้นเปรียบเทียบค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

3. ผลการทดลองและวิจารณ์ผล หรือผลการศึกษาและอภิปรายผล

3.1 ผลของตัวทำละลายต่อร้อยละผลผลิตที่ได้และปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม

ปริมาณน้ำหนักสารสกัดหยาบ ร้อยละผลผลิต และปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมที่ได้จากการสกัดสาหร่ายสีแดงน้ำจืด *T. siamensis* ด้วยตัวทำละลายชนิดต่าง ๆ แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมในสาหร่ายสีแดงน้ำจืด *Thorea siamensis*

ตัวทำละลาย	น้ำหนักของสารสกัดหยาบ (g)	ร้อยละผลผลิต (%)	ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม (mg GAE/ g extract)
เอทิลอะซิเตท	1.45	1.45	0.103±0.002 ^{ns}
เอทานอล	1.65	1.65	0.114±0.007 ^{ns}
น้ำ	23.69	23.69	0.171±0.010 ^{ns}

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่ต่างกันแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ns หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมในสารสกัดหยาบของสาหร่าย *T. siamensis* ที่สกัดด้วยตัวทำละลาย 3 ชนิด ซึ่งค่าที่ได้คำนวณจากสมการเส้นตรงจากกราฟมาตรฐานกรดแกลลิกที่ความเข้มข้น 0.200-1.600 mg/ml ($y = 0.287x$; $R^2 = 0.9912$) พบว่าโดยสารสกัดทั้งสามมีปริมาณที่ใกล้เคียงกันและไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยสารสกัดด้วยน้ำมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมสูง เท่ากับ 0.171±0.010 mg GAE/g extract (ตารางที่ 1) ปริมาณสารสกัดหยาบของสาหร่าย *T. siamensis* ที่สกัดด้วยตัวทำละลาย 3 ชนิด พบว่าสารสกัดสาหร่ายที่สกัดด้วยน้ำมีร้อยละผลผลิตมากที่สุด และน้อยที่สุดคือสารสกัดเอทานอล มีค่าร้อยละผลผลิตที่ได้ เท่ากับ 23.69 และ 1.45 ตามลำดับ สารสกัดหยาบจากสามตัวทำละลายมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมที่ใกล้เคียงกันและไม่มีความแตกต่างกันตามชนิดของตัวทำละลายที่ใช้สกัด ($p > 0.05$) มีแนวโน้มว่าปริมาณสารประกอบฟีนอลิกในสาหร่ายสีแดงน้ำจืดชนิดนี้สามารถพบได้ทั้งตัวทำละลายที่เป็นขั้วต่ำและขั้วสูง ซึ่งสารฟอกซ์เคมีจากการสกัดในสาหร่ายหรือในพืชต่างๆ นั้นจะ

มีปริมาณมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น อุณหภูมิ เวลา อัตราส่วนของตัวทำละลายต่อปริมาณตัวอย่างที่สกัด (Pinelo et al., 2005) ชนิดของตัวทำละลาย ซึ่งลักษณะทางเคมีและโครงสร้างของตัวทำละลายแต่ละชนิดจะเป็นตัวแปรที่สำคัญเพราะเป็นตัวกำหนดปริมาณและชนิดของสารประกอบฟีนอลิกที่สกัดได้ (อิสระวัฒน์ และเฉลิม, 2556) ความแตกต่างในโครงสร้างของสารประกอบฟีนอลิกจะเป็นตัวกำหนดความสามารถในการละลายของตัวทำละลายที่มีขั้วต่างกัน ดังนั้นชนิดของตัวทำละลายที่ใช้ในการสกัดมีผลอย่างมีนัยสำคัญต่อผลผลิตโพลีฟีนอลจากพืช (Zlotek et al., 2016) เนื่องจากคุณสมบัติการมีขั้วและไม่มีขั้วของตัวทำละลายมีผลต่อการสกัดสารประกอบฟีนอลิกได้แตกต่างกัน (วิศิธา และคณะ, 2553) อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบกับสารประกอบฟีนอลิกในสาหร่ายสีแดงน้ำจืด *Caloglossa beccarii* ที่สกัดด้วยน้ำพบว่า สาหร่าย *T. siamensis* มีปริมาณที่ต่ำกว่า *C. beccarii* (วัลภา และคณะ, 2563) และ *Compsopogon coeruleus* และ *Sirodotia suecica* (วรรณณี และคณะ, 2561)

3.2 ผลของตัวทำละลายต่อประสิทธิภาพในการกำจัดอนุมูลอิสระด้วยวิธีต่าง ๆ

3.2.1 การกำจัดอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH

ความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH ของสารสกัดจากสาหร่ายสีแดงน้ำจืดที่สกัดโดยใช้ตัวทำละลายชนิดต่าง ๆ แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ประสิทธิภาพในการกำจัดอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH ของสารสกัดหยาบสาหร่าย *Thorea siamensis*

สารสกัดหยาบ	IC ₅₀ (mg/ml)
เอทิลอะซิเตท	0.602±0.032 ^d
เอทานอล	0.316±0.012 ^c
น้ำ	0.09±0.003 ^b
กรดแอสคอร์บิก	0.004±0.002 ^a
บีเอชที	0.003±0.003 ^a

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

จากตารางที่ 2 พบว่า สารสกัดด้วยน้ำมีประสิทธิภาพมีความสามารถในการยับยั้งอนุมูล DPPH ได้แตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยสารสกัดด้วยน้ำมีประสิทธิภาพในการกำจัดได้ดีที่สุด รองลงมาคือสารสกัดด้วยเอทานอล และเอทิลอะซิเตท ตามลำดับ แต่มีประสิทธิภาพในการกำจัดอนุมูลอิสระน้อยกว่าสารมาตรฐานทั้งสองชนิดคือบีเอชทีและวิตามินซี ถึงแม้ว่าสารสกัดด้วยน้ำของสาหร่าย *T. siamensis* มีความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระได้ดีที่สุดของการศึกษาครั้งนี้ แต่ยังมีประสิทธิภาพที่ต่ำกว่าสารสกัดด้วยน้ำจากสาหร่ายน้ำจืดบางชนิด เช่น สาหร่ายเตา (*Spirogyra neglecta*) (ฐิติกานต์, 2551) แต่มีประสิทธิภาพที่สูงกว่าสารสกัดด้วยน้ำของสาหร่าย *Caloglossa beccarii* (วัลภา และคณะ, 2563) เมื่อพิจารณาการสารสกัดที่ใช้สารที่มีขั้วต่ำของการศึกษาครั้งนี้คือเอทิลอะซิเตท เปรียบเทียบการประสิทธิภาพการกำจัดอนุมูล DPPH ของตัวทำละลายเอทิลอะซิเตท พบว่ามีฤทธิ์ในการกำจัดอนุมูลที่ต่ำกว่าสาหร่ายสีแดงน้ำจืด *Compsopogon coeruleus* และ *Sirodotia suecica* (วรรณณีและคณะ, 2561) มีแนวโน้มว่าสารสกัดด้วยน้ำซึ่งมีความเป็นขั้วสูงที่มีประสิทธิภาพในการกำจัดอนุมูล DPPH ได้ดีกว่าสารสกัดด้วยตัวทำละลายที่มีความเป็นขั้วต่ำกว่า ซึ่งมีแนวโน้มว่าฤทธิ์ในการกำจัดอนุมูล DPPH มาจากสารประกอบฟีนอลิกรวมที่พบปริมาณมากในสารสกัดด้วยน้ำ อย่างไรก็ตามสิ่งที่น่าสนใจของการสกัดด้วยน้ำนั้น นอกจากการให้ฤทธิ์กำจัดอนุมูล DPPH ที่ดีแล้ว มีความปลอดภัยต่อการนำไปใช้ประโยชน์แล้ว ยังพบว่าให้ปริมาณของผลผลิตของสารสกัดหยาบที่สูงด้วยรวมทั้งให้สีของสารสกัดที่มีสีแดงม่วงของสารไฟโคไซยานินและไฟโคอีริทรินซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.200 ± 0.058 และ 0.186 ± 0.047 mg/g dw ตามลำดับ (วรรณณี และชยากร, 2556)

3.2.2 การกำจัดอนุมูลอิสระด้วยวิธี ABTS

ความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระด้วยวิธี ABTS ของสารสกัดจากสาหร่ายสีแดงน้ำจืดที่สกัดโดยใช้ตัวทำละลายชนิดต่าง ๆ แสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ประสิทธิภาพในการกำจัดอนุมูลอิสระด้วยวิธี ABTS ของสารสกัดหยาบสาหร่าย *Thorea siamensis*

สารสกัดหยาบ	IC ₅₀ (mg/ml)
เอทิลอะซิเตท	0.602±0.032 ^b
เอทานอล	0.681±0.054 ^b
น้ำ	1.199±0.097 ^c
ทอริอิก	0.095±0.001 ^a

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

สารสกัดหยาบด้วยตัวทำละลายสามชนิดพบว่าความสามารถในการยับยั้งอนุมูล ABTS ได้แตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยพบว่าสารสกัดด้วยเอทิลอะซิเตท มีความสามารถในการกำจัดอนุมูล ABTS ได้ดีที่สุด แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับสารสกัดเอทานอล ($p > 0.05$) ซึ่งมีค่า IC_{50} ที่ใกล้เคียงกัน (ตารางที่ 3) และสารสกัดด้วยน้ำมีประสิทธิภาพในการกำจัดอนุมูลอิสระได้น้อยที่สุด อย่างไรก็ตามสารสกัดด้วยตัวทำละลายทั้งสามชนิดมีประสิทธิภาพในการกำจัดอนุมูลอิสระน้อยกว่าสารมาตรฐานทอริคและมีความแตกต่างกันทางสถิติกับสารสกัดหยาบของสาหร่ายทั้งสองตัวทำละลาย ($p < 0.05$) มีแนวโน้มว่าประสิทธิภาพของการกำจัดอนุมูลอิสระ ABTS ไม่ได้จากสารพิษเคมีกลุ่มสารประกอบฟีนอลิก เนื่องจากในสารสกัดหยาบมีปริมาณน้อย ซึ่งความเป็นไปได้ว่าอาจมาจากสารพิษเคมีกลุ่มอื่นๆ เช่น ฟลาโวนอยด์ หรือสารแทนนิน รวมถึงรงควัตถุในเซลล์ของสาหร่ายสีแดงซึ่งมีทั้งคลอโรฟิลล์และแคโรทีนอยด์และไฟโคบิลิโปรตีน โดยสาหร่ายสีแดง *T.siamensis* มีปริมาณคลอโรฟิลล์เอ และแคโรทีนอยด์รวม เท่ากับ 1.158 ± 0.032 และ 0.661 ± 0.088 mg/g dw ตามลำดับ (วรรณณี และชยากร, 2556)

3.2.3 การกำจัดอนุมูลอิสระด้วยวิธีแยงจับโลหะไอออน

ความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระด้วยวิธีแยงจับโลหะไอออนของสารสกัดจากสาหร่ายสีแดงน้ำจืดที่สกัดโดยใช้ตัวทำละลายชนิดต่าง ๆ แสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ประสิทธิภาพในการกำจัดอนุมูลอิสระด้วยวิธีแยงจับโลหะไอออนของสารสกัดหยาบสาหร่าย

Thorea siamensis

สารสกัดหยาบ	IC_{50} (mg/ml)
เอทิลอะซิเตท	0.118 ± 0.038^b
เอทานอล	0.980 ± 0.065^d
น้ำ	0.731 ± 0.101^c
อีตีทีเอ	0.011 ± 0.001^a

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ความสามารถในการแยงจับโลหะไอออนของของสารสกัดหยาบสาหร่าย *T. siamensis* ที่สกัดด้วยตัวทำละลายสามชนิดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยสารสกัดด้วยเอทิลอะซิเตท มีประสิทธิภาพในการจับโลหะได้มีดีที่สุดและมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับสารสกัดของเอทานอล และน้ำ (ตารางที่ 4) แต่มีประสิทธิภาพในการจับโลหะน้อยกว่าสารมาตรฐานอีตีทีเอ ซึ่งมีค่า IC_{50} เท่ากับ 0.011 ± 0.001 mg/ml สำหรับสารสกัดเอทิลอะซิเตทในสาหร่าย *T. siamensis* นั้นมีฤทธิ์ในการกำจัดที่ดีกว่าสารสกัดสาหร่ายก้ามกุ้ง (*Chara corallina*) ซึ่งมีค่า IC_{50} เท่ากับ 0.98 ± 0.00 mg/ml (วรรณณี และคณะ, 2563) จากผลการศึกษาในครั้งนี้มีแนวโน้มว่าเมื่อตัวทำละลายมีขั้วสูงขึ้นในการสกัดมีผลให้ประสิทธิภาพในการจับโลหะน้อยลง สำหรับความสามารถในการแยงจับโลหะไอออน เช่น เหล็กไอออน ของสารสกัดที่ใช้ทดสอบจัดเป็นอีกกลไกหนึ่งในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระเนื่องจากตัวโลหะไอออนนี้จะเป็นตัวการสำคัญในการเร่งปฏิกิริยาเคมีของสารที่จะทำให้เกิดเป็นสารอนุมูลอิสระต่างๆ ได้

จากข้อมูลสารประกอบฟีนอลิกรวมและประสิทธิภาพในการกำจัดอนุมูลอิสระทั้งสามวิธีของสารสกัดทั้งสามตัวทำละลายสามารถชี้ได้ว่าสาหร่ายสีแดงน้ำจืด *T.siamensis* มีศักยภาพในการนำมาเป็นสารต้านอนุมูลอิสระธรรมชาติได้เช่นเดียวกับสาหร่ายชนิดอื่นๆ หรือกลุ่มของสาหร่ายทะเลทั่วไป สำหรับการสกัดด้วยน้ำเป็นวิธีที่ปลอดภัยและราคาถูก อย่างไรก็ตามการสกัดด้วยตัวทำละลายอินทรีย์ก็มีความสามารถกำจัดอนุมูลอิสระได้ดีในสาหร่ายชนิดนี้คือเอทิลอะซิเตทมีฤทธิ์ในการจับโลหะได้สูง อย่างไรก็ตามประสิทธิภาพการกำจัดอนุมูลอิสระแต่ละวิธีมีข้อแตกต่างกันทางกลไกการทดสอบและกลุ่มของสารต้านอนุมูลอิสระที่มีสมบัติแตกต่างกัน การใช้วิธีการทดสอบประสิทธิภาพในการกำจัดอนุมูลอิสระมีหลายวิธี เพื่อเปรียบเทียบผลที่ได้หรือหลายวิธีร่วมกันเพื่อให้ผลการทดสอบมีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น (เจนจิราและประสงค์, 2554) ดังนั้นในการศึกษาต่อไปอาจจำเป็นต้องเพิ่มรายละเอียดในการสกัดด้วยวิธีการอื่นๆ รวมทั้งศึกษาชนิดและปริมาณของสารพิษเคมีกลุ่มอื่นๆ ด้วยเพื่อเป็นข้อมูลในการนำไปใช้ประโยชน์จากสารสกัดสาหร่ายชนิดนี้ต่อไป

4. สรุป

ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมและฤทธิ์กำจัดอนุมูลอิสระของสารสกัดสาหร่ายสีแดงน้ำจืด *Thorea siamensis* ที่สกัดด้วยตัวทำละลายที่ต่างกันพบว่าสารสกัดด้วยน้ำมีร้อยละของผลผลิตและปริมาณของสารประกอบฟีนอลิกรวมสูงสุด และมีความสามารถในการกำจัดอนุมูล DPPH ดีที่สุด ส่วนสารสกัดด้วยเอทิลอะซีเตท มีความสามารถในการกำจัดอนุมูล ABTS และการแย่งจับโลหะไอออนได้ดีที่สุด จากผลการศึกษานี้สรุปได้ว่ามีแนวโน้มว่าตัวทำละลายที่เหมาะสมในการสกัดสารต้านอนุมูลอิสระของสาหร่ายสีแดงน้ำจืด *T. siamensis* คือ เอทิลอะซีเตท

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติและมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ประจำปีงบประมาณ 2560 ที่ได้สนับสนุนการวิจัยนี้

6. เอกสารอ้างอิง

- เจนจิรา จิรัมย์ และ ประสงค์ สีหนาม. 2554. อนุมูลอิสระและสารต้านอนุมูลอิสระ แหล่งที่มาและกลไกการเกิดปฏิกิริยา. วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏกาฬสินธุ์. 1: 59-70.
- ฐิติกานต์ ปัญญาใหญ่. 2551. กิจกรรมต้านออกซิเดชันของสาหร่ายเตา. การค้นคว้าแบบอิสระ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาชีววิทยา ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่.
- บุหรัน พันธุ์สุวรรณ. 2556. อนุมูลอิสระ สารต้านอนุมูลอิสระและการวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 21: 275-286.
- วรรณิณี จันทร์แก้ว และ ชยากร ภูมาศ. 2556. ปริมาณรงควัตถุในสาหร่ายสีแดงน้ำจืดบางชนิดจากจังหวัดนครศรีธรรมราช. วิจัยเทคโนโลยีการประมง. 7(ฉบับพิเศษ 1): 61-70.
- วรรณิณี จันทร์แก้ว และ เพ็ญศรี เพ็ญประไพ. 2558. การแพร่กระจายและการออกฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสาหร่ายสีแดงน้ำจืดในพื้นที่ต้นน้ำเขตจังหวัดนครศรีธรรมราช. วารสารแก่นเกษตร. 43 (ฉบับพิเศษ 1): 215 - 223.
- วรรณิณี จันทร์แก้ว, เพ็ญศรี เพ็ญประไพ, จรินทร์ พุดงาม และ วัลภา เหลือแหล่. 2561. ไฟโคบิลิโปรตีน โพลีฟีนอล และกิจกรรมต้านอนุมูลอิสระของสาหร่าย *Compsopogon coeruleus* Montagne และ *Sirodotia suecica* Kylin. วารสารแก่นเกษตร. 48 (ฉบับพิเศษ 1): 279 - 285.
- วรรณิณี จันทร์แก้ว, มนต์สรวง ยางทอง และ จันทนา แสงแก้ว. 2563. การประเมินฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและสารพิษของสาหร่ายก้ามกุ้ง (*Chara corallina* Klein ex C.L.Willenow).วารสารมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์. 12(3): 296-314.
- วิศรา ชื่นอารมณ, อรพิน เกิดชูชื่น และ ณิชฎา เลาทกุลจิตต์. 2553. สารต้านอนุมูลอิสระและปริมาณสารฟีนอลิกรวมของสารสกัดจากชะคราม (*Suaeda maritima*). วิทยาศาสตร์เกษตร. 41 (พิเศษ): 621 - 624.
- วัลภา เหลือแหล่, เพ็ญศรี เพ็ญประไพ และ วรรณิณี จันทร์แก้ว. 2563. ผลของสารสกัดด้วยน้ำต่อปริมาณสารพิษเคมีและกิจกรรมต้านอนุมูลอิสระของสาหร่ายสีแดง (*Caloglossa beccarii* De Toni). วารสารมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 13(1): 100-112.
- ศิริธร ศิริอมพรพรณ. 2557. สารต้านอนุมูลอิสระในอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 1 โอเดียนสโตร์. กรุงเทพฯ.
- อิสระวัฒน์ ฤทธนพงศธร และ เฉลิม เรื่องวิริยะชัย. 2556. การแยกสารประกอบฟีนอลิกและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระจากผลสับุดำดิบ. วารสารวิชาการ Veridian E - Journal. 6: 887-902.
- Bhosale, R., Jayashree R., and Chaugule, B., 2012. The ethnobotanical study of an edible freshwater red alga, *Lemanea fluviatilis* from Manipur, India. A Journal of Plants, People and Applied Research. 30: 69-76.
- Dinis, T.C.P., Madeira, V.M.C. and Almeda, L.M. 1994. Action of phenolic derivatives (acetaminophen, salicylate and 5-amiosalicylate) as inhibitors of membrane lipid peroxidation and as peroxy radical scavengers. Archives of Biochemistry and Biophysics. 315: 161-169.
- Julkunen-Tiitto, R. 1985. Phenolic constituents on the leaves of northern willows: Methods for the analysis of certain phenolic. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 33(2): 213-217.

- Kumano, S. 2002. **Freshwater Red Algae of the World**. Bristol: Biopress Limited, England.
- Munir, N., Sharif, N., Naz, S. and Manzoor, F. 2013. **Algae: A potent antioxidant source**. Sky Journal of Microbiology Research. 1(3): 22-31.
- Pinelo, M., Rubilar, M., Jerez, M., Sineiro, J. and Núñez, M.J. 2005. **Effect of solvent, temperature, and solvent - to - solid ratio on the total phenolic content and antiradical activity of extracts from different components of grape pomace**. Agricultural and Food Chemistry. 53: 2111-2117.
- Re, R., N., Pellegrini, A., Proteggente, A., Pannala, M., Yang, M. and Rice-Evans, C. 1999. **Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay**. Free Radical Biology and Medicine. 26 (9/10): 1231-1237.
- Shanab, S.M.M. and Shalaby, E.A. 2012. **The first record of biological activities of the Egyptian red algal species *Compsopogon helwanii***. International Journal of Biochemistry and Bioinformatics. 2: 291-296.
- Shimada, K., Fujikawa, K., Yahara, K. and Nakamura, T. 1992. **Antioxidative properties of xanthone on the auto oxidation of soybean in cyclodextrin emulsion**. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 40: 945-948.
- Tonetto, A.F., Oliveira, K.S.M. and Domingues, T. M. 2014. **Analysis of biochemical composition of three stream macroalgae species**. International Journal of Applied Science and Technology. 4(5): 111-115.
- Traichaiyaporn, S., Khautrairong, T. and Kumano, S. 2008. ***Thorea siamensis* sp. nov. (Thoreaceae: Rhodophyta) from Thailand**. The Natural History Journal of Chulalongkorn University 8(1): 27-33.
- Wells, M.L., Potin, P., Craigie, J.S., Raven, J.A., Merchant, S.S., Heliwell, K.E., Smith, A.G., Camire, M.E., and Brawley, S.H. 2016. **Algae as nutritional and functional food sources: revisiting our understanding**. Journal of Applied Phycology. 29: 949-982.
- Zlotek, U., Mikulska, S., Nagajek, M. and Swieca, M. 2016. **The effect of different solvents and number of extraction steps on the polyphenol content and antioxidant capacity of basil leaves (*Ocimum basilicum* L.) extracts**. Saudi Journal of Biological sciences. 23: 628-633.

ระบบอัตโนมัติแบบจำลองเพื่อลำเลียงและเคลื่อนย้ายวัตถุผ่านโปรแกรม Scratch Model Automation System to Transport Object through Scratch Program

กชพรรณ ภาพภักดี เบญญาภา วะสะสิริ พชร เฮงสุวรรณ
วงศ์พัทธ์ วรวุฒิ ธัญญภัทร์ ชูเชิดรัตนา ณปภา วาดเขียน และ สรญา เข้มเจริญ
Kodchapan Kanlaphakdee, Benyapa Wasasiri, Pachara Kengsuwan,
Wongsapat Worawuth, Thunyapat Chucherdrattana,
Napapha Wadkhian and Soraya Kemcharoen

โรงเรียนสาธิตนวัตกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ต.คลองหก อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี
Innovation Demonstration School of Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Thanyaburi, Pathumthani, Thailand
Corresponding Author E-mail: soraya_k@mali.rmutt.ac.th

บทคัดย่อ

ปัจจุบันระบบอัตโนมัติเข้ามามีบทบาทเป็นอย่างมากในอุตสาหกรรม โดยการนำระบบคอมพิวเตอร์เข้ามาใช้ในการควบคุมกระบวนการผลิตด้านต่าง ๆ ในโรงงานอุตสาหกรรม เพื่อให้เกิดความรวดเร็ว มีประสิทธิภาพในทุกขั้นตอนลดแรงงานคนและลดภาระงานในการเคลื่อนย้ายวัตถุ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระบบอัตโนมัติแบบจำลองด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่สามารถลำเลียงและเคลื่อนย้ายวัตถุที่ควบคุมด้วยการโปรแกรม Scratch ร่วมกับอุปกรณ์สื่อสารระหว่างผู้ใช้กับอุปกรณ์อัตโนมัติ ผลการวิจัยพบว่า ระบบอัตโนมัติแบบจำลองด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมด้วยการใช้โปรแกรม Scratch ควบคุมการทำงานสามารถทำงานได้ตามที่ออกแบบไว้ผ่าน Notebook ซึ่งเป็นอุปกรณ์เชื่อมต่อระหว่างผู้ใช้กับระบบอัตโนมัติ ทำให้สามารถลำเลียงวัตถุไปยังจุดหมายที่กำหนดไว้ได้ ซึ่งสามารถนำไปพัฒนาระบบอัตโนมัติเพื่อประยุกต์ใช้ในงานอุตสาหกรรมได้ โดยระบบอัตโนมัตินี้จะช่วยลดปัญหาความผิดพลาดที่เกิดจากการใช้แรงงานมนุษย์ลดการขาดแคลนแรงงาน และทดแทนแรงงานที่ไม่ต้องใช้ความชำนาญ เนื่องจากระบบการผลิตจะช่วยให้การผลิตยังทำได้เหมือนเดิมแต่ในจำนวนแรงงานที่น้อยกว่า ลดความเมื่อยล้าของแรงงานที่อาจจะก่อให้เกิดอุบัติเหตุระหว่างการทำงานได้ และต้องการลดต้นทุนการผลิตที่เกิดขึ้น เช่น ต้นทุนแรงงาน คุณภาพ ของเสีย เวลา และพลังงานที่ใช้ในการผลิต

คำสำคัญ: ระบบอัตโนมัติ, กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม, แบบจำลอง

Abstract

Nowadays, automation is a significant part of the industry which uses computer system in controlling various aspects of the production process in order to reduce manual labor and workload in moving objects at speed efficiently. The objectives of this research were to study model automation with engineering design processes that can convey and move objects which is controlled by Scratch programming together with the communication device between the user and the automatic device. The results showed that model automation with engineering design processes using Scratch program can be controlled using the laptop. It allows transport of objects to a predetermined destination which can be used to develop an automated system to be applied in industries. This automated system will reduce fallibility of manual labor, labor shortages, and replace labor that does not require expertise. Because the production system will allow the production to continue as before but with smaller number of workers, automation reduces the fatigue of workers which lessens the occurrence of accidents at work. In addition to reducing production costs incurred, labor costs, quality maintenance, waste management, time management, and energy conservation are advantages that automation brings to production.

Keywords: Automation, Engineering Design Process, Model

1. บทนำ

การพัฒนาอุตสาหกรรมตามนโยบายประเทศไทย 4.0 มีเป้าหมายเพื่อเพิ่มศักยภาพและเน้นสร้างความแข็งแกร่งจากภายใน ด้วยการพัฒนาอุตสาหกรรมโดยใช้วิทยาศาสตร์และนวัตกรรมอย่างชัดเจน และเพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันจากที่เป็นอยู่ให้สูงขึ้นต่อไป ได้แก่ การส่งเสริมสถานประกอบการให้มีการนำระบบอัตโนมัติหรือหุ่นยนต์เข้ามาใช้ในสถานประกอบการ (กระทรวงอุตสาหกรรม, 2566) ในปัจจุบันประเทศไทยกำลังเข้าสู่สังคมเทคโนโลยีอัตโนมัติที่จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตที่มีความซับซ้อน ต้องใช้คุณภาพมาก และความแม่นยำสูง จะช่วยทำให้เวลาและขั้นตอนในกระบวนการผลิตลดลง ปัจจุบันระบบอัตโนมัติได้ถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมรถยนต์ อุตสาหกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ และเริ่มถูกนำไปใช้ในอุตสาหกรรมอื่น ๆ มากขึ้น ไม่ว่าจะเป็นอุตสาหกรรมอาหาร การผลิตยา หรือ ผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร และคาดว่าจะกลายเป็นบรรทัดฐานของกระบวนการผลิตทางอุตสาหกรรมต่อไปในอนาคต เพื่อลดข้อจำกัดด้านแรงงาน ควบคู่ไปกับการเพิ่มความสามารถในการแข่งขันทางธุรกิจ และเพิ่มผลผลิตกำไรให้สูงขึ้น (สถาบันวิทยาการหุ่นยนต์ภาคสนาม, 2560)

และเนื่องจากในโรงงานอุตสาหกรรมมีการใช้แรงงานคนในกระบวนการผลิต เพื่อเป็นการลดปัญหาความผิดพลาดที่เกิดจากการใช้แรงงานมนุษย์ ลดการขาดแคลนแรงงาน และทดแทนแรงงานที่ไม่ต้องใช้ความชำนาญ เนื่องจากระบบการผลิตจะช่วยให้การผลิตยังทำได้เหมือนเดิมแต่ในจำนวนแรงงานที่น้อยกว่า ลดความเมื่อยล้าของแรงงานที่อาจจะก่อให้เกิดอุบัติเหตุระหว่างการทำงานได้ และต้องการลดต้นทุนการผลิตที่เกิดขึ้น เช่น ต้นทุนแรงงาน คุณภาพ ของเสีย เวลา และพลังงานที่ใช้ในการผลิต จึงมีความจำเป็นต้องนำระบบคอมพิวเตอร์เข้ามาใช้ในทุกขั้นตอนของการดำเนินงาน เพื่อให้เกิดความรวดเร็ว มีประสิทธิภาพในทุกขั้นตอน ส่งผลให้เกิดความคล่องตัวของกระบวนการ และช่วยลดต้นทุน งานวิจัยนี้จึงทำการสร้างระบบอัตโนมัติแบบจำลองด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ที่สามารถจำลองวัตถุไปยังจุดหมายได้ และศึกษาการทำงานของระบบอัตโนมัติที่ควบคุมด้วยโปรแกรม Scratch ร่วมกับอุปกรณ์สื่อสารระหว่างผู้ใช้กับอุปกรณ์อัตโนมัติ เพื่อช่วยแก้ไขปัญหาดังกล่าว

1.1 วัตถุประสงค์งานวิจัย

1.1.1 เพื่อศึกษาระบบอัตโนมัติแบบจำลองด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่สามารถจำลองวัตถุด้วยการโปรแกรม Scratch

1.2 ขอบเขตของงานวิจัย

1.2.1 ขอบเขตด้านโครงสร้างทางกลและกลไกของระบบ ออกแบบและสร้างระบบอัตโนมัติแบบจำลองที่สามารถจำลองวัตถุได้

1.2.2 ขอบเขตด้านโปรแกรมควบคุมระบบ ออกแบบและจัดทำระบบคอมพิวเตอร์สำหรับใช้ควบคุมการทำงานของระบบอัตโนมัติด้วยโปรแกรม Scratch

1.3 แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับระบบอัตโนมัติ

ระบบอัตโนมัติ (Automation) เป็นระบบที่ออกแบบด้วยกลไก อิเล็กทรอนิกส์ ไฟฟ้า และคอมพิวเตอร์ที่สามารถทำงานได้ด้วยตัวเองอย่างมีขั้นตอน มีกระบวนการตามการสั่ง การควบคุมหรือการเขียนโปรแกรมบังคับอย่างเป็นระบบ และให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งเอาไว้ให้สามารถทำงานได้ด้วยตนเอง ซึ่งมนุษย์อาจจะเกี่ยวข้องเพียงการกำหนดเงื่อนไขหรือเป้าหมายในการทำงาน ส่วนใหญ่เพื่อช่วยในกระบวนการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรม และนำมาใช้แทนแรงงานมนุษย์ จุดประสงค์โดยทั่วไปของระบบอัตโนมัติเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ และคุณภาพในการผลิต เพื่อเพิ่มผลผลิต เพื่อลดต้นทุนในการผลิต และเพื่อสามารถควบคุมและวางแผนการผลิตได้ง่ายทำให้ประหยัดพื้นที่การทำงาน ระบบการผลิตแบบอัตโนมัติอยู่ในหลายส่วน เช่น การเพิ่มความเร็วของเครื่องจักร ระบบการบรรจุจัดเรียงสินค้า เป็นต้น (สถาบันวิทยาการหุ่นยนต์ภาคสนาม, 2560) ระบบอัตโนมัติเป็นระบบที่ออกแบบมาเพื่อแทนที่งานที่ทำซ้ำๆ และงานทางกลที่เกี่ยวข้องกับผู้ปฏิบัติงาน เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ในระดับที่สูงขึ้นและสม่ำเสมอ และอุปกรณ์อัตโนมัติจะสามารถตั้งโปรแกรมให้ควบคุมกระบวนการได้ (บุญธรรม ภัทราจารกุล, 2565)

อุปกรณ์และเครื่องมือระบบอัตโนมัติ หมายถึง เครื่องจักรหรืออุปกรณ์อัตโนมัติที่ใช้ในการผลิต โดยมีระบบควบคุมการทำงานหรือหน่วยประมวลผลในตัว เช่น Computer, Micro-controller เป็นต้น ตัวอย่างอุปกรณ์อัตโนมัติ เช่น Sensor, Software programming เป็นต้น

โปรแกรม Scratch เป็นโปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์ ที่ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อใช้งานในรูปแบบของบล็อกคำสั่ง (Block Programming) แล้วนำมาต่อกันเพื่อสร้างรหัสคำสั่ง (Code) เพื่อสั่งให้โปรแกรม Scratch ทำงานตามที่ได้เขียนโปรแกรมไว้

สามารถนำมาใช้พัฒนาซอฟต์แวร์เชิงสร้างสรรค์ เช่น ภาพเคลื่อนไหว นิทานที่สามารถโต้ตอบกับผู้อ่านได้ เกม ดนตรี และ ศิลปะ และเมื่อสร้างเป็นชิ้นงานแล้ว ยังสามารถนำชิ้นงานที่สร้างนี้ ไปแสดงและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกับผู้อื่นได้ (ศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษา, 2566: ออนไลน์) ซึ่งโปรแกรม Scratch เป็นโปรแกรมที่ถูกออกแบบมาให้เหมาะสมกับเด็กอายุ 8 - 16 ปี และสำหรับผู้เริ่มต้นการฝึกเขียนโปรแกรม สามารถเข้าใจหลักการเขียนโปรแกรมได้ง่ายขึ้นสามารถต่อยอดการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาต่าง ๆ เช่น Python, HTML

2. วิธีการทดลองหรือวิธีการศึกษา

2.1 ระบุปัญหา

เนื่องจากในโรงงานอุตสาหกรรมมีการใช้แรงงานคนในกระบวนการผลิต เพื่อเป็นการลดปัญหาความผิดพลาดที่เกิดจากการใช้แรงงานมนุษย์ ลดการขาดแคลนแรงงาน และทดแทนแรงงานที่ไม่ต้องใช้ความชำนาญ เนื่องจากระบบการผลิตจะช่วยให้การผลิตยังทำได้เหมือนเดิมแต่ในจำนวนแรงงานที่น้อยกว่า ลดความเมื่อยล้าของแรงงานที่อาจจะก่อให้เกิดอุบัติเหตุระหว่างการดำเนินงานได้ และต้องการลดต้นทุนการผลิตที่เกิดขึ้น เช่น ต้นทุนแรงงาน คุณภาพ ของเสีย เวลา และพลังงานที่ใช้ในการผลิต ซึ่งในปัจจุบันระบบอัตโนมัติที่ควบคุมด้วยระบบคอมพิวเตอร์ได้เข้ามามีบทบาทเป็นอย่างมากในอุตสาหกรรมทุกประเภท จึงทำการศึกษาและสร้างระบบอัตโนมัติจำลองด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่สามารถจำลองและเคลื่อนย้ายวัตถุไปยังจุดหมายได้โดยมีการสั่งการระบบอัตโนมัติด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

2.2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง

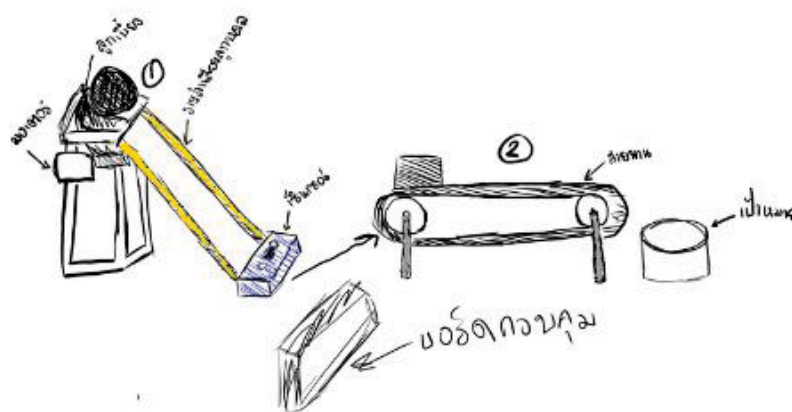
งานวิจัยนี้ได้ศึกษาข้อมูลและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับระบบอัตโนมัติที่ควบคุมด้วยระบบคอมพิวเตอร์ ผู้วิจัยเลือกใช้วัสดุและอุปกรณ์ที่นำมาสร้างระบบอัตโนมัติจำลองจากชุดอุปกรณ์ของ GIGO และใช้ระบบคอมพิวเตอร์มาควบคุมการทำงานด้วยการเขียนโปรแกรม Scratch

2.3 การออกแบบและการแก้ปัญหา

2.3.1 วัสดุและอุปกรณ์

ในการออกแบบระบบอัตโนมัติ ผู้วิจัยเลือกใช้วัสดุและอุปกรณ์ที่นำมาสร้างระบบอัตโนมัติจำลองจากชุดอุปกรณ์ของ GIGO โดยวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ประกอบด้วย

- 2.3.1.1 ฐานรองชุดต่อ
- 2.3.1.2 โซลาร์เลี้ยง
- 2.3.1.3 ลูกเบี้ยว
- 2.3.1.4 รางลำเลียง
- 2.3.1.5 เซ็นเซอร์
- 2.3.1.6 บอร์ดควบคุม
- 2.3.1.7 มอเตอร์
- 2.3.1.8 เฟลา



รูปที่ 1 การออกแบบระบบอัตโนมัติแบบจำลอง

2.3.2 หลักการทำงาน

หลักการทำงานของระบบอัตโนมัติแบบจำลองที่ควบคุมด้วยระบบคอมพิวเตอร์ โดยควบคุมด้วยการใช้โปรแกรม Scratch ร่วมกับอุปกรณ์สื่อสารระหว่างผู้ใช้กับระบบอัตโนมัติ โดยอุปกรณ์ที่ใช้เชื่อมต่อระหว่างผู้ใช้กับระบบอัตโนมัติคือ Notebook สำหรับให้ผู้ใช้สามารถสั่งการใช้งานระบบ โดยนำวัตถุที่ต้องการลำเลียง A จะถูกวางไว้ที่จุดเริ่มต้นบนโครงสร้างที่ 1 เมื่อกดปุ่ม Space Bar มอเตอร์จะเริ่มทำงานและหมุนในทิศทางตามเข็มนาฬิกา ส่งผลให้ลูกเบี้ยวเกิดการหมุนตามและไปปิดวัตถุที่ต้องการลำเลียง A ให้เคลื่อนที่ไหลไปตามรางลำเลียง เมื่อวัตถุที่ต้องการลำเลียง A เคลื่อนที่มาถึงส่วนท้ายของรางลำเลียงจะสัมผัสกับเซ็นเซอร์ และเซ็นเซอร์จะสั่งการให้มอเตอร์ในโครงสร้างที่ 2 เริ่มทำงานและหมุนในทิศทางตามเข็มนาฬิกา ส่งผลให้เฟืองและโซ่ลำเลียงเกิดการหมุน และทำให้วัตถุที่ต้องการลำเลียง B ที่วางไว้ด้านบนโซ่ลำเลียงเกิดการเคลื่อนที่และวัตถุจะไปตกลงที่ส่วนรองรับปลายทาง และเมื่อกดปุ่มลูกศรลงมอเตอร์ทั้ง 2 ตัว จะหยุดทำงาน

2.4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

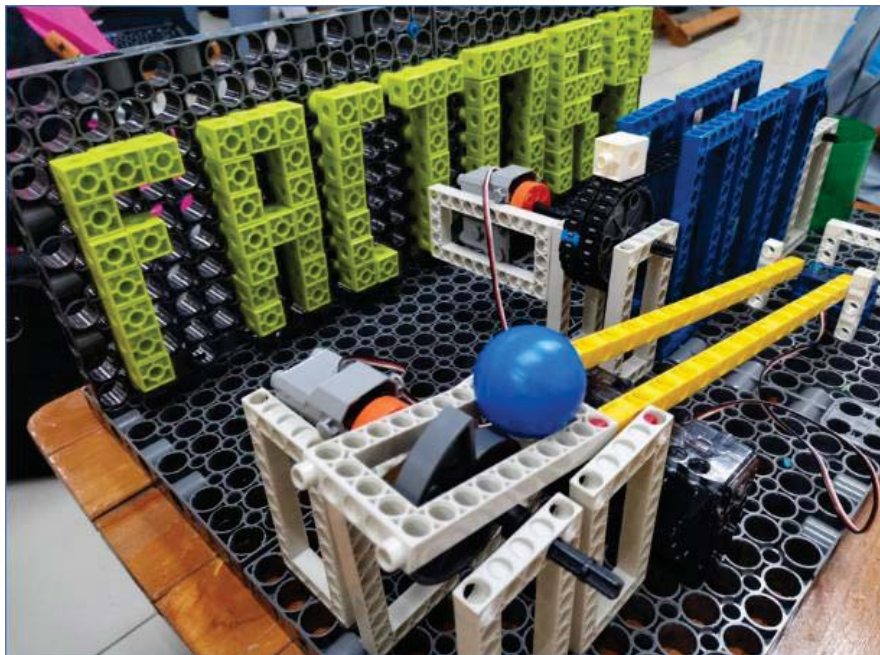
2.4.1 ศึกษารูปแบบการสร้างระบบอัตโนมัติที่ใช้ในอุตสาหกรรม

2.4.2 ศึกษาการเขียนโปรแกรมที่ใช้ในการควบคุมระบบอัตโนมัติด้วยคอมพิวเตอร์

2.4.3 สร้างโครงสร้างทางกลและกลไกของระบบ

ขั้นตอนการสร้างโครงสร้างทางกลและกลไกของระบบ เป็นดังนี้

1) ประกอบโครงสร้างที่ 1 ซึ่งเป็นโครงสร้างที่ใช้รางในการลำเลียงวัตถุ โดยใช้หลักการแรงโน้มถ่วงในการเคลื่อนที่ของวัตถุ ด้วยการนำแกนเพลามายึดติดกับมอเตอร์และลูกเบี้ยว และประกอบเข้ากับโครงสร้างของรางลำเลียงวัตถุ ซึ่งส่วนท้ายของรางลำเลียงติดตั้งเซ็นเซอร์ไว้



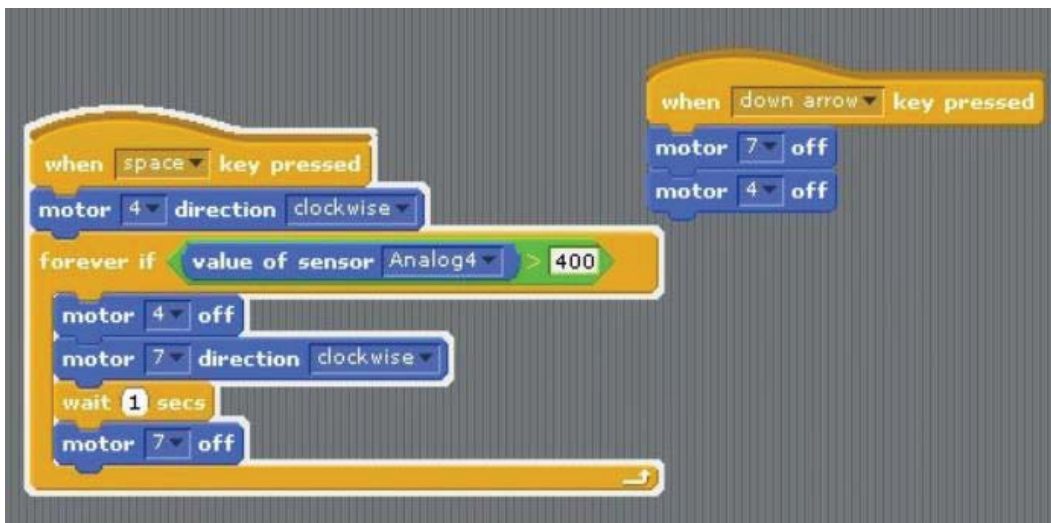
รูปที่ 2 ขั้นตอนการสร้างทางกลและกลไกของระบบ โครงสร้างที่ 1 ใช้รางในการลำเลียงวัตถุ

2) ประกอบโครงสร้างที่ 2 ซึ่งเป็นโครงสร้างที่ใช้ในการลำเลียงวัตถุโดยใช้ระบบโซ่ลำเลียงในการลำเลียงวัตถุให้เคลื่อนที่ ด้วยการนำแกนเพลามายึดติดกับมอเตอร์ เฟือง และโซ่ลำเลียง

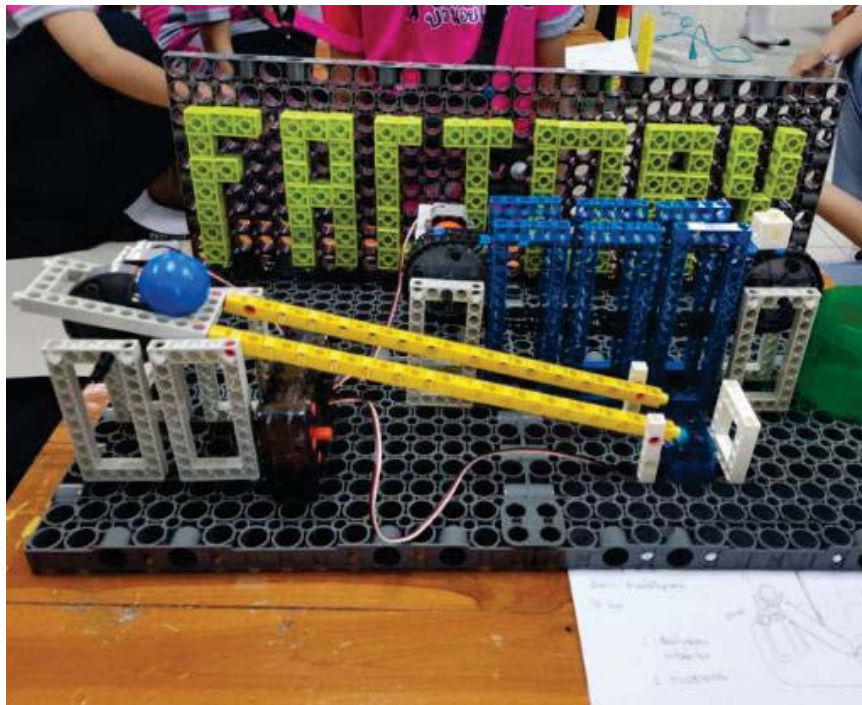


รูปที่ 3 ขั้นตอนการสร้างทางกลและกลไกของระบบ โครงสร้างที่ 2 ใช้ระบบโซ่ลำเลียง

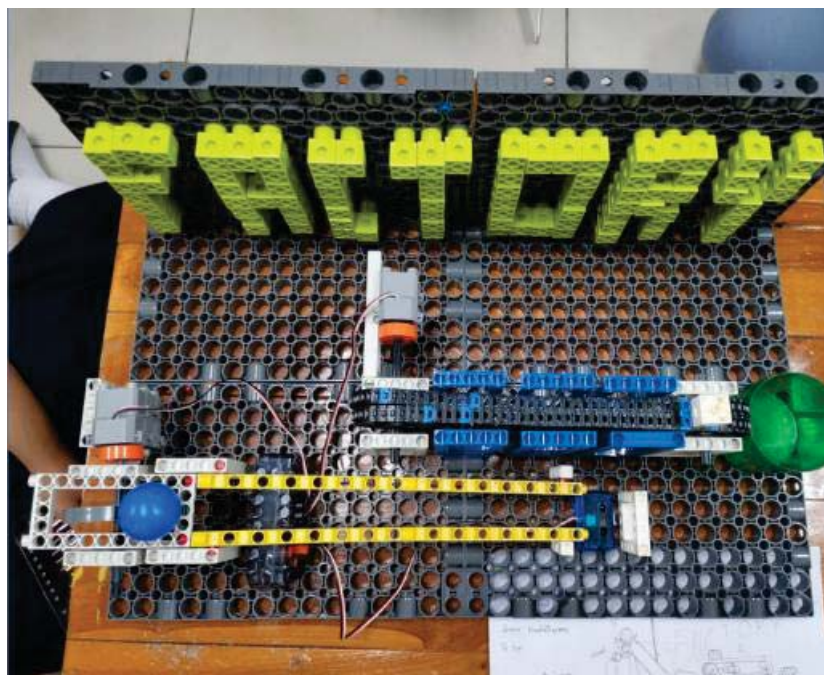
2.4.4 เขียนโปรแกรม Scratch ที่ใช้สำหรับควบคุมระบบอัตโนมัติ



รูปที่ 4 คำสั่งที่ได้จากการเขียนโปรแกรม Scratch เพื่อใช้สำหรับควบคุมระบบอัตโนมัติ



รูปที่ 5 ชิ้นงานที่เสร็จสมบูรณ์ด้านหน้า



รูปที่ 6 ชิ้นงานที่เสร็จสมบูรณ์ด้านบน

2.5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขชิ้นงาน

เมื่อได้ดำเนินการสร้างระบบอัตโนมัติแบบจำลองที่ควบคุมด้วยระบบคอมพิวเตอร์ ผู้วิจัยได้ทดสอบโครงสร้างทางกลและกลไกของระบบ และโปรแกรมที่ใช้ในการควบคุมการทำงาน พบว่า โครงสร้างทางกลและกลไกของระบบสามารถรองรับวัตถุและเคลื่อนย้ายวัตถุได้แต่ยังไม่เป็นไปตามที่ได้ออกแบบไว้ เนื่องจากโครงสร้างที่ 2 ซึ่งใช้ระบบโซ่ลำเลียงมีปัญหา

ในการเคลื่อนย้ายวัตถุให้ไปถึงส่วนรองรับปลายทางไม่ได้ และคำสั่งที่เขียนด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ไม่สามารถทำงานได้ตามที่ออกแบบไว้

2.6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ไขชิ้นงาน

ปัญหาที่พบมีดังต่อไปนี้

2.6.1 การประกอบโครงสร้างไม่สามารถรับน้ำหนักของอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ต้องนำมาใช้งานร่วมกัน เช่น มอเตอร์ จึงต้องมีปรับเปลี่ยนวัสดุที่จะนำมาใช้ในการประกอบเป็นโครงสร้างสำหรับรับน้ำหนักของอุปกรณ์ที่ใช้ร่วมกันให้มีความแข็งแรงมากยิ่งขึ้น

2.6.2 คำสั่งที่เขียนด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ไม่สามารถทำงานได้ตามที่ออกแบบไว้ทั้งหมดเนื่องจากอุปกรณ์ต่าง ๆ ต้องใช้เวลาในการทำงาน ต้องมีการห้วงเวลาการทำงานบางส่วนเพื่อที่จะให้ระบบสามารถทำงานเป็นขั้นตอนได้ จึงต้องปรับปรุงการเขียนคำสั่งอีกครั้ง

3. ผลการทดลอง

3.1 จากการทดลองสามารถสร้างระบบอัตโนมัติแบบจำลองด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม สามารถลำเลียงวัตถุไปยังจุดหมายได้ โดยสามารถสรุปได้ดังต่อไปนี้

โครงสร้างที่ 1 เป็นโครงสร้างที่ใช้รางในการลำเลียงวัตถุ โดยใช้หลักการแรงโน้มถ่วงในการเคลื่อนที่ของวัตถุด้วยการนำแกนเพลมายึดติดกับมอเตอร์และลูกเบี้ยว และประกอบเข้ากับโครงสร้างของรางลำเลียงวัตถุ สามารถลำเลียงวัตถุ A ไปถึงส่วนท้ายของรางลำเลียงติดตั้งเซ็นเซอร์ไว้ได้

โครงสร้างที่ 2 เป็นโครงสร้างที่ใช้ในการลำเลียงวัตถุโดยใช้ระบบโซ่ลำเลียงในการลำเลียงวัตถุให้เคลื่อนที่ ด้วยการนำแกนเพลมายึดติดกับมอเตอร์ เฟือง และโซ่ลำเลียง สามารถลำเลียง B ที่วางไว้ด้านบนโซ่ลำเลียงไปตกลงที่ส่วนรองรับปลายทางได้

3.2 จากการทดลองการทำงานของระบบอัตโนมัติที่ควบคุมด้วยการโปรแกรม Scratch ร่วมกับอุปกรณ์สื่อสารระหว่างผู้ใช้กับอุปกรณ์อัตโนมัติ สามารถใช้โปรแกรม Scratch ร่วมกับ Notebook ในการเชื่อมต่อระหว่างผู้ใช้กับระบบอัตโนมัติ โดยทุกส่วนสามารถทำงานร่วมกันเพื่อจัดทำเป็นระบบอัตโนมัติสำหรับลำเลียงวัตถุ หลังจากมีการปรับปรุงระบบโซ่ลำเลียง และปรับปรุงคำสั่งของระบบคอมพิวเตอร์ให้มีการห้วงเวลา คำสั่งที่ใช้ในการควบคุมระบบสามารถทำงานได้ตามที่ออกแบบไว้และระบบสามารถลำเลียงวัตถุไปยังเป้าหมายได้อย่างสัมพันธ์กัน

4. สรุปและอภิปรายผล

การทดลองเพื่อศึกษาการทำงานของระบบอัตโนมัติที่ควบคุมด้วยการโปรแกรม Scratch ร่วมกับอุปกรณ์สื่อสารระหว่างผู้ใช้กับอุปกรณ์อัตโนมัติ โดยอุปกรณ์ที่ใช้เชื่อมต่อระหว่างผู้ใช้กับอุปกรณ์อัตโนมัติคือ Notebook เพื่อให้ผู้ใช้สามารถสั่งการระบบได้ง่าย เนื่องจากเป็นโปรแกรมทางภาษาคอมพิวเตอร์ที่มีล๊อคคำสั่งให้เลือกใช้ ด้วยการนำล๊อคคำสั่งมาต่อกันเพื่อสร้างรหัสคำสั่ง เพื่อสั่งให้โปรแกรม Scratch ทำงานตามที่ได้เขียนโปรแกรมไว้ และสามารถควบคุมระบบได้เพียงใช้คนเพียงคนเดียวทำให้สามารถลดปัญหาแรงงานในกระบวนการผลิตลงได้

การทดลองเพื่อศึกษาระบบอัตโนมัติแบบจำลองด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่สามารถลำเลียงวัตถุไปยังจุดหมายได้โดยใช้โปรแกรม Scratch สามารถทำงานได้โดยมีส่วนประกอบต่าง ๆ คือ โครงสร้างทางกล โปรแกรมควบคุมระบบ โดยการจัดทำส่วนประกอบของระบบอัตโนมัตินั้นต้องคำนึงถึงส่วนประกอบเพื่อให้ระบบสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ คือ การประกอบโครงสร้างทางกล จำเป็นต้องคำนึงถึงพื้นที่การทำงานในการติดตั้งระบบนี้เพื่อให้นำไปสามารถใช้ได้จริง และต้องคำนึงถึงความสามารถในการใช้งานของวัสดุที่จะนำมาประกอบโครงสร้างว่ามีความคงทนมากพอที่จะทำให้ระบบมีความเสถียร (อนันต์สิทธิ์ วังส์दान, 2560) ในกรณีที่วัตถุที่ต้องการลำเลียงมีน้ำหนักมากหรือมีรูปร่างอื่น ในด้านอุปกรณ์ที่ใช้ทำกลไกต่าง ๆ ที่ต้องประกอบเข้ากับโครงสร้างต้องประกอบกับโครงสร้างเพื่อให้สามารถทำงานร่วมกันได้ เช่น มอเตอร์ โดยต้องคำนวณจากน้ำหนักของอุปกรณ์ที่ต้องรองรับและระยะทางในการลำเลียงไปยังตำแหน่งที่ต้องการ เพราะฉะนั้นระบบที่นำมาใช้นี้จะมีข้อจำกัดเรื่องของน้ำหนักวัตถุที่ต้องการลำเลียง

5. เอกสารอ้างอิง

กระทรวงอุตสาหกรรม. (2565). แผนปฏิบัติราชการระยะ 5 ปี (พ.ศ. 2566 – 2570) ของกระทรวงอุตสาหกรรม. [เว็บไซต์].

จาก <https://psd.industry.go.th/th/5-year-government-action-plan>

บุญธรรม ภัทรจารุกุล. (2565). **หุ่นยนต์อุตสาหกรรม**. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่น.

ศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษา. (2566). Scratch โปรแกรมการเขียนโค้ดตั้ง. จาก <https://sciplanet.org/content/9938>

สถาบันวิทยาการหุ่นยนต์ภาคสนาม. (2560). **โครงการจัดทำยุทธศาสตร์การเพิ่มศักยภาพของอุตสาหกรรมไทยด้วยระบบการผลิตแบบอัตโนมัติ** (รายงานการวิจัย). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

อนันต์สิทธิ์ ว่างส์ตาน. (2560). **ระบบอัตโนมัติสำหรับตรวจนับและบรรจุคู่มือหลังการแพ็ค**. (รายงานการวิจัย). กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ระบบการควบคุมอัตราการไหลของน้ำและแสดงผลด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์

Water Flow Rate Control System and Display with Microcontroller

รุ่งอรุณ พรเจริญ^{1*} วรเอก อินทขันธ์¹ และณัฐวุฒิ นามบุตดี²

Rungaroon Porncharoen^{1*} Woraek Inthakantee¹ and Nattawut Nambuddee

¹ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

² สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

¹ Faculty of Industrial Education, Rajamangala University of Technology Phra Nakhon

² Office of Vocational Education Commission

* Rungaroon.s@rmutp.ac.th, 084-6807894

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและทดสอบกระบวนการทำงานของระบบควบคุมอัตราการไหลของน้ำและแสดงผลด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยอาศัยอุปกรณ์เซนเซอร์อัลตราโซนิกและแสดงผลผ่านโปรแกรมจำลอง มีกระบวนการทำงาน 2 ส่วน ได้แก่ 1) ระบบควบคุมอัตราการไหลของน้ำด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ และ 2) โปรแกรมจำลองแสดงผลการทำงานการวัดระดับน้ำและควบคุมการเปิดปิดน้ำ ซึ่งมีการทดสอบระบบแยกเป็น 5 ระดับ คือ 100 80 60 40 และ 20 ลิตร ทำการทดสอบจำนวน 10 ครั้ง ผลการวิจัยพบว่า ระบบควบคุมอัตราการไหลของน้ำและแสดงผลด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถทำการควบคุมอัตราการไหลของน้ำจากถังพักน้ำ 100 ลิตร เฉลี่ยอัตราการไหลอยู่ที่ 9.35 ลิตรต่ออนาที และเมื่อทำการทดสอบวัดระดับน้ำและควบคุมการเปิด/ปิดน้ำ 5 ระดับ พบว่า ระบบสามารถแสดงผลการวัดระดับน้ำและควบคุมการเปิด/ปิดน้ำได้อย่างแม่นยำ

คำสำคัญ: อัตราการไหลของน้ำ การแสดงผลระดับน้ำ ไมโครคอนโทรลเลอร์

Abstract

The purpose of this research is to create and test the working process of water flow control system and display with microcontroller. Using relying on an ultrasonic detector and displaying results through a simulation program. There are two parts of the work process: 1) water flow control system and 2) a simulation program showing the results of water level measurement and controlling the opening and closing of water. They divided the test system into 5 levels: 100, 80, 60, 40, and 20 liters, tested 10 times. The results showed that the water flow control system and the display with a microcontroller can control the water flow rate from a 100-liter water tank with an average flow rate of 9.35 liters per minute. And when testing the water level measurement and controlling the ON/OFF of the water at 5 levels. They found that the system could show the measurement results of the water level and control the ON/OFF of water accurately.

Keywords: Flow Rate, Water level display, Microcontroller

1. บทนำ

แหล่งน้ำเป็นทรัพยากรที่สำคัญที่สุดต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์สำหรับการประกอบอาชีพและกิจกรรมต่าง ๆ ประเทศไทยเป็นแผ่นดินทางการเกษตร เพราะดินดี น้ำดี มีลมและฝนตลอดปี แต่บางครั้งฝนไม่ตกตามฤดูกาลจึงทำให้ขาดน้ำส่งผลกระทบต่อเกษตรกร ซึ่งประเทศไทยยังมีจุดอ่อนในการบริหารจัดการน้ำในพื้นที่เพื่อใช้ควบคุมน้ำให้มีประสิทธิภาพเพียงพอต่อการเกษตร (พลนภา รัตนะ และคณะ, 2554) ด้วยเหตุนี้ทำให้เกษตรกรรุ่นใหม่จำเป็นต้องหาวิธีการจัดการน้ำโดยพัฒนาแหล่งน้ำเพื่อการเกษตรเพื่อให้ระบบการทำเกษตรมีน้ำใช้หมุนเวียนใช้ในการเกษตรได้ตลอดทั้งปี (สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน), 2566) การจัดการน้ำอย่างมีประสิทธิภาพนั้นต้องอาศัยปัจจัยทางด้านกายภาพ ชีวภาพ สิ่งแวดล้อม รวมไปถึงปริมาณการใช้น้ำหรือการกักเก็บน้ำที่สามารถนำไปใช้วางแผนเพื่อพัฒนาด้านการเกษตรได้ ดังนั้น ปริมาณการไหลของน้ำจึงส่งผลกระทบต่อการเพาะปลูกทางการเกษตรเป็นอย่างยิ่งที่ต้องมีปริมาณการไหลและระดับน้ำที่ถูกต้องและแม่นยำ เพื่อช่วยในการวางแผนการใช้น้ำเพื่อการเกษตรให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพและเป็นการใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ

ปัจจุบันเทคโนโลยีเซนเซอร์อัลตราโซนิก (Ultrasonic Sensor) เป็นอุปกรณ์หนึ่งที่มีการนำมาประยุกต์ใช้งานหลายด้าน เช่น การตรวจจับเพื่อนำทางการค้นหาวัด การตรวจวัดและแจ้งเตือนปริมาณน้ำทางการเกษตร เครื่องวัดอัตราการไหล (Flow

Meter) แบบอัลตราโซนิก สำหรับการวัด flow ของน้ำโดยไม่ต้องตัดต่อท่อ ซึ่งทำให้สะดวกสบายมากยิ่งขึ้นเนื่องจากไม่ต้องทำการหยุดกระบวนการเพื่อติดตั้งเซ็นเซอร์ และยังสามารถย้ายจุดการวัดได้อย่างอิสระ (อนุรักษ์ โนนาน, 2563)

จากเหตุผลดังกล่าว คณะผู้วิจัยจึงแนวคิดที่นำเทคโนโลยีเซ็นเซอร์อัลตราโซนิกมาพัฒนาการทำการเกษตรเพื่อช่วยในการจัดการน้ำด้วยระบบการควบคุมอัตราไหลของน้ำและแสดงผลด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งเป็นการประยุกต์ใช้ความรู้ด้านการนำอุปกรณ์เซ็นเซอร์เพื่อใช้ในการตรวจวัดและควบคุมระบบระดับน้ำสำหรับการใช้น้ำด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์และสามารถวัดระดับน้ำเพื่อควบคุมการเปิดปิดน้ำได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ

1.1 วัตถุประสงค์การวิจัย

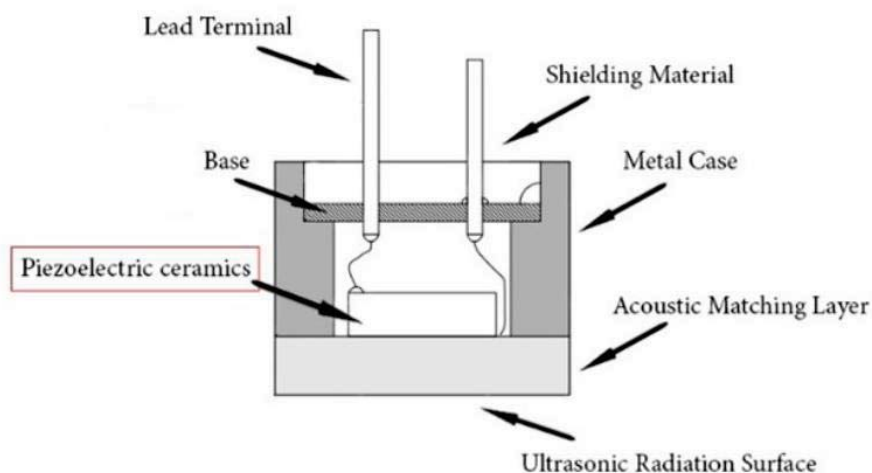
1.1.1 เพื่อสร้างและพัฒนาาระบบควบคุมอัตราไหลของน้ำด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์

1.1.2 เพื่อทดสอบกระบวนการทำงานของระบบควบคุมอัตราไหลของน้ำและแสดงผลด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์

1.2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.2.1 เอกสารทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

อุปกรณ์เซ็นเซอร์อัลตราโซนิก เป็นเซ็นเซอร์ที่ใช้วัดระดับประเภทอัลตราโซนิกหรือระยะทางชนิดหนึ่งโดยอาศัยหลักการสะท้อนของคลื่นความถี่สูงอัลตราโซนิก โดยอุปกรณ์จะปล่อยคลื่นอัลตราโซนิกให้กระทบกับวัตถุ จากนั้นรอกคลื่นอัลตราโซนิกสะท้อนกลับมายังเซ็นเซอร์เพื่อคำนวณหาระยะทางที่วัดได้ ซึ่งการทำงานของเซ็นเซอร์อัลตราโซนิกจะมีส่วนประกอบสำคัญที่มีสัมพันธ์กัน ซึ่งแต่ละอุปกรณ์นั้นจะมีหน้าที่แตกต่างกัน ส่วนแรกคือวงจรกำเนิดสัญญาณความถี่ (Oscillator) จะเป็นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ผลิตสัญญาณออกมาซ้ำๆ กันคือความถี่สั่นพ้อง (Resonance) และถูกส่งไปยัง Piezoelectric Ceramics ดังภาพ (A) เพื่อให้เกิดการสั่นแทกกับความถี่ธรรมชาติของ Piezoelectric Ceramics ส่งผลทำให้เกิดค่าแอมพลิจูดสูงสุดเท่าที่จะสามารถเกิดขึ้นได้ และส่งคลื่นอัลตราโซนิกออกไป ดังภาพที่ 1 (บริษัท โอเมก้า เมชเชอริง อินสทรูमेंท์ จำกัด, 2564)



ภาพที่ 1 ตำแหน่งของ Piezoelectric Ceramics

ไมโครคอนโทรลเลอร์ เป็นอุปกรณ์ควบคุมขนาดเล็กซึ่งมีความสามารถที่คล้ายคลึงกับระบบคอมพิวเตอร์ โดยรวบรวมเอาซีพียู หน่วยความจำ และพอร์ตซึ่งเป็นส่วนประกอบหลักที่สำคัญของระบบคอมพิวเตอร์เข้าด้วยกัน หลักการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ คือ จะนำมาใช้ในการควบคุมระบบหรืออุปกรณ์ต่างๆ และสามารถนำมาประยุกต์ใช้งานได้อย่างหลากหลาย โดยผ่านการออกแบบวงจรให้เหมาะสมกับลักษณะงานนั้นๆ และสามารถรับโปรแกรมคำสั่งภาษาซี เพื่อควบคุม INPUT/OUTPUT ในการสั่งงานไปควบคุมระบบหรืออุปกรณ์นั้นๆ สามารถใช้ได้ทั้ง ระบบ Analog และ ระบบ Digital (บุญธง วสุรีย์ และธานีล ม่วงพูล, 2561)

1.2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

นลินรัตน์ วิศวกิตติ และคณะ (2561) ได้นำเสนอระบบอัตโนมัติในการรายงานอุณหภูมิและอัตราการไหลของน้ำในเครื่องจักรผ่านเว็บแอปพลิเคชัน เพื่อป้องกันความเสียหายต่อผลิตภัณฑ์และเครื่องจักรอันเนื่องมาจากการสะสมความร้อนมาจากจนเกินไปภายในห้องผสมผลิตภัณฑ์ ซึ่งระบบจะส่งข้อมูลอุณหภูมิและอัตราการไหลของน้ำในเครื่องจักรจากบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์แสดงผลบนเว็บแอปพลิเคชันของระบบ ผลจากการทดสอบ พบว่า ระบบอัตโนมัติที่พัฒนาขึ้นสามารถดูค่า

อุณหภูมิและอัตราการไหลเข้าและออกของน้ำที่รับค่าข้อมูลจากเซนเซอร์ที่ติดตั้งในระบบผ่านเว็บแอปพลิเคชันได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ

ภูชิต เที่ยงธรรม และคณะ (2562) ได้ทำการพัฒนาระบบการวัดอัตราการไหลของน้ำในแม่น้ำแสดงผลผ่านอินเทอร์เน็ตให้มีความถูกต้อง โดยการนำเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตสรรพสิ่งเข้ามาช่วยเพื่อให้เกิดความสะดวกแก่ผู้ใช้งานขณะปฏิบัติงานภาคสนาม ผลจากการทดสอบพบว่า ระบบการวัดนี้แสดงค่าการวัดได้ถูกต้องอยู่ในช่วง 0-2 KHz ซึ่งเพียงพอต่อการใช้วัดอัตราการไหลของน้ำในแม่น้ำ

พรทิพย์ กัญญา และคณะ (2565) ได้ทำการพัฒนาระบบเกษตรอัจฉริยะ ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาทดสอบประสิทธิภาพและประเมินคุณภาพระบบเกษตรอัจฉริยะ โดยนำแนวคิดกระบวนการเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาระบบพร้อมด้วยเทคโนโลยี IoT โดยใช้ Blynk Application ทำงานร่วมกับ NodeMCU จากนั้นนำระบบที่ได้ไปทดสอบหาประสิทธิภาพผลการวิจัยพบว่า ระบบเทคโนโลยีเกษตรอัจฉริยะประกอบด้วยระบบควบคุมอุณหภูมิ ระบบควบคุมความชื้นของดิน ระบบควบคุมแสง ระบบควบคุมปริมาณน้ำ และแอปพลิเคชันที่สามารถควบคุมการทำงานของเซนเซอร์ผ่านโทรศัพท์มือถือแบบสมาร์ตโฟน ส่งผลให้ประสิทธิภาพการทำงานในภาพรวมสามารถควบคุมการทำงานของเซนเซอร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. วิธีการวิจัย

2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

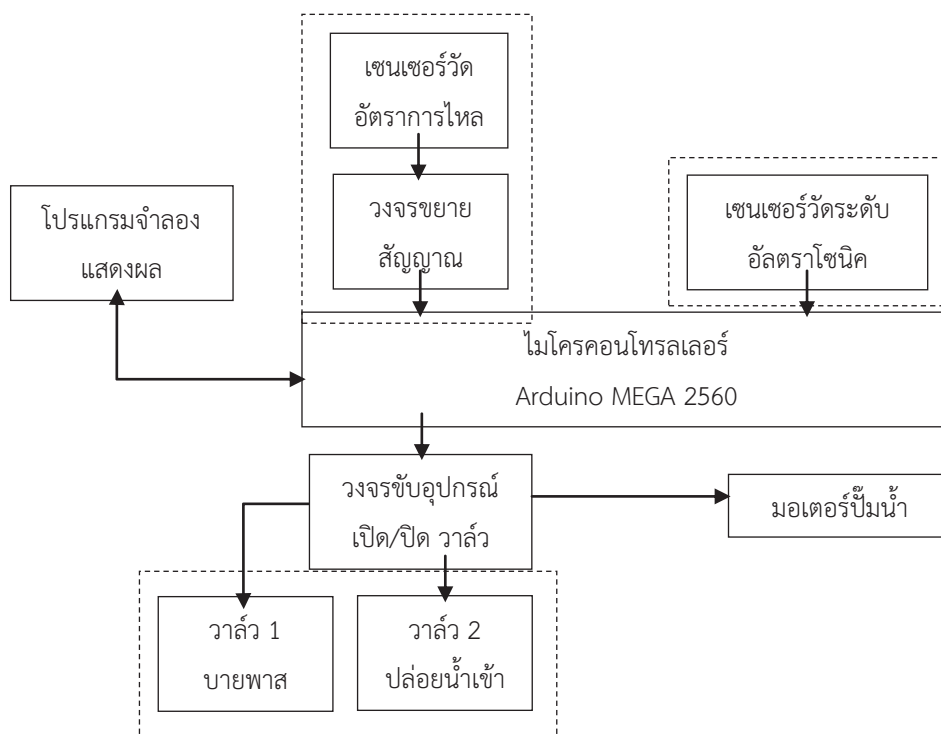
- 2.1.1 ระบบควบคุมอัตราไหลของน้ำด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์
- 2.1.2 โปรแกรมจำลองแสดงผลการทำงานการวัดระดับน้ำและควบคุมการเปิดปิดน้ำ
- 2.1.3 แบบบันทึกเวลาการเปิดปิดน้ำด้วยระบบควบคุม

2.2 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

การพัฒนาระบบการควบคุมอัตราไหลของน้ำและแสดงผลด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ คณะผู้วิจัยได้มีกระบวนการทำงาน 2 ส่วน ได้แก่ 1) ระบบควบคุมอัตราไหลของน้ำด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ และ 2) โปรแกรมจำลองแสดงผลการทำงานการวัดระดับน้ำและควบคุมการเปิด/ปิดน้ำ มีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

2.2.1 การสร้างและออกแบบระบบควบคุมอัตราไหลของน้ำด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์

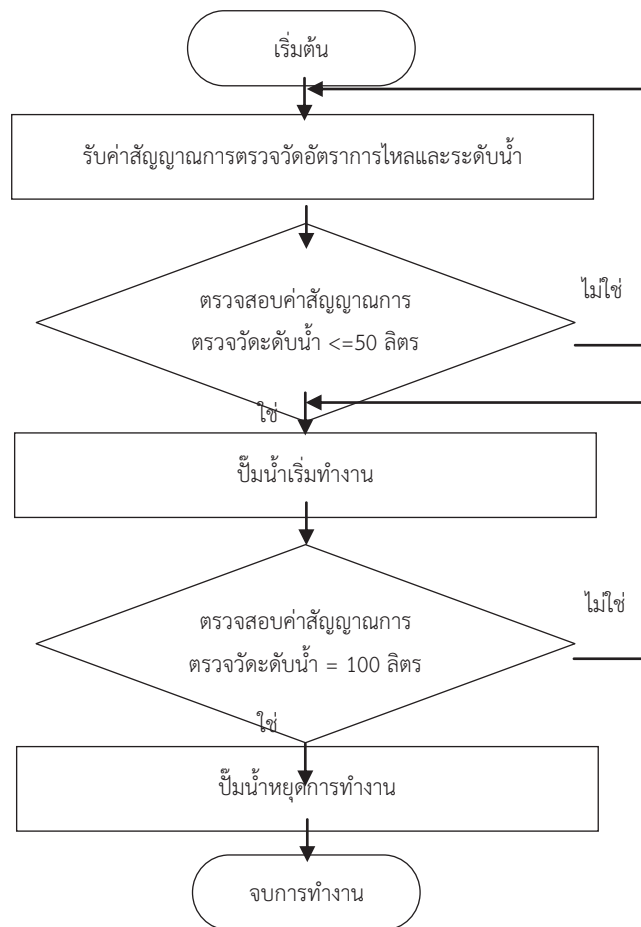
การสร้างและออกแบบนั้นได้ดำเนินการศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับชิ้นงานจากนั้นดำเนินการออกแบบโครงสร้างการทำงานของภาพรวมของระบบดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 โครงสร้างการทำงานของภาพรวมของระบบ

จากภาพที่ 2 ระบบการควบคุมอัตราไหลของน้ำและแสดงผลด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ Mega 2560 เป็นตัวควบคุมการทำงาน เริ่มจากวาล์ว 1 เป็นตัวส่งน้ำเข้าไปถึงน้ำ โดยโปรแกรมทำการคำนวณค่าที่ได้รับจากเซนเซอร์วัดอัตราการไหลและวัดระดับน้ำเพื่อตรวจสอบน้ำภายในถัง จากนั้นเซนเซอร์วัดอัตราการไหลจะทำการวัดอัตราการไหลจากท่อก่อนที่จะส่งน้ำไปยังถังน้ำเพื่อทำการควบคุมอัตราการไหลของน้ำให้มีอัตราตามที่ เซนเซอร์วัดระดับน้ำจะทำการวัดระดับน้ำตลอดเวลาเพื่อตรวจสอบระดับน้ำให้อยู่ในจุดที่กำหนด เมื่อทำการวัดค่าจากเซนเซอร์แล้วส่งไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ Mega 2560 เพื่อทำการประมวลผลและผ่านโปรแกรมจำลองแสดงผลที่แสดงถึงอัตราการไหลและระดับน้ำรวมถึงการเปิด/ปิดน้ำ ซึ่งกรณีที่น้ำในถังถึงจุดที่กำหนดรีเลย์จะทำการควบคุมวาล์ว 2 เพื่อปล่อยน้ำในถังออกเพื่อป้องกันน้ำล้น

2.2.2 การสร้างส่วนเซนเซอร์วัดระดับน้ำและโปรแกรมจำลองแสดงผลการทำงานการวัดระดับน้ำและควบคุมการเปิด/ปิดน้ำ เริ่มจากการเขียนระบบควบคุมร่วมกับเซนเซอร์วัดระดับน้ำเพื่อหาค่าที่เปิด/ปิดน้ำในถังว่าเต็มหรือหมดอย่างไร และดำเนินการเขียนระบบเพื่อตั้งค่าการเปิด/ปิดการทำงานของรีเลย์เพื่อให้ปั้มน้ำทำงาน ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 ผังการทำงานของโปรแกรมจำลองแสดงผล

จากภาพที่ 3 ผังการทำงานของโปรแกรมจำลองแสดงผลการทำงานการวัดระดับน้ำและควบคุมการเปิด/ปิดน้ำ เป็นการควบคุมการเปิดปิดของปั้มน้ำ เริ่มจากรับสัญญาณการตรวจวัดอัตราการไหลและระดับน้ำ ระบบทำการตรวจสอบค่าสัญญาณการตรวจวัดระดับน้ำจากตัวเซนเซอร์ทุก ๆ ถ้าระดับน้ำน้อยกว่าหรือเท่ากับ 50 ลิตร ปั้มน้ำเริ่มทำงานกักเก็บน้ำใส่ถังน้ำจนกว่าจะเต็มถึงน้ำจำนวน 100 ลิตร เมื่อถึงน้ำเต็มจำนวน 100 ลิตร ปั้มน้ำหยุดทำงาน

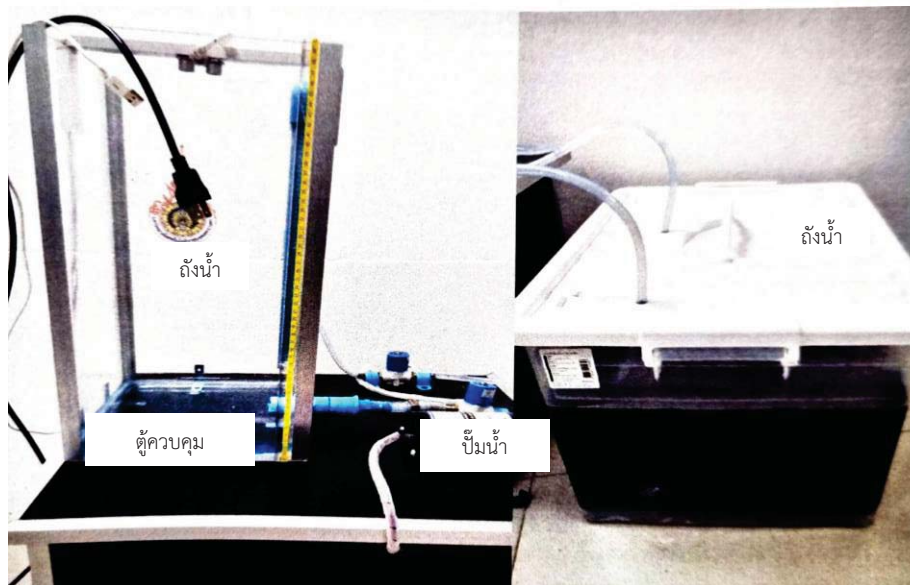
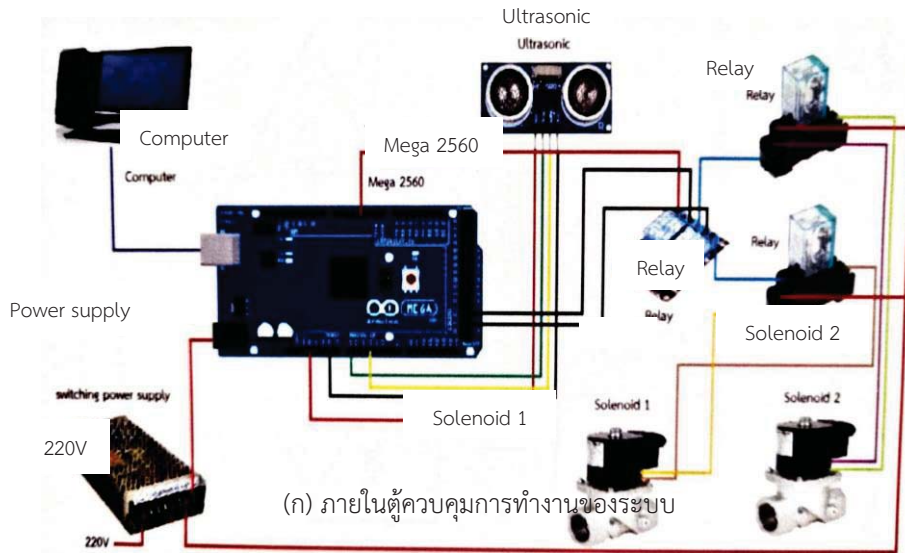
2.2.3 การทดสอบระบบ คณะผู้วิจัยได้ดำเนินการทดสอบระบบควบคุมอัตราไหลของน้ำและแสดงผลที่พัฒนาขึ้นเป็นการทดสอบอัตราการไหลของน้ำจากปั้มน้ำลงถังน้ำ ขนาด 100 ลิตร และอัตราการไหลของน้ำที่ควบคุมด้วยโซลินอยด์วาล์วในการปล่อยน้ำลงอ่างน้ำ การทดสอบระบบแยกเป็น 5 ระดับ คือ 100 80 60 40 และ 20 ลิตร ทำการทดสอบจำนวน 10 ครั้ง และนำข้อมูลที่ได้นำวิเคราะห์ต่อไป

3. ผลการวิจัย

จากการสร้างและทดสอบการทำงานของระบบการควบคุมอัตโนมัติและแสดงผลระดับน้ำด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ มีรายละเอียดตามวัตถุประสงค์ ดังนี้

3.1 ผลการสร้างและพัฒนาระบบควบคุมอัตโนมัติของน้ำด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์

คณะผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างและพัฒนาระบบควบคุมอัตโนมัติของน้ำตามขั้นตอนการวิจัย โดยนำข้อมูลจากการศึกษาวิเคราะห์ มาจัดทำระบบควบคุมอัตโนมัติของน้ำ ดังภาพที่ 4



(ข) ภายนอกของระบบการควบคุมอัตโนมัติ

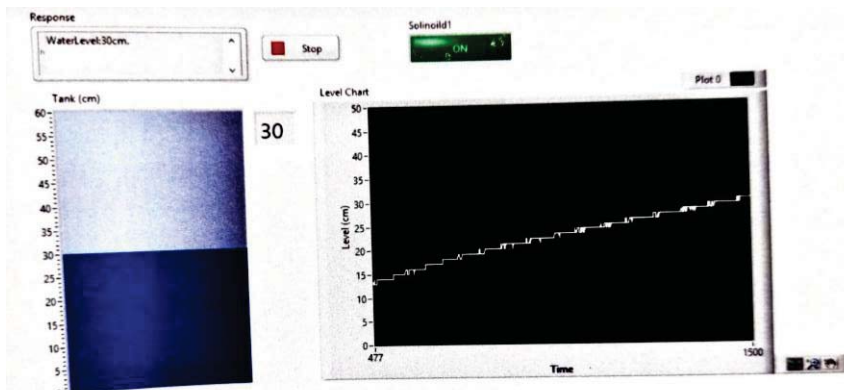
ภาพที่ 4 ระบบการควบคุมอัตโนมัติและแสดงผลระดับน้ำด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์

จากภาพที่ 4 ระบบการควบคุมอัตโนมัติด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ ประกอบด้วย 2 ส่วน ได้แก่ (ก) ภายในตู้ควบคุมการทำงานของระบบ ซึ่งมีอุปกรณ์ที่สำคัญในการสร้างระบบควบคุม คือ ไมโครคอนโทรลเลอร์ Mega 2560 เซนเซอร์อัลตราโซนิก รีเลย์ และโซลินอยด์วาล์ว และ (ข) ภายนอกของระบบการควบคุมอัตโนมัติ มีโครงสร้างคือ ตู้ควบคุม ถังน้ำ และปั้มน้ำ และได้ทำการเชื่อมต่อไปยังการแสดงผลด้วยโปรแกรมจำลองที่พัฒนาขึ้น เพื่อให้ทำแสดงผลการทดสอบอัตราการไหลและระดับน้ำ รวมถึงการเปิด/ปิดน้ำของปั้มน้ำ

จากการทดสอบระบบ พบว่า อัตราการไหลของน้ำจากปั้มน้ำลงถังพักน้ำ 100 ลิตร โดยมีอัตราการไหลของน้ำเฉลี่ยอยู่ที่ 9.35 ลิตรต่อนาที

3.2 ผลการทดสอบกระบวนการทำงานของระบบควบคุมอัตราไหลของน้ำและแสดงผลด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์

จากการทดสอบกระบวนการทำงานของระบบควบคุมอัตราไหลของน้ำและแสดงผลระดับเพื่อควบคุมการเปิด/ปิดของปั้มน้ำ คณะผู้วิจัยได้ทดสอบระบบโดยกำหนดค่าระดับน้ำ 5 ระดับ คือ 100 80 60 40 และ 20 ลิตร ทำการทดสอบจำนวน 10 ครั้ง ซึ่งการกำหนดค่าระดับน้ำที่มีปริมาณน้ำน้อยกว่าหรือเท่ากับ 50 ลิตร ปั้มน้ำจะเริ่มทำงานสูบน้ำเข้าถังพักน้ำ และเมื่อระดับน้ำมีปริมาณ 100 ลิตร ปั้มน้ำจะหยุดทำงาน การแสดงผลและทดสอบ ดังภาพที่ 5 และตารางที่ 1



ภาพที่ 5 การแสดงผลโปรแกรมจำลองอัตราการไหลและระดับน้ำ รวมถึงการเปิด/ปิดของปั้มน้ำ

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบระดับน้ำและควบคุมการเปิด/ปิดของปั้มน้ำ

ระดับน้ำ (ลิตร)	สถานะทำงานของปั้มน้ำ (ครั้งที่)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
100	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF
80	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF
60	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF
40	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON
20	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON

จากตารางที่ 1 ผลการทดสอบกระบวนการทำงานของระบบควบคุมอัตราไหลของน้ำและแสดงผลด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ที่พัฒนาขึ้น คณะผู้วิจัยได้ดำเนินการทดสอบการทำงานของอุปกรณ์เซนเซอร์เพื่อควบคุมปั้มน้ำ โดยทำการทดสอบระดับของน้ำ 5 ระดับ ได้แก่ ระดับน้ำ 100 80 60 40 และ 20 ลิตร สำหรับควบคุมการเปิด/ปิดของปั้มน้ำ ซึ่งทำการทดสอบจำนวน 10 ครั้งในพื้นที่กลุ่มเป้าหมาย ผลการทดสอบ พบว่า ระบบสามารถทำการเปิด/ปิดปั้มน้ำได้ถูกต้องแม่นยำทุกครั้ง

4. สรุป

ระบบการควบคุมอัตราไหลและแสดงผลระดับน้ำด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ที่พัฒนาขึ้น ประกอบด้วย ส่วนระบบควบคุมอัตราไหลของน้ำด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ และส่วนแสดงผลโปรแกรมจำลองการทำงานการวัดระดับน้ำและควบคุมการเปิด/ปิดน้ำ ซึ่งการระบบควบคุมอาศัยการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ร่วมกับเซนเซอร์อัลตราโซนิกเพื่อทำการวัดอัตราการไหลและระดับน้ำ เพื่อตรวจสอบระดับน้ำให้อยู่ในจุดที่กำหนด หากค่าระดับน้ำที่มีปริมาณน้ำน้อยกว่าหรือเท่ากับ 50 ลิตร ปั้มน้ำจะเริ่มทำงานสูบน้ำเข้าถังพักน้ำ และเมื่อระดับน้ำมีปริมาณ 100 ลิตร ปั้มน้ำจะหยุดทำงาน นอกจากนั้นการไหลของน้ำจากปั้มน้ำได้ทำการควบคุมด้วยโซลินอยด์วาล์วที่สามารถเชื่อมต่อระบบควบคุมระดับน้ำได้อย่างต่อเนื่อง โดยมีสมรรถนะของการเติมน้ำมีประสิทธิภาพส่งผลให้ระบบสามารถทำการเปิด/ปิดปั้มน้ำได้ถูกต้องแม่นยำทุกครั้ง สอดคล้องกับงานวิจัยของนลินรัตน์ วิศวภิตติ และคณะ (2561) ได้นำเสนอระบบอัตโนมัติในการรายงานอุณหภูมิและอัตราการไหลของน้ำในเครื่องจักรผ่านเว็บแอปพลิเคชัน โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุม ผลจากการทดสอบ พบว่า ระบบอัตโนมัติที่พัฒนาขึ้นสามารถดูค่าอุณหภูมิและอัตราการไหลเข้าและออกของน้ำที่รับค่าข้อมูลจากเซนเซอร์ที่ติดตั้งในระบบผ่านเว็บแอปพลิเคชันได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ และพรทิพย์ กัญญา และ

คณะ (2565) ได้ทำการพัฒนาระบบเกษตรอัจฉริยะที่ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมการทำงานร่วมกับเซนเซอร์ต่าง ๆ ผลการทดสอบพบว่า ระบบการทำงานของเซนเซอร์มีการทำงานตรงตามเงื่อนไขและมีการทำงานภาพรวม สามารถควบคุมการทำงานของเซนเซอร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพแม่นยำ

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนครที่ให้การสนับสนุนพื้นที่ในการทดลองงานวิจัย และขอขอบคุณสาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมที่ให้คำปรึกษาในการดำเนินการวิจัยครั้งนี้

6. เอกสารอ้างอิง

- นลินรัตน์ วิศวกิตติ และคณะ. (2561). ระบบอัตโนมัติในการรายงานอุณหภูมิและอัตราการไหลของน้ำในเครื่องจักรผ่านเว็บแอปพลิเคชัน. *การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 12*. (GN-07). นครนายก: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- บริษัท โอเมก้า เมชเซอริง อินสตรูमेंท์ จำกัด. (2564). *Ultrasonic Sensor*. สืบค้น 30 ตุลาคม 2564. จาก <https://www.omi.co.th/th/article/ultrasonic-sensor>
- บุญธง วสุรีย์ และธานีล ม่วงพูล. (2561). ระบบควบคุมการให้น้ำสำหรับแพะไล่ทุ่งแบบอัตโนมัติ. *วารสารวิชาการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศและนวัตกรรม*, 5(2), 155-162.
- ภูษิต เทียงธรรม และคณะ. (2562). ระบบการวัดอัตราการไหลของน้ำในแม่น้ำแสดงผลผ่านอินเทอร์เน็ต. *การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ ครั้งที่ 4 และการประชุมระดับนานาชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ ครั้งที่ 1*. (1-8). กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์.
- พรทิพย์ กัญญา และคณะ. (2565). การพัฒนาระบบเกษตรอัจฉริยะ. *Industrial Technology Journal*, 7(1), 33-45.
- พลนภา รัตน์ะ และคณะ. (2554). รูปแบบการจัดการน้ำเพื่อการเกษตรอย่างมีส่วนร่วมของกลุ่มผู้ใช้น้ำอ่างเก็บน้ำห้วยวังกล้า บ้านโนนอุดม ตำบลไร่ อำเภอพรรณานิคม จังหวัดสกลนคร (รายงานวิจัย). กรุงเทพมหานคร: สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.).
- สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน). (2564). *แนะเทคนิค! บริหารจัดการน้ำ การพัฒนาแหล่งน้ำเพื่อการเกษตร ช่วยประหยัดน้ำ และยังลดต้นทุนในภาคเกษตร*. สืบค้น 30 ตุลาคม 2564. จาก https://www.arda.or.th/knowledge_detail.php?id=13
- อนุรักษ โนนาน. (2563). การศึกษาและเปรียบเทียบผลการวัดความสูงของวัตถุที่มีรูปทรงต่างกันด้วยการใช้เซนเซอร์อัลตราโซนิก. *วารสาร Engineering Transactions : A Research Publication of Mahanakorn University of Technology*, 23(1), 13-23.

เครื่องส่งสัญญาณฉุกเฉินสำหรับผู้สูงอายุโดยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (Designing Emergency Transmitter for the Elderly through Engineering Design Process)

ปลื้ม แซ่दान ภัทรพล ทวีรัตน์ พิเศษฐศิริ เส็งพานิชย์ เตวิชชา วงศ์เดิม

Maria Lourdes C. Bacong และ ธัญญารัตน์ สายใหม่^{1,*}

Pluem Saedan, Pattharapol Thaweerat, Pisetsiri Sengpanit, Tewitcha Vongderm,

Maria Lourdes C. Bacong and Thanyarat Saimai

โรงเรียนสาธิตนวัตกรรมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี อ.ธัญบุรี จ.ปทุมธานี

Innovation Demonstration School Rajamangala University of Technology Thanyaburi,

Thanyaburi, Pathumthani, THAILAND

*Corresponding Author E-mail: thanyarat_s@mutt.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษากระบวนการออกแบบเครื่องส่งสัญญาณฉุกเฉินสำหรับผู้สูงอายุโดยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม 2) ศึกษาความพึงพอใจของผู้สูงอายุที่มีต่อการใช้งานเครื่องส่งสัญญาณฉุกเฉินสำหรับผู้สูงอายุโดยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ตามแนวคิดการพัฒนานวัตกรรมสิ่งประดิษฐ์ของหลักสูตรสถานศึกษา กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ ผู้สูงอายุ จำนวน 5 คน โดยการเลือกตัวอย่างแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย เครื่องส่งสัญญาณฉุกเฉินสำหรับผู้สูงอายุโดยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม แบบสอบถามความพึงพอใจ และวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่า 1) เครื่องส่งสัญญาณฉุกเฉินสำหรับผู้สูงอายุโดยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเป็นอุปกรณ์ไร้สาย เมื่อกดปุ่มแจ้งเตือนเครื่องจะส่งสัญญาณเสียงเพื่อขอความช่วยเหลือจากผู้ที่อยู่ใกล้ และเมื่อกดปุ่มฉุกเฉิน เครื่องจะส่งตำแหน่งของผู้สูงอายุไปยังแอปพลิเคชันของโทรศัพท์ที่ตั้งค่าไว้ เครื่องส่งสัญญาณฉุกเฉินสำหรับผู้สูงอายุโดยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมใช้บอร์ด ESP8266 รับส่งข้อมูลไปยังบอร์ด Arduino ใช้คำสั่งควบคุมงานด้วยภาษาซี แสดงผลด้วยหน้าจอด้วย OLED ใช้โปรแกรม Arduino IDE ควบคุมการทำงานของบอร์ด ติดตั้ง SIM800L GPRS Module เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต ส่งข้อมูลเบอร์โทรศัพท์และตำแหน่งไปยังหมายเลขที่ตั้งค่าไว้ และแสดงผลสัญญาณเสียงขอความช่วยเหลือด้วย Buzzer 2) ความพึงพอใจการใช้งานของเครื่องส่งสัญญาณฉุกเฉินโดยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมสำหรับผู้สูงอายุในภาพรวมผู้ใช้งานมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

คำสำคัญ: เครื่องส่งสัญญาณฉุกเฉิน, ผู้สูงอายุ, กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

Abstract

The Objectives of this Research were to: 1) Rstudy the Design Process of Emergency Transmitters for the Elderly through Engineering Design Process 2) Study the Satisfaction of the Elderly toward the use of Emergency Transmitters through Engineering Design Process. According to the Concept of Invention, Innovation, and Development of the Curriculum, The Target Group used in the Research Comprised ten Elderly People Identified through Purposive Sampling. The Research tools Consisted of Emergency Transmitter and Satisfaction Questionnaire. Data were Analyzed using Mean, Standard Deviation, and Percentage. The Results Showed that 1) the Emergency Transmitter for the Elderly through Engineering Eesign Process is a Wireless Device. When the Alarm Button is Pressed, the unit Sounds an Audible Signal to Call for Help from those Nearby. Also, the Device Sends the Location of the Elderly Person to the Application on the Phone that was Set. The Design of the Emergency Transmitter for the Elderly through the Engineering Design Process had the ESP8266 Board to Transmit Data to the Arduino Board, used C - Programming Language to Control the Commands to Display with OLED Screen, Used Arduino IDE Program to Control Board Operation, and Contained an Installed SIM800L GPRS Module to Connect to the Internet. Phone Number and Location Information Were Sent to Preset Numbers and Display the Sound Signal to Enable the buzzer. 2) The Overall

Satisfaction in Having the Designed Emergency Transmitter Through the Engineering Design Process for the Elderly Revealed that users were 'Most Satisfied' According to the Assumptions Set.

Keywords: Emergency Transmitter, Aging, Engineering Design Process

1. บทนำ

ปัจจุบันประเทศไทยก้าวเข้าสู่ภาวะสังคมผู้สูงอายุ เป็นผลจากความเจริญก้าวหน้าทางการแพทย์ และระบบสาธารณสุขที่มีความทันสมัย ทำให้ประชากรมีอายุขัยเฉลี่ยมากขึ้น ซึ่งส่งผลให้ประเทศไทยมีสัดส่วนของผู้สูงอายุเพิ่มมากขึ้นเป็นลำดับ จึงทำให้สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างประชากรของประเทศอยู่ในระยะที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วจากการคาดประมาณประชากรของประเทศไทย ข้อมูลจากวิทยาลัยประชากรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และมูลนิธิสถาบันวิจัยและพัฒนาผู้สูงอายุไทย พบว่าผลการคาดประมาณประชากรของประเทศไทย พ.ศ. 2553-2583 มีสัดส่วนของประชากรสูงอายุวัยปลาย (อายุ 80 ปีขึ้นไป) มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นอย่างชัดเจน มูลนิธิสถาบันวิจัยและพัฒนาผู้สูงอายุไทย, (2556: 12-13) กล่าวว่าสัดส่วนของผู้สูงอายุวัยปลายจะเพิ่มจากประมาณร้อยละ 12.7 ของประชากรสูงอายุทั้งหมดเป็นเกือบ 1 ใน 5 ของประชากรสูงอายุ ซึ่งการเพิ่มขึ้นของประชากรสูงอายุวัยปลายนี้ จะสะท้อนถึงการสูงอายุขึ้นของประชากรสูงอายุในประเทศไทยมีสัดส่วนเพิ่มสูงขึ้น กรมควบคุมโรคเมษายน, (2562) กล่าวว่าสังคมผู้สูงอายุ (Ageing Society) เป็นแนวโน้มที่ทุกชาติทั่วโลกหลีกเลี่ยงไม่ได้ โดยองค์การสหประชาชาติคาดการณ์ไว้ว่าทั่วโลกจะมีประชากรที่มีอายุมากกว่า 60 ปี ถึง 1,200 ล้านคน ในปี พ.ศ. 2568 และ 2,000 ล้านคน ในปี พ.ศ. 2593 หรือคิดเป็นร้อยละ 20 ของประชากรโลกทั้งหมด และในปี พ.ศ. 2578 จะมีประชากรผู้สูงอายุสูงถึงร้อยละ 28.55 ของประชากรทั้งประเทศ การเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องของผู้สูงอายุ จากรายงานการประเมินและคัดกรองสุขภาพจำแนกตามความสามารถในการทำกิจวัตรประจำวันของผู้สูงอายุ โดยกระทรวงสาธารณสุข ผ่านระบบคลังข้อมูลด้านการแพทย์และสุขภาพ (Health Data Center : HDC) ข้อมูล ณ วันที่ 31 สิงหาคม 2565 พบว่า เป็นกลุ่มติดสังคม ร้อยละ 96.66 ติดบ้าน ร้อยละ 2.73 และติดเตียง ร้อยละ 0.62 ปัญหาสุขภาพผู้สูงอายุที่พบ มักเจ็บป่วยด้วยโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง ได้แก่ โรคหัวใจและหลอดเลือด ร้อยละ 15.55 โรคเบาหวาน ร้อยละ 9.84 โรคความดันโลหิตสูง ร้อยละ 7.72 ภาวะสมองเสื่อม ร้อยละ 0.88 และภาวะหกล้ม ร้อยละ 3.12 Charoenwong, Kongkun, Chansangrat & Sriwan, (2018) กล่าวถึงวัยสูงอายุเป็นวัยที่ต้องเผชิญกับการเปลี่ยนแปลงหน้าที่การทำงานส่งผลทำให้รายได้และความภาคภูมิใจในตนเองลดลง มีการสูญเสียคู่สมรส เพื่อนฝูงที่ใกล้ชิด จะทำให้รู้สึกท้อแท้หมดหวัง บุคลิกภาพเปลี่ยนไป น้อยใจ อ่อนไหวง่าย วิตกกังวล รู้สึกไม่มั่นคง ปลอดภัย ต้องการเพื่อนคุยเพื่อคลายความเหงา และต้องการอุปกรณ์ช่วยเหลือดูแลบางเวลา ดังนั้นเพื่อให้ทันต่อสถานการณ์ที่เปลี่ยนไปการนำเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (Internet of things) จึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่สามารถอำนวยความสะดวกสำหรับผู้สูงอายุที่ต้องอยู่บ้านคนเดียว หรือผู้ป่วยติดเตียง โดยการออกแบบเครื่องส่งสัญญาณฉุกเฉินสำหรับผู้สูงอายุโดยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ซึ่งกองระบบและบริหารข้อมูลเชิงยุทธศาสตร์ การอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (2565) กล่าวว่า อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง หมายถึง วัตถุ อุปกรณ์ พาหนะ สิ่งของเครื่องใช้ และสิ่งอำนวยความสะดวกในชีวิตอื่น ๆ ที่มนุษย์สร้างขึ้นโดยมีการฝังตัวของวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ซอฟต์แวร์ เซ็นเซอร์ และการเชื่อมต่อกับเครือข่าย ซึ่งวัตถุสิ่งของเหล่านี้สามารถเก็บบันทึกและแลกเปลี่ยนข้อมูลกันได้ อีกทั้งสามารถรับรู้สภาพแวดล้อมและถูกควบคุมได้จากระยะไกล ผ่านโครงสร้างพื้นฐานการเชื่อมต่อเข้ากับสมาร์ตโฟนเท่านั้น แต่อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง สามารถประยุกต์ใช้กับอุปกรณ์ทุกอย่างที่ถูกออกแบบมาให้เชื่อมโยงกันได้บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อที่จะสามารถสื่อสารกันได้ และมีการประยุกต์ใช้ในภาครัฐบาล ภาคเอกชน ภาคอุตสาหกรรมการผลิต ตลอดจนประชาชนทั่วไปได้นำ อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง ไปประยุกต์ใช้ในการทำงานและชีวิตประจำวัน เพื่อสร้างรายได้ โอกาส และความความสะดวกสบายยิ่งขึ้นในอุตสาหกรรมและโครงการต่าง ๆ และนอกเหนือจากนี้การนำกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม จากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557) มาใช้ดำเนินการเพื่อแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการ ทั้ง 6 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ระบุปัญหา (Problem Identification) 2) รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search) 3) ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design) 4) วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development) 5) ทดสอบประเมินผลและปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement) 6) นำเสนอวิธีการแก้ปัญหาผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation) และโรงเรียนสาธิตนวัตกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี มุ่งส่งเสริมทักษะกระบวนการเชิงวิศวกรรม ซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้รูปแบบหนึ่งที่ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะในการคิดสร้างสรรค์ และทักษะการแก้ปัญหา คือการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาโดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม แต่ละขั้นตอนของกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมช่วยให้ผู้เรียนฝึกการคิดสร้างสรรค์ และการคิดเชิงสังเคราะห์จากสถานการณ์ที่พบเห็นเพื่อนำมารวบรวมและกลั่นกรองข้อมูลจนได้ข้อมูลที่สามารถนำไปใช้ (หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนสาธิตนวัตกรรม มทร.ธัญบุรี, 2561) ดังนั้นผู้วิจัยตระหนักถึงความสำคัญของการดูแลผู้สูงอายุและผู้ป่วย จึงสร้างเครื่องส่งสัญญาณฉุกเฉินสำหรับผู้สูงอายุโดย

กระบวนการออกแบบเชิง เพื่อพัฒนากระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม และศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้งานเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาผลงานต่อไป

2. วิธีการทดลองหรือวิธีการศึกษา

กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (Engineering Design Process) ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่

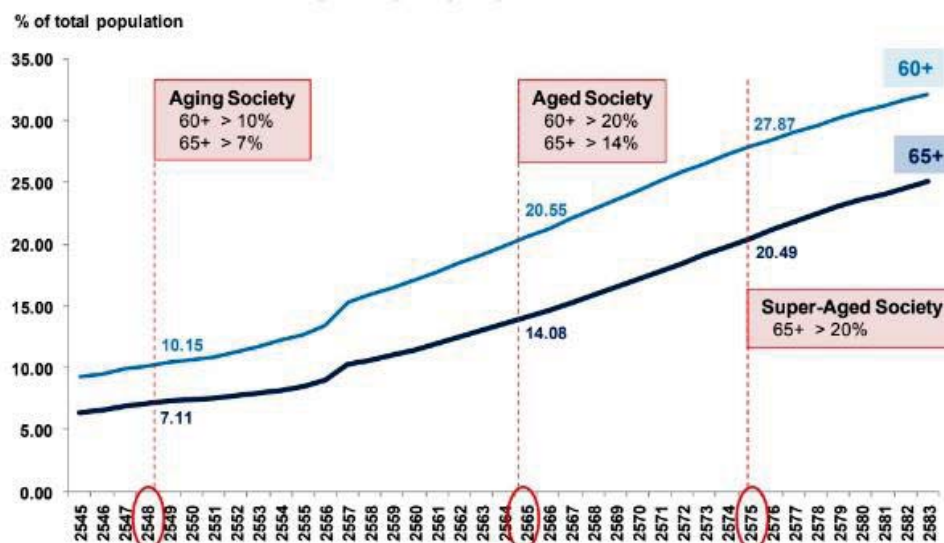


ภาพที่ 1 กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

ที่มา : หนังสือคู่มือหลักสูตรอบรมครูสะเต็มศึกษา สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557)

1. ระบุปัญหา (Problem Identification)

สืบเนื่องมาจากประเทศไทยเป็นสังคมผู้สูงอายุ ซึ่งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ จากการศึกษาพบว่า เป็นกลุ่มติดสังคม ร้อยละ 96.66 ติดบ้าน ร้อยละ 2.73 และติดเตียง ร้อยละ 0.62 ปัญหาสุขภาพผู้สูงอายุที่พบ มักเจ็บป่วยด้วยโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง ได้แก่ โรคหัวใจและหลอดเลือด ร้อยละ 15.55 โรคเบาหวาน ร้อยละ 9.84 โรคความดันโลหิตสูง ร้อยละ 7.72 ภาวะสมองเสื่อม ร้อยละ 0.88 และภาวะหกล้ม ร้อยละ 3.12 ดังนั้นเพื่อให้ทันต่อสิ่งที่เปลี่ยนแปลง จึงจำเป็นต้องมีเครื่องช่วยดูแลผู้สูงอายุหากเกิดสถานการณ์ฉุกเฉิน เพื่อช่วยเหลือทันท่วงที



ภาพที่ 2 แนวโน้มการเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุสมบูรณ์ (Aged Society) ในปี 2565

ที่มา : กรมการปกครอง กระทรวงมหาดไทย (ปี 2545 – 2556) และ สศช. (ปี 2557 - 2583)

2. รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search)

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาข้อมูลและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาระบบเก็บข้อมูลนักเรียนเครื่องส่งสัญญาณฉุกเฉินโดยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม โดยรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องดังนี้

2.1 กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (Engineering Design Process) มาใช้ดำเนินการเพื่อแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการ ทั้ง 6 ขั้นตอน ได้แก่

2.1.1 ระบุปัญหา (Problem Identification)

2.1.2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search)

2.1.3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design)

2.1.4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development)

2.1.5 ทดสอบ ประเมินผลและปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement)

2.1.6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหาผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation)

2.2 ศึกษาข้อมูลการเขียนโปรแกรม Arduino โดยใช้คำสั่งควบคุมงานด้วยภาษาซี

2.3 ศึกษาข้อมูลเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (Internet of Things) ซึ่งเป็นอินเทอร์เน็ตในทุกสิ่งบูรณาการ "สิ่งของ" ต่างๆ ในชีวิตประจำวันเข้ากับอินเทอร์เน็ต

2.4 การสร้างแอปพลิเคชันเพื่อความสะดวกในการใช้งานของเครื่องส่งสัญญาณฉุกเฉินโดยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

2.5 วัสดุและอุปกรณ์

2.5.1 กล้องอะคริลิก

2.5.2 จอ OLED

2.5.3 SIM800L GPRS Module

2.5.4 บอร์ด Arduino

2.5.5 บอร์ด ESP8266

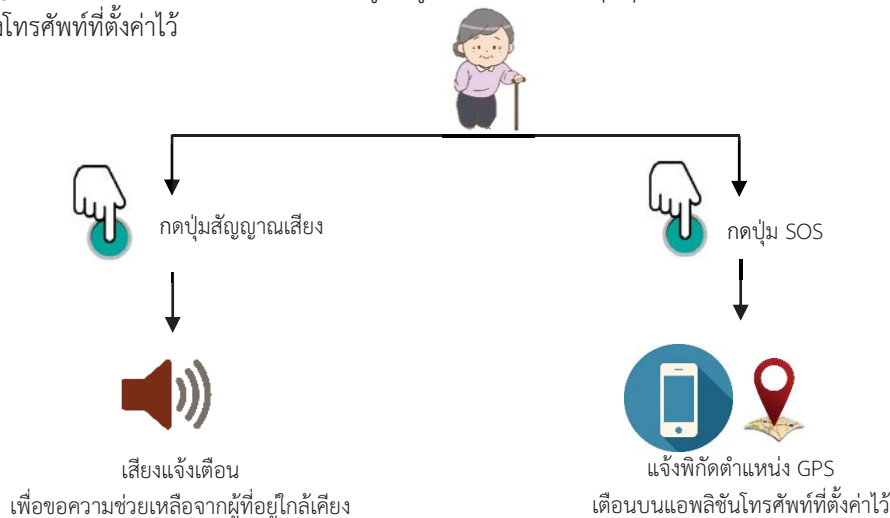
2.5.6 Buzzer

2.5.7 กล้องอะคริลิก

3. ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design)

3.1 การแจ้งเตือนเหตุแบบฉุกเฉิน

เครื่องส่งสัญญาณฉุกเฉินสำหรับผู้สูงอายุโดยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเป็นอุปกรณ์ไร้สาย เมื่อกดปุ่มแจ้งเตือนเครื่องจะส่งสัญญาณเสียงเพื่อขอความช่วยเหลือจากผู้ที่อยู่ใกล้ และเมื่อกดปุ่มฉุกเฉินเครื่องจะส่งตำแหน่งของผู้สูงอายุไปยังแอปพลิเคชันของโทรศัพท์ที่ตั้งค่าไว้

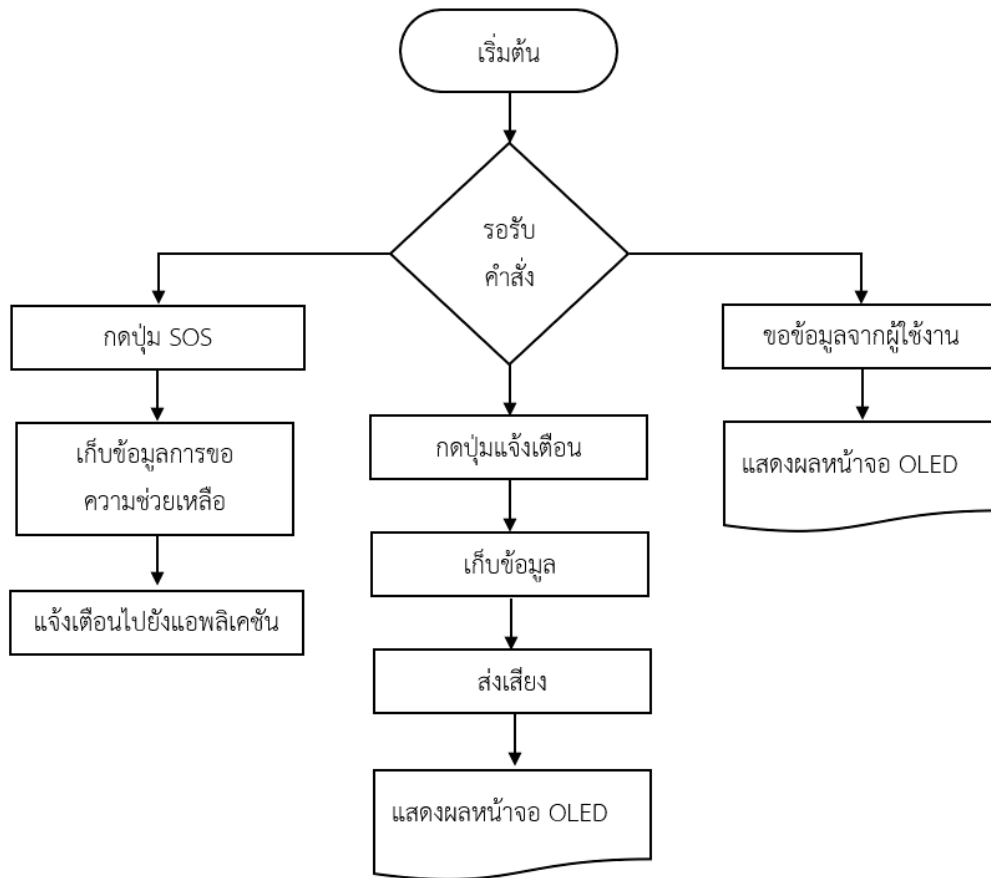


ภาพที่ 3 การออกแบบการทำงานของเครื่องส่งสัญญาณฉุกเฉินสำหรับผู้สูงอายุโดยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเบื้องต้น

3.2 หลักการทำงาน

หลักการทำงานของเครื่องส่งสัญญาณฉุกเฉินสำหรับผู้สูงอายุโดยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

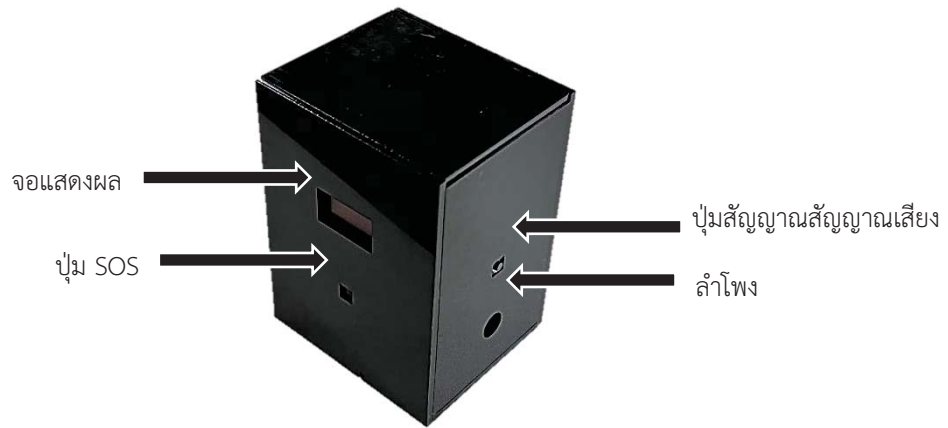
1. เมื่อกดปุ่มแจ้งเตือนเครื่องจะส่งสัญญาณเสียงเพื่อขอความช่วยเหลือจากผู้ที่อยู่ใกล้
2. เมื่อกดปุ่มฉุกเฉิน เครื่องจะส่งตำแหน่งของผู้สูงอายุไปยังแอปพลิเคชันของโทรศัพท์ที่ตั้งค่าไว้



ภาพที่ 4 แผนผังแสดงหลักการทำงานของเครื่องส่งสัญญาณฉุกเฉินสำหรับผู้สูงอายุ โดยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

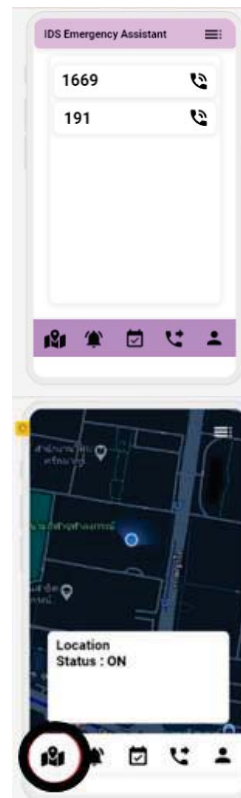
4. วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development)

เครื่องส่งสัญญาณฉุกเฉินสำหรับผู้สูงอายุโดยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม กดปุ่มแจ้งเตือนเครื่องจะส่งสัญญาณเสียงเพื่อขอความช่วยเหลือจากผู้ที่อยู่ใกล้ และเมื่อกดปุ่มฉุกเฉิน เครื่องจะส่งตำแหน่งของผู้สูงอายุไปยังแอปพลิเคชันของโทรศัพท์ที่ตั้งค่าไว้ เครื่องส่งสัญญาณฉุกเฉินสำหรับผู้สูงอายุโดยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมใช้บอร์ด ESP8266 รับส่งข้อมูลไปยังบอร์ด Arduino ใช้คำสั่งควบคุมงานด้วยภาษาซี แสดงผลด้วยหน้าจอด้วย OLED ใช้โปรแกรม Arduino IDE ควบคุมการทำงานของบอร์ด ติดตั้ง SIM800L GPRS Module เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต ส่งข้อมูลเบอร์โทรศัพท์และตำแหน่งไปยังหมายเลขที่ตั้งค่าไว้ และแสดงผลสัญญาณเสียงขอความช่วยเหลือด้วย Buzzer ซึ่งการออกแบบใช้งานได้ง่ายและสะดวกเหมาะสมกับผู้สูงอายุหรือผู้ป่วยติดเตียงหรือผู้ที่อยู่บ้านโดยลำพัง



ภาพที่ 5 เครื่องส่งสัญญาณฉุกเฉินสำหรับผู้สูงอายุโดยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

ตั้งค่าข้อมูลเบอร์โทรศัพท์ที่ต้องการขอความช่วยเหลือ



เมื่อกดปุ่ม SOS ข้อมูลตำแหน่งจะถูกส่งไปที่โทรศัพท์ เครื่องที่ตั้งค่าไว้ เจ้าของหมายเลขปลายทางกดที่รูปแผนที่ก็จะทราบตำแหน่งของผู้ที่ต้องการความช่วยเหลือ

ภาพที่ 6 แสดงผลการรับข้อมูลการทำงานผ่านแอปพลิเคชัน

5. ทดสอบ ประเมินผลและปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement)

กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ ผู้สูงอายุ จำนวน 5 คน โดยเลือกแบบเจาะจง ผลการทดสอบการรับส่งข้อมูลระหว่างเครื่องส่งสัญญาณฉุกเฉินสำหรับผู้สูงอายุโดยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมกับโทรศัพท์ โดยผู้สูงอายุที่เป็นกลุ่มเป้าหมาย ได้ทดสอบกดปุ่มสัญญาณเสียงและการกดปุ่มสัญญาณฉุกเฉิน คนละ 10 ครั้ง พบว่าสามารถใช้งานได้ปกติ คิดเป็นร้อยละ 100 หลังจากนั้นได้ทำแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการใช้งานของเครื่องส่งสัญญาณฉุกเฉินสำหรับผู้สูงอายุโดยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม และแนะนำแนวทางในการพัฒนาผลงานในครั้งต่อไป

6. นำเสนอวิธีการแก้ปัญหาผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation)

จากการศึกษาผลการจากการใช้งานของผู้สูงอายุ โดยมีการแนะนำวิธีการใช้งาน พบว่าหลังจากที่ได้ทดสอบใช้งาน ผู้วิจัยได้บันทึกข้อมูลแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการใช้งานอยู่ในระดับมากที่สุด และจากการทดสอบได้รับข้อเสนอแนะให้ปรับขนาดของปุ่มกดให้มีขนาดใหญ่ขึ้นเพื่อความสะดวกของผู้ใช้งานซึ่งเป็นผู้สูงอายุ ซึ่งเป็นแนวทางในการพัฒนาผลงานในครั้งต่อไป

3. ผลการทดลองและวิจารณ์ผล หรือผลการศึกษาและอภิปรายผล

ผลการวิจัยพบว่าเครื่องส่งสัญญาณฉุกเฉินสำหรับผู้สูงอายุโดยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เป็นอุปกรณ์ไร้สาย เมื่อกดปุ่มเครื่องส่งสัญญาณฉุกเฉินสำหรับผู้สูงอายุโดยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมจะส่งสัญญาณฉุกเฉินจะส่งข้อมูลเบอร์โทรศัพท์และตำแหน่งของผู้สูงอายุไปยังหมายเลขที่ตั้งค่าไว้ เครื่องส่งสัญญาณฉุกเฉินสำหรับผู้สูงอายุโดยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมใช้บอร์ด ESP8266 เพื่อรับส่งข้อมูลไปยังบอร์ด Arduino ใช้คำสั่งควบคุมงานด้วยภาษาซี แสดงผลด้วยหน้าจอด้วย OLED ใช้โปรแกรม Arduino IDE เพื่อควบคุมการทำงานของบอร์ด ติดตั้ง SIM800L GPRS Module เพื่อเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต ส่งข้อมูลเบอร์โทรศัพท์และตำแหน่งไปยังหมายเลขที่ตั้งค่าไว้ และแสดงผลสัญญาณเสียงขอความช่วยเหลือด้วย Buzzer และความพึงพอใจการใช้งานของเครื่องส่งสัญญาณฉุกเฉินโดยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมสำหรับผู้สูงอายุในภาพรวมผู้ใช้งานมีความพึงพอใจมากที่สุด เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการทดสอบการรับ - ส่งข้อมูล ระหว่างเครื่องส่งสัญญาณฉุกเฉินสำหรับผู้สูงอายุโดยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมกับโทรศัพท์ โดยผู้สูงอายุที่เป็นกลุ่มเป้าหมาย จำนวน 5 คน

กลุ่มเป้าหมาย	ทดสอบการใช้งาน คนละ 10 ครั้ง	
	ปกติ (ครั้ง)	ไม่ปกติ (ครั้ง)
คนที่ 1	10	-
คนที่ 2	10	-
คนที่ 3	10	-
คนที่ 4	10	-
คนที่ 5	10	-
คิดเป็นร้อยละ	100	0

จากตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการทดลองการรับ - ส่งข้อมูล ระหว่างเครื่องส่งสัญญาณฉุกเฉินสำหรับผู้สูงอายุ โดยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม โดยผู้สูงอายุที่เป็นกลุ่มเป้าหมาย จำนวน 5 คน ได้ทดสอบกดปุ่มสัญญาณเสียงและการกดปุ่มสัญญาณฉุกเฉินคนละ 10 ครั้ง พบว่าสามารถใช้งานได้ปกติ คิดเป็นร้อยละ 100

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลความพึงพอใจของผู้ใช้งานเครื่องส่งสัญญาณฉุกเฉินสำหรับผู้สูงอายุโดยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

การประเมิน	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ความหมาย
1. รูปร่าง ขนาด น้ำหนัก มีความเหมาะสม พกพาง่าย	4.60	2.92	มากที่สุด
2. ใช้งานง่ายในภาวะฉุกเฉิน ไม่ยุ่งยากซับซ้อน	4.50	2.55	มาก
3. มีความแข็งแรง ทนทานต่อการใช้งาน	4.40	2.45	มาก
4. ผลการทำงานรับ - ส่งข้อมูล	4.60	2.92	มากที่สุด
5. สัญญาณเสียงและหน้าจอแสดงผลชัดเจน	4.70	3.39	มากที่สุด
6. แอปพลิเคชันง่ายต่อการใช้งาน	4.60	2.92	มากที่สุด
7. มีความพึงพอใจต่อเครื่องส่งสัญญาณฉุกเฉินสำหรับผู้สูงอายุ โดยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม	4.90	3.94	มากที่สุด
รวมเฉลี่ย	4.56	2.77	มากที่สุด

จากตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้านความพึงพอใจของผู้ใช้งานของเครื่องส่งสัญญาณฉุกเฉินสำหรับผู้สูงอายุโดยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม พบว่า ภาพรวมมีค่าเฉลี่ย 4.56 อยู่ในระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อส่วนใหญ่อยู่ในระดับมากที่สุด โดยเรียงลำดับได้ดังนี้ มีความพึงพอใจต่อเครื่องส่งสัญญาณฉุกเฉินสำหรับผู้สูงอายุโดยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม มีค่าเฉลี่ย 4.90 อยู่ในระดับมากที่สุด รองลงมาเป็นสัญญาณเสียงและหน้าจอแสดงผลชัดเจน มีค่าเฉลี่ย 4.70 อยู่ในระดับมากที่สุด รูปร่าง ขนาด น้ำหนัก มีความเหมาะสม พกพาง่าย มีค่าเฉลี่ย 4.60 อยู่ในระดับมากที่สุด ผลการทำงานรับ - ส่งข้อมูล มีค่าเฉลี่ย 4.60 อยู่ในระดับมากที่สุด ใช้งานง่ายในภาวะฉุกเฉิน ไม่ยุ่งยากซับซ้อน มีค่าเฉลี่ย 4.50 อยู่ในระดับมาก และมีความแข็งแรง ทนทานต่อการใช้งาน มีค่าเฉลี่ย 4.40 อยู่ในระดับมาก

4. สรุป

กระบวนการออกแบบและสร้างเครื่องส่งสัญญาณฉุกเฉินสำหรับผู้สูงอายุโดยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เป็นอุปกรณ์ไร้สาย ซึ่งเมื่อกดปุ่มแจ้งเตือนเครื่องจะส่งสัญญาณเสียงเพื่อขอความช่วยเหลือจากผู้ที่อยู่ใกล้ และเมื่อกดปุ่มฉุกเฉิน เครื่องจะส่งตำแหน่งของผู้สูงอายุไปยังแอปพลิเคชันของโทรศัพท์ที่ตั้งค่าไว้ เครื่องส่งสัญญาณฉุกเฉินสำหรับผู้สูงอายุโดยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมใช้บอร์ด ESP8266 รับส่งข้อมูลไปยังบอร์ด Arduino ใช้คำสั่งควบคุมงานด้วยภาษาซี แสดงผลด้วยหน้าจอด้วย OLED ใช้โปรแกรม Arduino IDE ควบคุมการทำงานของบอร์ด ติดตั้ง SIM800L GPRS Module เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต ส่งข้อมูลเบอร์โทรศัพท์และตำแหน่งไปยังหมายเลขที่ตั้งค่าไว้ และแสดงผลสัญญาณเสียงขอความช่วยเหลือด้วย Buzzer ความพึงพอใจการใช้งานของเครื่องส่งสัญญาณฉุกเฉินโดยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมสำหรับผู้สูงอายุในภาพรวมผู้ใช้งานมีความพึงพอใจ อยู่ในระดับมากที่สุด โดยเฉพาะด้านมีความพึงพอใจต่อเครื่องส่งสัญญาณฉุกเฉินสำหรับผู้สูงอายุโดยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ อาจเป็นเพราะเครื่องช่วยเหลือผู้สูงอายุสามารถตอบสนองต่อการใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสอดคล้องกับแนวความคิดของ ที่กล่าวว่ามารวย ส่งทานินทร์ (2557) ที่กล่าวว่าเมื่อใดจึงจะนับว่านวัตกรรมนั้นประสบความสำเร็จความสำเร็จของนวัตกรรม งานสร้างสรรค์หรือสิ่งประดิษฐ์ หมายถึงมีการนำเอาความคิดนั้นไปใช้ และเป็นที่ยอมรับของชุมชน จุดสำคัญคือการยอมรับ ซึ่งนำไปสู่ค่านิยมที่ผู้ประพันธ์ให้ไว้ว่า นวัตกรรมคือ การยอมรับในแนวทางการปฏิบัติใหม่ of ชุมชน (Innovation is adoption of new practice in a community) ชุมชนในที่นี้ คือ กลุ่มเป้าหมายที่เราต้องการให้เกิดการยอมรับความคิดเห็นใหม่ และสอดคล้องกับ สุทธิดา การีมี (2561, หน้า 45-47) ที่ว่ากระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม มีกระบวนการดังนี้ 1) ระบุปัญหา 2) รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา 3) ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา 4) วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา 5) ทดสอบประเมินผลและปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน 6) นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน ด้านการสร้างและด้านการใช้งาน

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคุณครู คณะผู้บริหารโรงเรียนสาธิตนวัตกรรมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรีและมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ที่เอื้อเพื่อวัสดุและอุปกรณ์ต่างๆ พร้อมทั้งสถานที่ และให้คำแนะนำในการทำวิจัยในครั้งนี้จนสำเร็จ ลุล่วงด้วยดี

6. เอกสารอ้างอิง

กองระบบและบริหารข้อมูลเชิงยุทธศาสตร์ การอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม. 2565. IoT กำลังจะเปลี่ยนโลก?.

สืบค้น จาก <https://www.ops.go.th/main/index.php/knowledge-base/article-pr/655-iot>. กำลังจะเปลี่ยนโลก?

คณะกรรมการพัฒนาหลักสูตร. (2561). โรงเรียนสาธิตนวัตกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี 2561. ในหลักสูตรโรงเรียนสาธิตนวัตกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี. ปทุมธานี; โรงเรียนสาธิตนวัตกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

มูลนิธิสถาบันวิจัยและพัฒนาผู้สูงอายุไทย. 2556 รายงานสถานการณ์ผู้สูงอายุไทย พ.ศ. 2556. อมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด (มหาชน).

- วิโรจน์ กิตติวรปรีดา. 2563 เครื่องช่วยเหลือสำหรับผู้สูงอายุที่อยู่ตามลำพังแบบหลายบุคคล. วารสารการอาชีวศึกษาภาคกลาง. สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคราชบุรี.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557). กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม การแก้ปัญหา ทักษะการคิด. สืบค้นจาก <https://www.scimath.org/article-science>
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (สสวท.). สกสค (ลาดพร้าว). (2558). ความรู้เบื้องต้นสะเต็มศึกษา.(ป.1-6). กรุงเทพมหานคร.
- Charoenwong, S., Kongkun, P., Chansangrat, N. & Sriwan, P. (2018). Dependent elders in a Southern rural muslim community: current situation of care and for long-term care. The Southern College Network Journal of Nursing and Public Health, 5(2), 231-246. (in Thai)
- มารวย ส่องทานินทร์. (2557). แนวคิดของ Kotter คือระบบปฏิบัติการแบบคู่ (dual operatingSystem) การเร่ง. (2562). สืบค้นจาก <http://www.gotoknow.org/posts/580711>
- สุธิดา การิณี. (2561).การใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเพื่อเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์และทักษะการแก้ปัญหา. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท).

การศึกษาและการออกแบบโดรนเคลื่อนที่อัตโนมัติ

A Study and Design of Autonomous Drones

มติ นรารมย์ และ กัมพล อรนนท์

Mati Nararom and Kampon Oranon

สาขาวิศวกรรมซ่อมบำรุงอากาศยาน คณะระบบรางและการขนส่ง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน 744 ถ. สุรนารายณ์ อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา 30000

Aircraft maintenance engineering, Faculty of railway systems and transportation Rajamangala University of Technology Isan

744 Sura Narai Rd, Nai Mueang, Mueang Nakhon Ratchasima District, Nakhon Ratchasima 30000

E-mail: mati.na@rmuti.ac.th, E-mail: kampon.or@gmail.com

บทคัดย่อ

ปัจจุบันเทคโนโลยีทางด้านอากาศยานไร้คนขับมีการใช้งานอย่างแพร่หลายในด้านต่างๆ อย่างแพร่หลาย งานวิจัยนี้ได้ทำการออกแบบอากาศยานไร้คนขับแบบทั้งบังคับเองและแบบอัตโนมัติ โดยได้ทดลองเพื่อเปรียบเทียบกับค่าที่ออกแบบได้ การออกแบบโดรนนั้นใช้โครงสร้างจากพลาสติก และแบตเตอรี่ 7100 mAh ใช้ใบพัดขนาด 9 X 4.5 cm และ ESC ที่สัมพันธ์กับขนาดของมอเตอร์ โดยผลการทดลองการบินอยู่กับที่นั้นสามารถบินได้ 19.42 นาที ซึ่งมีความคลาดเคลื่อน 7.68 % และสามารถแบกน้ำหนักโหลดที่กำหนดไว้ได้ที่ 6.2 kg แต่ไม่สามารถบินเคลื่อนที่ได้ซึ่งก็สอดคล้องกับการออกแบบไว้ที่ 6 kg และระยะทางที่ทดลองออกมาได้ที่ 6.6 km ซึ่งมีค่าความคลาดเคลื่อนจากการทดลองที่ 6.21 %

คำสำคัญ: โดรน, อากาศยานไร้คนขับ, อัตโนมัติ

Abstract

Unmanned aerial vehicle (UAV) technology is widely utilized across various fields. The research team has successfully designed both piloted and autonomous UAVs and conducted experiments to compare their performance against the design specifications. The drone's design incorporates a plastic structure, a 7100 mAh battery, a propeller size of 9 X 4.5 cm, and an ESC relative to the motor size. The test results revealed a stationary flight capability of 19.42 minutes, exhibiting a tolerance of 7.68%. Additionally, it demonstrated a maximum load capacity of 6.2 kg, aligning with the design objective, but it lacked mobility. Furthermore, the experimental range reached 6.6 km, deviating by 6.21% from the intended distance of 6 km.

Keywords: Drone, UAV, Automatic

1. บทนำ

อากาศยานไร้คนขับหรือ (Unmanned Aerial Vehicle -UAV) หรือ โดรน (Drone) หมายถึงอากาศยานที่ไม่มีคนประจำการอยู่บนเครื่องบิน แต่สามารถควบคุมได้จากระยะไกลโดยใช้ระบบควบคุม อากาศยานไร้คนขับนั้นมีทั้งระบบขึ้นลงแนวตั้ง (vertical), แนวราบ (horizontal), เครื่องบินแบบใบพัดหมุน (multirotor) หรือ เครื่องบินแบบปีกตรึง (fix wings) ดังนั้นการออกแบบอากาศยานไร้คนขับเพื่อทำภารกิจที่ต้องการนั้นมีหลายรูปแบบขึ้นอยู่กับการนำไปประยุกต์ใช้งาน โดยส่วนใหญ่อากาศยานไร้คนขับมักถูกนำไปใช้ในงานทางด้านภูมิสูงโดยมีงานวิจัยโดยการใช้โดรนเพื่อการสำรวจจราจรในโรงเรียน (Hodgson, C., Chang, k., 2023) รวมถึงพื้นที่ที่เข้าถึงยาก โดยโดรนโดยนำไปประยุกต์ใช้ทางด้านการสำรวจ (Jin, H., Jin, X., Zhou, Y., Guo, P., Ren, J., Yao, J., Zhang, S., 2023) รวมถึงทางด้านการก่อสร้างอาคารในรูปแบบต่างๆ (Nwaogou, J., Yang, Y., Chan, A., Chi, H., 2023) หรือสำรวจภูมิอากาศ หรือการสำรวจสัตว์ในป่า (Petso, T., Jamisola, R., Mpoeleng, D., Bennitt, E., Mmerek, W., 2021.; Vayssade, J., Arquet, R., Bonneau, M., 2019)

ซึ่งในงานวิจัยครั้งนี้ได้ออกแบบขนาดพื้นฐาน 4 ใบพัดขนาดเล็ก ไม่จำเป็นต้องใช้พื้นที่ในการบินที่เยอะและสามารถทำการขึ้นบินในแนวตั้งได้และยังสามารถขึ้นบินได้ในที่แคบ มีขนาดเล็ก ราคาไม่สูง การทำงานในงานวิจัยนี้จึงพัฒนาระบบการบินให้ทำงานด้วยตัวเองหรือการเคลื่อนไหวแบบอัตโนมัติซึ่งเรียกว่าระบบอัตโนมัติ ที่จะมีการระบุตำแหน่งที่ต้องการไว้แล้วโดยอาศัยหลักการทำงานการควบคุมตำแหน่งของ จีพีเอสเป็นตัวนำทางพิกัดที่ต้องการโดยให้โดรนไปทำการลงจอดอย่างปลอดภัย เพื่อนำผลที่ได้จากการออกแบบไปเปรียบเทียบกับค่าการทดลอง เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อไป

2. วิธีการทดลองหรือวิธีการศึกษา

2.1 ประเภทของอากาศยานไร้คนขับ

ในปัจจุบันอากาศยานไร้คนขับมีการแบ่งประเภทที่สามารถกำหนดรูปแบบการจัดได้หลายลักษณะทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับเป้าหมายในการนำไปใช้ภารกิจคุณลักษณะเฉพาะของอากาศยานไร้คนขับเองที่ถูกพัฒนาขึ้นสำหรับ การใช้งานสำหรับภารกิจใดภารกิจหนึ่งหรือสำหรับสภาวะของภูมิประเทศในการนำไปใช้นอกจากนั้น ในข้อพิจารณาดังกล่าวจะต้องคำนึงถึงว่าอากาศยานไร้คนขับดังกล่าวผู้นำไปใช้เป็นองค์กรใดมีการใช้เพื่อความ มุ่งหมายและเหตุผลใดซึ่งนักวิชาการไทยได้กล่าวถึงการแบ่งประเภทของอากาศยานไร้คนขับไว้ 8 ประเภทดังนี้

- (1) แบ่งตามความต้องการของการใช้งาน
- (2) แบ่งตามลักษณะการควบคุม
- (3) แบ่งตามลักษณะประเภทของการบิน
- (4) แบ่งตามความสามารถของระยะปฏิบัติการ
- (5) แบ่งตามความสูงของเพดานบินและเวลาในการบิน
- (6) แบ่งตามระดับของการปฏิบัติการ
- (7) แบ่งตามลักษณะการสร้างเครื่อง
- (8) แบ่งตามการสนับสนุนและการส่งกำลังบำรุง

2.2 อากาศยานไร้คนขับสำหรับงานสำรวจด้วยภาพถ่ายเป็น 3 ประเภทดังนี้

1. อากาศยานไร้คนขับชนิดปีกตรึง (Fixed Wing)

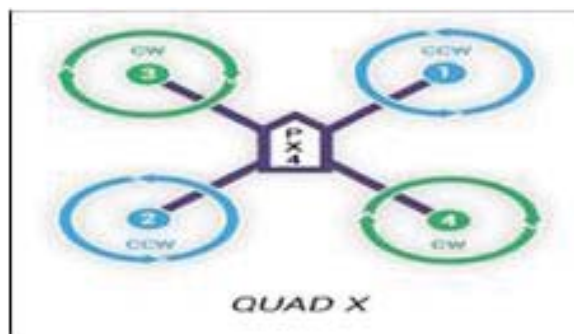
อากาศยานไร้คนขับชนิดปีกตรึง (Fixed Wing) เป็นอากาศยานที่มีลักษณะคล้ายกับเครื่องบิน ทั่วไปใช้ระยะเวลาการบินประมาณ 30-60 นาที สามารถบินครอบคลุมพื้นที่ได้มากกว่าอากาศยานไร้คนขับ แบบปีกหมุนต้องอาศัยพื้นที่โล่งกว้างในการลงจอด

2. อากาศยานไร้คนขับชนิดปีกหมุน (Multirotor) เป็นอากาศยานที่ขึ้นลงในแนวดิ่ง อาศัยการหมุน ของใบพัดในการขึ้นลง และขับเคลื่อนไปในทิศทางต่างๆ ประกอบด้วยใบพัดจำนวน 3, 4, 5 และ 6 ใบพัด โดยทั่วไปใช้ระยะเวลาการบินประมาณ 10-20 นาที

3. อากาศยานไร้คนขับชนิดปีกตรึงขึ้นลงแนวดิ่ง (Fixed-Wing Hybrid) เป็นอากาศยานที่ได้รับการพัฒนาขึ้นใหม่มีลำตัวเป็นแบบอากาศยานไร้คนขับชนิดปีกตรึงและมีใบพัดให้สามารถขึ้นลงแนวดิ่งได้ (Vertical Take-off and Landing, VTOL) ซึ่งเป็นการนำข้อดีของอากาศยานไร้คนขับชนิดปีกตรึงมารวมกับ ชนิดปีกหมุนการเว้นระยะบรรทัดห่างในแนวดิ่ง ให้เลือกแบบ Exactly 12 พอยน์ เนื้อเรื่องในแต่ละบรรทัดให้จัดเรียงชิดซ้ายและขวาอย่างสวยงาม

2.3 หลักการทำงานของอากาศยานปีกหมุน 4 ใบพัด

อากาศยานปีกหมุน 4 ใบพัด (Quad-rotor) ในมุมมอง Top view ดังแสดงในรูปที่ 1 สัญลักษณ์มอเตอร์ 1-4 นั้น ใบพัดคู่หน้า 1 กับ 3 ใบพัดคู่หลัง 2 กับ 4 จะมีการหมุนทั้งทิศทางตามเข็มนาฬิกา (CW) คือมอเตอร์หมายเลข 3 และ 4 มีการหมุนทวนเข็มนาฬิกา (CCW) คือ มอเตอร์หมายเลข 1 และ 2 การเคลื่อนที่ของ Quad-rotor สามารถทำได้โดยอิสระในอากาศ เช่นเดียวกับเฮลิคอปเตอร์ การลอยตัวนิ่ง (Hovering) ทำได้โดยควบคุมให้ความเร็ว ใบพัดทั้ง 4 ตัว ให้มีความเร็วที่เท่ากันเพื่อสร้างแรงยกที่เท่ากันในแนวดิ่ง โดยแรงบิด (Torque) ของมอเตอร์ทั้ง 4 ตัว จะหักล้างกันหากทำการเพิ่มความเร็วมอเตอร์ใบพัดจะหมุนเร็วขึ้น ใบพัดทั้ง 4 จะเคลื่อนที่ขึ้นในแนวดิ่งหากต้องการให้เคลื่อนที่ลงสามารถทำได้โดยลดความเร็วของมอเตอร์ทั้ง 4 ตัวลดลงพร้อมกัน



รูปที่ 1 สัญลักษณ์ทิศทางการหมุนของใบพัด

2.4 ส่วนประกอบหลักของอากาศยานไร้คนขับ

1. รีซีฟเวอร์ (Receiver)

อุปกรณ์สำคัญอีกชิ้นที่ขาดไม่ได้ ก็คือเครื่องรับหรือรีซีฟเวอร์ อุปกรณ์ชิ้นนี้มีหน้าที่รับสัญญาณความถี่หรือคำสั่งจากวิทยุ อุปกรณ์ตัวนี้เป็นกล่องเล็กๆ มีช่องสำหรับเสียบอุปกรณ์ทั้งเซอร์โวมอเตอร์และสปีดคอนโทรล อาจมีตั้งถึง 6 ช่องสัญญาณและมีสายไฟที่เรียกว่าสายอากาศต่อออกมาจากอุปกรณ์ดังกล่าว สามารถรับคำสั่งจากเครื่องส่งวิทยุได้ไกลถึง 1000 เมตร และในรีซีฟเวอร์หรือ เครื่องรับนี้ก็ต้องการพลังงานไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ ซึ่งในเครื่องบินมอเตอร์ไฟฟ้า พลังงานจากแบตเตอรี่ มักจ่ายผ่านสปีดคอนโทรลหรืออุปกรณ์ควบคุมความเร็วนั่นเอง รีซีฟเวอร์อาจมีลักษณะกล่องใหญ่หรือเล็ก อยู่ที่ประเภทการใช้งานและประเภทของเครื่องบินเล็ก

2. อิเล็กทรอนิกส์ สปีดคอนโทรล (Electronic speed controller)

อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ควบคุมความเร็วของมอเตอร์ มีสายไฟออกมาทั้งสองด้าน ด้านหนึ่งจะใช้จ่ายกระแสไฟฟ้าให้แก่มอเตอร์ ส่วนอีกด้านหนึ่งก็จะมีสายไฟ 2 เส้นเพื่อรับกระแสไฟจากแบตเตอรี่ และในด้านที่มีสายไฟนี้ก็เพื่อเสียบเข้ากับเครื่องรับหรือรีซีฟเวอร์ เพื่อรับคำสั่งจากเครื่องส่งวิทยุผ่านรีซีฟเวอร์อีกที

3. มอเตอร์ (Motor)

มอเตอร์ขับใบพัดนำมาใช้แทนเครื่องยนต์ ที่ผ่านมามีเครื่องบินเล็กส่วนใหญ่ใช้เครื่องยนต์เล็กในการขับใบพัด การทดลองใช้มอเตอร์ ในการขับใบพัดโดยใช้พลังงานจากแบตเตอรี่ จึงมีการเริ่มผลิตมอเตอร์รอบจัดที่ใช้ไฟกระแสตรง DC ซึ่งมอเตอร์จะมีน้ำหนักเบา แต่มีรอบการทำงานที่สูง มอเตอร์ที่ผลิตออกมาจำหน่ายในปัจจุบันอาจแบ่งแยกได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. มอเตอร์แบบมีแปรงถ่าน (BRUSH MOTOR) ก็มีมากมายหลายประเภท เช่น ขนาด 150, 180, 280, 380, 400, 550 ใช้ไฟกระแสตรง DC ระหว่าง 6 – 8.4 V. ความทนทานน้อย สึกหรองง่าย แต่ราคาถูก

2. มอเตอร์แบบไม่มีแปรงถ่าน (BRUSHLESS MOTOR) เป็นมอเตอร์ที่ใช้ไฟกระแสสลับ ให้แรงบิดสูง มีความ ทนทาน สึกหรอน้อยกว่า แต่ราคาแพงกว่าชนิดแรกซึ่งปัจจุบัน มอเตอร์แบบไร้แปรงถ่านเริ่มได้รับความนิยมมากขึ้น เนื่องจากสามารถตอบสนองความต้องการต่อการบินได้ เช่น การให้ความเร็วรอบที่สูงกว่า มอเตอร์แบบมีแปรงถ่าน ทนทานกว่า น้ำหนักเบากว่า

4. แบตเตอรี่ (Battery)

อากาศยานไร้คนขับที่จะขาดเสียมิได้คือแบตเตอรี่นั่นเอง เมื่อก่อนแบตเตอรี่มักมีความจุไม่มากและมีขนาดใหญ่และน้ำหนักมาก ทำให้ไม่สามารถใช้งานกับอากาศยานไร้คนขับได้เล็กมอเตอร์ไฟฟ้าได้ แต่เมื่อเริ่มมีมอเตอร์ที่กินกระแสไฟน้อยและมีรอบการทำงานที่สูง จึงเริ่มมีการพัฒนาแบตเตอรี่ให้มีขนาดเล็กลงและน้ำหนักเบาขึ้นรวมถึงสามารถจ่ายกระแสได้มาก และยังสามารถชาร์จกระแสไฟได้หลายๆ ครั้ง แบตเตอรี่ปัจจุบันที่สามารถชาร์จกระแสไฟได้มากขึ้นแต่ก็จะมีน้ำหนักที่มากขึ้นและยังมีราคาที่สูงขึ้นอีกด้วย การเลือกแบตเตอรี่จึงเป็นส่วนสำคัญของการออกแบบอากาศยานไร้คนขับ

5. โครงสร้าง (Air frame)

โครงสร้างของอากาศยานไร้คนขับแบ่งสองส่วนใหญๆ คือ ส่วนที่เป็นแขนจะเป็นส่วนที่ยื่นออกไปนอกลำตัวเพื่อใช้ติดตั้งใบพัดมอเตอร์ โดยขนาดความยาวของแขนก็ขึ้นอยู่กับกรอบด้วย และลำตัวจะเป็นจุดที่เก็บอุปกรณ์ชิ้นสำคัญต่างๆ เอาไว้ภายใน ที่อยู่ภายในลำตัวโดยจะเป็นโพรงอยู่ด้านใน

6. ใบพัด (Propeller)

เมื่อมีมอเตอร์ ก็ต้องมีใบพัด ใบพัดเครื่องบินปัจจุบันมีหลายขนาดและวัสดุที่ทำนั้นก็มี หลายแบบ แต่ส่วนใหญ่ก็มีส่วนผสมของพลาสติกเป็นหลัก มีความคงทนแตกต่างกันไป ใบพัดที่ใช้ในเครื่องบิน ไฟฟ้ามีหลายขนาด ตั้งแต่ 1 นิ้วเป็นต้นไปจนถึง 14 , 15 นิ้ว ก็มี ซึ่งสนราคาก็จะแตกต่างกันไปตามแต่วัสดุที่ทำขึ้น จุดมุ่งหมายของ ใบพัดก็คือการขับเคลื่อน อากาศยาน ให้เคลื่อนที่ไปในอากาศ ใบพัดประกอบไปด้วยใบ หรือกลีบใบ ตั้งแต่สองกลีบ หรือสองใบขึ้นไป หลักการทำงาน ใบพัด สร้างขึ้นให้มีลักษณะหรือรูปร่าง เป็น Airfoil คล้ายกับลักษณะของปีกเครื่องบิน เมื่อใบพัด หมุนโดยการหมุนของเครื่องยนต์หรือมอเตอร์ไฟฟ้า ใบพัดก็จะสร้าง แรงยก ไปทางด้านหน้าของเครื่องบิน และ แรงยกส่วนนี้เราเรียกว่า thrust ที่จะทำให้เครื่องบินเคลื่อนที่ไปข้างหน้า อากาศยานส่วนใหญ่ มีใบพัดแบบที่ใช้ดีด เครื่องบิน ผ่านไปในอากาศ ใบพัดประเภทนี้เรียกว่า ใบพัดแบบ tractor อากาศยานบางเครื่องใช้ใบพัดแบบผลัก ให้เครื่องบินเคลื่อนที่ไปในอากาศ เรียกใบพัด ประเภทนี้ว่า pusher

7. รีโมทควบคุม (Remote Control/Transmitted)

วิทยุเป็นสิ่งสำคัญสำหรับการบังคับโดรนในปัจจุบัน ไม่ว่าจะเป็วิทยุของรถกระป๋องหรือวิทยุมาตรฐาน การควบคุมของวิทยุจะใช้ช่องสัญญาณความถี่เป็นตัวควบคุม

2.5 การดำเนินการ

การพัฒนาอากาศยานไร้คนขับขนาดเล็กแบบปีกหมุน 4 ใบพัด มีวิธีการดำเนินงาน โดยเริ่มจากการออกแบบการเลือกใช้อุปกรณ์รวมถึงการติดตั้งอุปกรณ์

1. การออกแบบอากาศยานไร้คนขับ

โครงสร้างประกอบด้วย 2 ส่วนหลักคือ ส่วนของโครงสร้างและส่วนที่เคลื่อนไหว โครงสร้างของอากาศยานไร้คนขับจะสร้างจากวัสดุที่มีความแตกต่างกัน โดยขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการทำงาน วัสดุที่นิยมนำมาใช้เป็นโครงสร้างของอากาศยานไร้คนขับได้แก่ เหล็ก อลูมิเนียมและพลาสติก ในส่วนที่เคลื่อนไหวเป็นส่วนที่ใบพัดมอเตอร์ ทำให้เกิดการหมุนหรือเคลื่อนที่ของชิ้นส่วนของอากาศยานไร้คนขับ การออกแบบโครงสร้างของอากาศยานไร้คนขับ เริ่มจากการเลือกวัสดุที่จะทำโครงสร้างที่มีน้ำหนักเบาและแข็งแรงที่สามารถรับแรงกระแทกได้ จึงเลือกใช้พลาสติก โดยอากาศยานออกแบบให้ใช้ใบพัดจำนวน 4 ใบพัด มีลักษณะการเคลื่อนที่ไปในทิศทางต่างๆ เป็นแบบกากบาทเพื่อให้มีความเหมาะสมกับการใช้งานและวัสดุอุปกรณ์ โดยมีขนาดของลำตัวกว้าง 50X50 เซนติเมตร โดยมีขั้นตอนการสร้างดังนี้

1. เลือกน้ำหนัก 1.5 กิโลกรัม และ Frame 500 มิลลิเมตร
2. เลือกแบตเตอรี่ Min 10% และ Max 90%
3. เลือกขนาดมอเตอร์
4. เลือกใบพัด DJI ขนาด 9X4.5 cm
5. เลือก ESC ให้เหมาะสมกับใบพัด
6. เลือกแบตเตอรี่ Li-Po 3 Cell 7100 mAH

ในส่วนของโครงสร้างใช้พลาสติกเป็นส่วนพื้นฐานเพื่อยึดส่วนของแขนและของโรตอร์ตามแบบที่ได้ออกแบบไว้ดังรูปที่ 2 การประกอบส่วนลำตัวอากาศยานไร้คนขับ โดยใช้เนื้อยึดส่วนแขนเข้ากับลำตัว



รูปที่ 2 โครงสร้างฐาน

2. การติดตั้งอุปกรณ์อากาศยานไร้คนขับ

การติดตั้งอุปกรณ์ของอากาศยานไร้คนขับ โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลักๆ คือ ส่วนของอุปกรณ์ที่ติดอยู่กับอากาศยานไร้คนขับและส่วนควบคุมภาคพื้นดิน ซึ่งในส่วนของอุปกรณ์ที่ติดอยู่กับอากาศยานไร้คนขับจะเลือกใช้อุปกรณ์ที่มีขนาดเล็กและน้ำหนักเบา เหมาะกับการใช้งาน ซึ่งประกอบด้วย บอร์ด Pixhawk , GY-86 IMU , GPS Module , Ultrasonic , ESC , Motor , และ Battery ส่วนควบคุมภาคพื้นดินจะเป็นการควบคุมหุ่นยนต์บินผ่านรีโมทบังคับวิทยุกับตัวรับ โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้ ขั้นตอนการต่อสายไฟจากบอร์ด Pixhawk เข้ากับสปีดคอนโทรลและจากสปีดคอนโทรลเข้ามอเตอร์บัลลิสเลสในแต่ละชุด รวมถึงการเชื่อมต่อสายไฟเข้ากับแบตเตอรี่ ดังรูปที่ 3 การยึดใบพัดเข้ากับมอเตอร์บัลลิสเลสนั้น ใบพัดที่อยู่ตรงข้ามกันจะเป็นใบลักษณะเดียวกันซึ่งใบพัดจะมีใบขวาและใบซ้าย โดยใบหน้าจะต้องเป็นใบขวาและใบซ้าย แต่ถ้าเป็นใบชนิดเดียวกันจะทำให้อากาศยานไม่สามารถบินได้



รูปที่ 3 อุปกรณ์ที่ติดตั้งอากาศยานไร้คนขับ

3. ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

3.1 ทำการทดลองการลอยตัวในอากาศ

จากการทดลองครั้งนี้ได้ทำการบังคับโดรนให้ลอยอยู่บนอากาศความสูง 3 เมตร โดยทดลองจับเวลาขณะที่กำลังลอยตัวเพื่อจับเวลาทั้งหมด 3 รอบเพื่อนำเวลามาหาค่าเฉลี่ยดังตารางที่ 1 นำมาหาค่าเฉลี่ยจะได้ 19.42 วินาที เพื่อนำค่าที่ได้ไปเปรียบเทียบกับค่าที่ออกแบบไว้

ตารางที่ 1 การทดลองการลอยตัวในอากาศ

ครั้งที่	ความสูง (เมตร)	เวลา(วินาที)
1	3	19.35
2	3	19.42
3	3	19.51

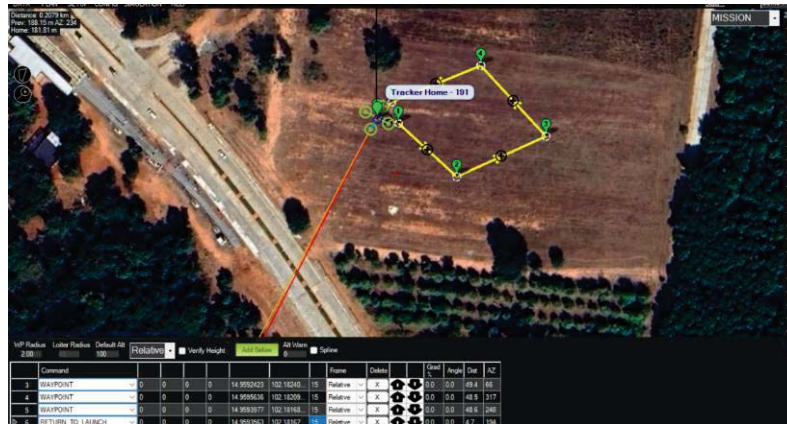
3.2 ทำการบินแบบบังคับและแบบอัตโนมัติตามกำหนด

จากการทดลองการบินโดรนระยะทาง 200 เมตร ตามจุด 4 จุด จับเวลาแล้วนำมาเปรียบเทียบกันได้ดังตารางที่ 2 การทดลองพบว่าการบินแบบอัตโนมัติ จะใช้เวลาน้อยกว่าแบบบังคับ เพราะว่าการบินแบบบังคับเอง ต้องใช้ทักษะในการบังคับโดรนให้ใช้ความเร็วและความสูงที่เหมาะสมจึงจะสามารถบังคับโดรนให้ไปตามจุดที่ตั้งไว้อย่างรวดเร็ว ต่างจากแบบ อัตโนมัติที่สามารถกำหนดจุดในโปรแกรมให้ได้ระยะที่ 200 เมตร ตั้งค่าความสูง จากนั้นเราก็สามารถสั่งโดรนบินอัตโนมัติได้อย่างตรงจุด

ตารางที่ 2 การทดลองการบินแบบบังคับและแบบอัตโนมัติ

ทำการบินแบบ	ระยะทาง(เมตร)	เวลา(วินาที)
Manual	200	1.53
Automatic	200	1.17

โดยการบินแบบอัตโนมัตินั้นเราสามารถกำหนดความสูง ระยะทางตามจุดที่ต้องการบินได้ โดยสามารถแสดงผลข้อมูล ทั้งความสูง ระยะทาง รวมถึงเวลาการบินด้วยดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 การบินแบบอัตโนมัติโดยวางจุดในโปรแกรม

3.3 ทำการทดสอบการบินเพิ่มน้ำหนัก

การทดลองโดรนเป็นระยะทาง 200 เมตร โดยเพิ่มน้ำหนักในแต่ละรอบ ทำการทดสอบ 3 รอบเพื่อนำเปรียบเทียบกับค่าที่ออกแบบ โดยการทดลอง 4 แบบ ดังตารางที่ 3 คือ

1. โดรนแบบไม่เพิ่มน้ำหนัก
2. เพิ่มน้ำหนัก 200 กรัม
3. เพิ่มน้ำหนัก 400 กรัม
4. เพิ่มน้ำหนัก 600 กรัม

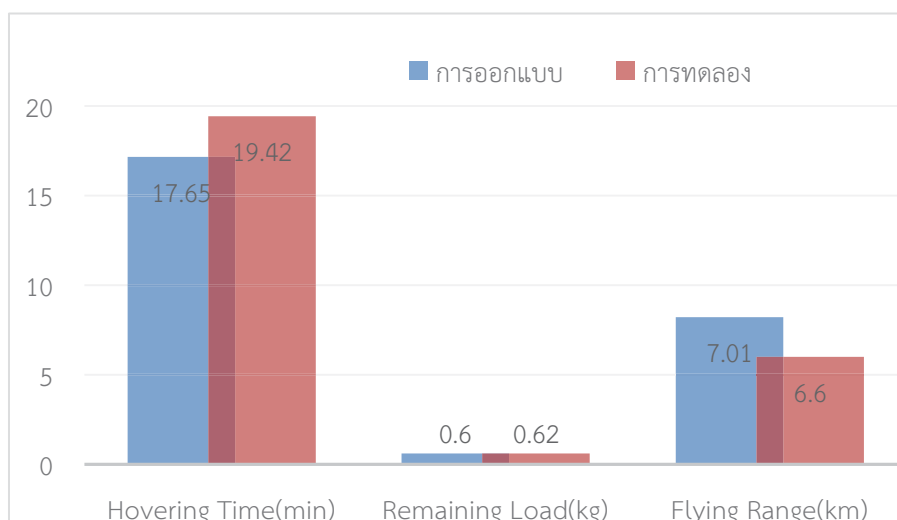
ตารางที่ 3 การทดลองการบินด้วยการเพิ่มน้ำหนัก

น้ำหนัก(กรัม)	ระยะทาง(เมตร)	ความสูง(เมตร)
เครื่องเปล่า	400	15
200	400	15
400	400	15
600	-	-

การทดลองเพิ่มน้ำหนักทั้ง 4 แบบ แสดงให้เห็นว่าเครื่องสามารถบินและสามารถยกน้ำหนักได้ที่ 200, 400 กรัม ได้ปกติ แต่ที่น้ำหนัก 600 กรัม ไม่สามารถบินได้ เนื่องจากรับน้ำหนักมากเกินไปจึงไม่สามารถบินได้ จากการทดลองพบว่าค่าที่ทดลองมีค่าที่ใกล้เคียงกับการออกแบบไว้ มีความคลาดเคลื่อนกันเล็กน้อย อาจจะเป็นเพราะอุปกรณ์บางชิ้นที่ไม่ตรงตามที่ออกแบบแต่ใกล้เคียงกัน รวมทั้ง ลม สภาพแวดล้อมหรือ คลื่น สัญญาณ ที่มีค่าแตกต่างกันจึงทำให้คลาดเคลื่อนกันได้

4. สรุป

อากาศยานไร้คนขับสามารถบินได้ทั้งแบบบังคับและสามารถบินอัตโนมัติตามเงื่อนไขที่กำหนดได้ ทั้งความสูง ระยะทาง และตามจุดที่กำหนด และผลการทดลองได้นำมาเปรียบเทียบกับค่าที่ออกแบบดังรูปที่ 5 โดยผลการทดลองการบินอยู่กับที่นั้นสามารถบินได้ 19.42 นาที ซึ่งจะมีความคลาดเคลื่อน 7.68 % และสามารถแบกน้ำหนักโหลดที่กำหนดไว้ได้ที่ 6.2 kg แต่ไม่สามารถบินเคลื่อนที่ได้ซึ่งก็สอดคล้องกับการออกแบบไว้ที่ 6 kg และระยะทางที่ทดลองออกมาได้ที่ 6.6 km ซึ่งมีค่าความคลาดเคลื่อนจากการทดลองที่ 6.21 %



รูปที่ 5 การเปรียบเทียบค่าทดลองกับการออกแบบ

5. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ คณะระบบรางและการขนส่ง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน ที่ให้การสนับสนุนการนำเสนองานวิจัยในครั้งนี้จนผลงานออกมาสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

6. เอกสารอ้างอิง

- Hodgson, C., Chang, k. (2023). Using drone technology to collect school transportation data. *Travel Behaviour and Society*, pp. 2023-1–2023-9.
- Jin, H., Jin, X., Zhou, Y., Guo, P., Ren, J., Yao, J., Zhang, S. (2023). A survey of energy efficient methods for UAV communication. *Vehicular Communications* 41, pp. 100594-1–100594-21.
- Nwaogu, J., Yang, Y., Chan, A., Chi, H. (2023). Application of drones in the architecture, engineering, and construction (AEC) industry. *Automation in Construction* 150, pp. 104827-1–104827-19.
- Petso, T., Jamisola, R., Mpoeleng, D., Bennitt, E., Mmerek, W., (2021). Automatic animal identification from drone camera based on point pattern analysis of herd behaviour. *Ecological Informatics*, pp. 101485-1-1 01485-11
- Vayssade, J., Arquet, R., Bonneau, M. (2019). Automatic activity tracking of goats using drone camera. *Computers and Electronics in Agriculture*, pp. 767-772.

การศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อความล่าช้าในงานก่อสร้างร้านสะดวกซื้อซูเปอร์มาร์เก็ต
กรณีศึกษา สาขา ติวานนท์ ซอย 25 บริษัท ซี.เจ. เอ็กเพรส กรุ๊ป จำกัด
A Study of Factors Affecting the Delay in the Construction of a Supermarket
Convenience Store, A Case Study of Tiwanon Soi 25 Branch,
C.J. Express Group Co., Ltd.

สุรติ เสมอหมัด และ ธนบุญย์ เอี่ยมสำอางค์

Surat Semmad and Thanaboon Aimsungang

สาขาวิชาการบริหารงานก่อสร้างคณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตอุเทนถวาย
Master of Engineering (Construction Management), Uthenthawai Campus
E-mail: Thanaboon_Ai@mutto.ac.th1 Tel. 089-7864719

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความล่าช้าการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อความล่าช้าในงานก่อสร้างร้านสะดวกซื้อซูเปอร์มาร์เก็ต กรณีศึกษา สาขา ติวานนท์ ซอย 25 บริษัท ซี.เจ. เอ็กเพรส กรุ๊ป จำกัด ประชากรเป้าหมาย คือ ผู้วิจัยเก็บข้อมูลจาก บุคลากรในส่วนงานฝ่ายโครงการ (owner) ของบริษัท ซี.เจ. เอ็กเพรส กรุ๊ป จำกัด และในส่วนงานผู้รับเหมาก่อสร้างร้านสะดวกซื้อซูเปอร์มาร์เก็ต ของบริษัท ราชคราม ก่อสร้าง จำกัด จำนวน 20 ท่าน ปัจจัยที่ศึกษา คือ ปัจจัยที่ทำให้เกิดความล่าช้าในงานก่อสร้างตามทฤษฎีหลักในการบริหารงานก่อสร้าง 5 ด้าน หรือ 5M คือ บุคลากร (Man) วัสดุอุปกรณ์ (Material) การเงิน (Money) เครื่องจักร (Machine) และวิธีการบริหารการก่อสร้าง (Management) เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถาม สถิติที่ใช้การวิเคราะห์ข้อมูล คือ ค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson Product-Moment Correlation) และวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยคอมพิวเตอร์โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for Window ผลการวิจัยพบว่า ระดับค่าเฉลี่ยโดยภาพรวมของปัจจัยด้านบุคลากร คือระดับน้อย ระดับค่าเฉลี่ยความถี่โดยภาพรวมของปัจจัยด้านวัสดุอุปกรณ์ก่อสร้าง คือ ระดับปานกลาง ระดับค่าเฉลี่ยความถี่โดยภาพรวมของปัจจัยด้านการเงิน คือ ระดับปานกลาง ระดับค่าเฉลี่ยความถี่โดยภาพรวมของปัจจัยด้านเครื่องจักร คือ ระดับน้อย และระดับค่าเฉลี่ยความถี่โดยภาพรวมของปัจจัยด้านวิธีบริหารจัดการงานก่อสร้าง คือ ระดับน้อย

คำสำคัญ: เครื่องมือเครื่องจักร ความล่าช้า แนวทางการแก้ไข ก่อสร้าง

Abstract

This research has questions to study the factors that need to be studied for multiple items that are overloaded in supermarkets, supermarkets, etc. Studying Tiwanon Soi 25 branch of C.J. Express Group Co., Ltd. The target follower is a researcher from Massaman Project Working Group (Owner) Massi.J. Express Group Co., Ltd. and is allowed to do the following work. construction company Cosme Ratchakram supermarket, limited construction, 20 persons. The factors studied are The factors to be recalled in this article, according to the main theory in the 5 aspects of the builder or 5M, are Matt (Man), Material (Material), Finance (Money), Machine (Machine), collect information, request management (Management). without permission Ask for permission from the Pearson Product-Moment Correlation model and analyze the statistical data with the computer program SPSS for Window. Moderate level to questions that ask an overview of various factors. The overall level of the construction material factor was moderate and the overall opinion level of the sample factor was moderate.

Keywords: machinery, delays, solutions, construction

1. บทนำ

ในปัจจุบันมีการแข่งขันในรอบ 5 ปีที่ผ่านมา (2009-2013) ยอดขายของร้านสะดวกซื้อไทยนั้นเติบโตกว่า 14% ต่อปี ในขณะที่โมเดลที่มีขนาดใหญ่ขึ้นมา เช่น ไฮเปอร์มาร์เก็ตและซูเปอร์มาร์เก็ตมียอดขายและสาขาเติบโตพอๆ กันที่เพียง 6% ต่อปี ซึ่งช้ากว่าโมเดลขนาดเล็กอยู่มาก โดยปัจจัยสนับสนุนของโมเดลขนาดเล็กนั้นมาจากความนิยมของผู้บริโภคที่ชอบความสะดวกสบายมากขึ้น ผู้ประกอบการในตลาดค่อนข้างกระตือรือร้นในการทำโฆษณา เพิ่มความหลากหลายของสินค้า และลดช่องว่างความแตกต่างระหว่างโมเดลซูเปอร์มาร์เก็ตและร้านสะดวกซื้อให้ลดลงโดยการเพิ่มอาหารพร้อมทานหรือแม้แต่อาหารปรุงสด ยิ่งทำให้ร้านสะดวกซื้อสามารถดึงดูดลูกค้าได้มากขึ้น อย่างไรก็ตามการเปิดสาขาของโมเดลร้านสะดวกซื้อยังคงเติบโตที่เพียง 7% ต่อปี แสดงให้เห็นถึงช่องว่างที่ผู้ประกอบการหลายรายยังคงสามารถเพิ่มเติมการลงทุนในโมเดลขนาดเล็กแบบนี้ได้อีกข้อจำกัดทางด้านพื้นที่ที่เกิดกับไฮเปอร์มาร์เก็ตในด้านกฎหมายผังเมืองและการหาพื้นที่ขนาดใหญ่เป็นไปได้ยากขึ้น ทำให้ผู้ประกอบการหลายรายที่มีลักษณะเป็น multi-format ตัดสินใจเปลี่ยนแปลงรูปแบบการทำธุรกิจจากการเน้นขยายแต่ไฮเปอร์มาร์เก็ตมาเป็นการเน้นเพิ่มพื้นที่ขายของซูเปอร์มาร์เก็ตแทนเพื่อจะได้เพิ่มความหลากหลายของสินค้าที่นำเสนอได้มากขึ้น จึงทำให้เห็นว่าพื้นที่ขายโดยรวมของซูเปอร์มาร์เก็ตนั้นเติบโตสูงที่ 8% ต่อปี ซึ่งเติบโตเร็วกว่าตัวจำนวนสาขาและยอดขาย ส่งผลให้ยอดขายต่อตารางเมตรของซูเปอร์มาร์เก็ตเติบโตติดลบที่ 7% ต่อปี ถึงแม้ยอดขายต่อตารางเมตรของซูเปอร์มาร์เก็ตที่สูงกว่าไฮเปอร์มาร์เก็ตอยู่ถึง 20% (ระหว่าง 117,000 บาทต่อตารางเมตรของไฮเปอร์มาร์เก็ต และ 141,000 บาทต่อตารางเมตรของซูเปอร์มาร์เก็ต) ซึ่งเป็นผลจากการขายสินค้าพรีเมียมและราคาสูงกว่า แต่ก็เป็นที่น่าจับตามองอย่างมากว่าถ้าผู้ประกอบการในกลุ่มซูเปอร์มาร์เก็ตยังเน้นขยายสาขาและขนาดของซูเปอร์มาร์เก็ตอย่างต่อเนื่องโดยที่ไม่ได้คำนึงถึงความต้องการของผู้บริโภคที่หันไปชื่นชอบความสะดวกสบายและความเข้าถึงได้ง่าย โดยการปรับเปลี่ยนสินค้าที่นำเสนอให้ตอบโจทย์ในลักษณะของความสะดวกสบายและมีอาหารพร้อมทานมากขึ้นเพื่อดึงดูดลูกค้าและเพิ่มยอดขาย segment ซูเปอร์มาร์เก็ตก็อาจจะเป็นกลุ่มที่ได้รับผลกระทบในด้านยอดขายและผลกำไรมากที่สุดจะกล่าวได้ การแข่งขันในโมเดลร้านสะดวกซื้อจะยิ่งเข้มข้นมากขึ้นและผู้ประกอบการจะต้องเพิ่มงบประมาณด้านการตลาดและโฆษณาเพื่อดึงดูดผู้บริโภค รวมไปถึงการก่อสร้างและระยะเวลาในการเปิดให้บริการร้านสะดวกซื้อ ดังนั้นในการดำเนินธุรกิจใดๆ ก็ตามต้องอาศัยหลายปัจจัยเพื่อก่อให้เกิดกิจกรรมในการประกอบธุรกิจที่นำไปสู่ความสำเร็จ ซึ่งปัจจัยพื้นฐานในการดำเนินธุรกิจมี 5 ประเภท หรือที่เรียกว่า 5M คือ มนุษย์ (Man) วัสดุอุปกรณ์ (Material) การเงิน (Money) เครื่องมือเครื่องจักรในงานก่อสร้าง (Machine) และขั้นตอนวิธีการก่อสร้าง (Management) จะเห็นได้ว่า ทุกปัจจัยสามารถนำไปสู่ปัญหาได้ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อความล่าช้าในงานก่อสร้างร้านสะดวกซื้อซูเปอร์มาร์เก็ต กรณีศึกษา สาขา ดิวานนท์ ซอย 25 บริษัท ซี.เจ. เอ็กเพรส กรุ๊ป จำกัด

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ ดังต่อไปนี้

1. เพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อความล่าช้าในงานก่อสร้างร้านสะดวกซื้อซูเปอร์มาร์เก็ต กรณีศึกษา สาขา ดิวานนท์ ซอย 25 บริษัท ซี.เจ. เอ็กเพรส กรุ๊ป จำกัด
2. เพื่อหาแนวทางป้องกันและแก้ไขปัญหาความล่าช้าในงานก่อสร้างร้านสะดวกซื้อซูเปอร์มาร์เก็ต กรณีศึกษา สาขา ดิวานนท์ ซอย 25 บริษัท ซี.เจ. เอ็กเพรส กรุ๊ป จำกัด

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นกรณีศึกษาโดยมีขอบเขตการวิจัย ดังต่อไปนี้

1. ขอบเขตด้านประชากร ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยเก็บข้อมูลจาก บุคลากรในสำนักงานฝ่ายโครงการ (owner) ของบริษัท ซี.เจ. เอ็กเพรส กรุ๊ป จำกัด และในสำนักงานผู้รับเหมาก่อสร้างร้านสะดวกซื้อซูเปอร์มาร์เก็ต ของบริษัท ราชคราม ก่อสร้าง จำกัด จำนวน 20 ท่าน
2. ขอบเขตด้านเนื้อหา ผู้วิจัยทำการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความล่าช้าในการก่อสร้างร้านสะดวกซื้อซูเปอร์มาร์เก็ต กรณีศึกษา สาขา ดิวานนท์ ซอย 25 บริษัท ซี.เจ. เอ็กเพรส กรุ๊ป จำกัด(มหาชน) โดยใช้ทฤษฎี 5M ได้แก่ มนุษย์ (Man) วัสดุและอุปกรณ์ (Material) การเงิน (Money) เครื่องมือเครื่องจักรในงานก่อสร้าง (Machine) และขั้นตอนวิธีการก่อสร้าง (Management)
3. ขอบเขตด้านสถานที่ ผู้วิจัยทำการวิจัยและเก็บข้อมูลเป็นกรณีศึกษา เฉพาะบริษัท ราชคราม ก่อสร้าง จำกัด มาเป็นผู้รับเหมาก่อสร้างก่อสร้างร้านสะดวกซื้อซูเปอร์มาร์เก็ต สาขา ดิวานนท์ ซอย 25 บริษัท ซี.เจ. เอ็กเพรส กรุ๊ป จำกัด โดยข้อมูลโครงการในจังหวัดนนทบุรี

1.4 ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรต้น ได้แก่ ข้อมูลส่วนบุคคล และปัจจัยตามทฤษฎี 5M ได้แก่ มนุษย์ (Man) วัสดุอุปกรณ์ (Material) การเงิน (Money) เครื่องมือเครื่องจักรในงานก่อสร้าง (Machine) และขั้นตอนวิธีการก่อสร้าง Management)

2. ตัวแปรตาม คือปัจจัยที่ส่งผลต่อความล่าช้าในงานก่อสร้างร้านสะดวกซื้อซูเปอร์มาร์เก็ต กรณีศึกษา สาขา ติวานนท์ ซอย 25 บริษัท ซี.เจ. เอ็กเพรส กรุ๊ป จำกัด(มหาชน)

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับการวิจัย

1. ทำให้ผู้เกี่ยวข้องในโครงการทราบถึงสภาพปัญหาปัจจัยที่ส่งผลต่อความล่าช้าในงานก่อสร้างร้านสะดวกซื้อซูเปอร์มาร์เก็ต กรณีศึกษา สาขา ติวานนท์ ซอย 25 บริษัท ซี.เจ. เอ็กเพรส กรุ๊ป จำกัด(มหาชน)

2. ทำให้ผู้ที่เกี่ยวข้องในโครงการทราบถึงสาเหตุและผลกระทบต่อความล่าช้าในโครงการของก่อสร้างร้านสะดวกซื้อซูเปอร์มาร์เก็ต เพื่อจะได้หาแนวทางป้องกันและแก้ไข

3. สามารถนำข้อมูลที่ได้จากการวิจัยไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในด้านการบริหารการก่อสร้าง ในเรื่องของปัจจัยต่างๆ ที่ทำให้เกิดความล่าช้าแล้วนำมาเป็นแนวทางเพื่อป้องกันความสูญเสียที่จะเกิดขึ้นไม่ว่าจะเป็นเรื่องของบุคลากร เวลา เงิน หรือคุณภาพในการก่อสร้าง

2. วิธีการทดลองหรือวิธีการศึกษา

เครื่องมือในการวิจัยนี้ เป็นแบบสอบถามที่ใช้สำหรับเก็บข้อมูลกับฝ่ายโครงการ (owner) และผู้รับเหมาก่อสร้างร้านสะดวกซื้อซูเปอร์มาร์เก็ต โดยแบบสอบถามแบ่งเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม เป็นแบบสอบถามเกี่ยวกับข้อมูลส่วนบุคคลของผู้ตอบแบบสอบถาม ประกอบด้วย เพศ วุฒิการศึกษา อายุ กลุ่มงาน ประสบการณ์ในการทำงาน และการปฏิบัติงานในปัจจุบัน เป็นรูปแบบข้อคำถามแบบปิด (Close Ended Question) แบบตรวจสอบรายการ (Check-List)

ตอนที่ 2 คำถามเกี่ยวกับปัจจัยการทำงาน 5 ด้าน (5M) ที่มีผลกระทบต่อความล่าช้าในการก่อสร้างร้านสะดวกซื้อซูเปอร์มาร์เก็ต การศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อความล่าช้าในงานก่อสร้างร้านสะดวกซื้อซูเปอร์มาร์เก็ต กรณีศึกษา สาขา ติวานนท์ ซอย 25 บริษัท ซี.เจ. เอ็กเพรส กรุ๊ป จำกัดผู้วิจัยได้กำหนดรูปแบบของแบบสอบถามเป็นประเภทปลายปิด (Close Ended Question) เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale Method) ได้แก่

1. ด้านบุคคล (Man)
2. ด้านวัสดุ อุปกรณ์ (Material)
3. ด้านการเงิน (Money)
4. เครื่องจักร (Machine)
5. ด้านวิธีการบริหารจัดการงานก่อสร้าง (Management)

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะ เป็นแบบสอบถามประเภทปลายเปิด (Open Ended Question) เป็นรูปแบบของแบบสอบถามที่เกี่ยวกับแบบสอบถามเกี่ยวกับข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่นๆ

แบบสอบถามของคำถามในตอน 2 มีเกณฑ์ในการกำหนดค่าน้ำหนักของการประเมินเป็น 5 ระดับตามวิธีของลิเคิร์ต (Likert) คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อยและน้อยที่สุด โดยผลการศึกษา ปัจจัยที่มีผลต่อความล่าช้าการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อความล่าช้าในงานก่อสร้างร้านสะดวกซื้อซูเปอร์มาร์เก็ต กรณีศึกษา สาขา ติวานนท์ ซอย 25 บริษัท ซี.เจ. เอ็กเพรส กรุ๊ป จำกัด โดยการนำเสนอผลการศึกษาในลักษณะตารางความเรียงการสรุปผลเป็น ค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย (Mean) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation: S.D) และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson Product-Moment Correlation) เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ระดับสาเหตุของปัจจัยที่ทำให้เกิดผลกระทบต่อเพื่อนำสู่ผลการศึกษาวิจัยโดยอ้างอิงจากแนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของตัวแปรต้นและตัวแปรตามของกรอบการศึกษา ตามประเด็นปัญหาของการศึกษาวิจัยและเพื่อสามารถเพิ่มความเชื่อถือของการวิจัย

3. ผลการทดลองและวิจารณ์ผล หรือผลการศึกษาและอภิปรายผล

การวิจัยเรื่อง “การศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อความล่าช้าในงานก่อสร้างร้านสะดวกซื้อซูเปอร์มาร์เก็ต กรณีศึกษา การก่อสร้างร้านสะดวกซื้อซูเปอร์มาร์เก็ต สาขา ติวานนท์ ซอย 25 บริษัท ซี.เจ. เอ็กเพรส กรุ๊ป จำกัด เป็นการวิเคราะห์เชิงปริมาณ (Quantitative Research) โดยมีวัตถุประสงค์ดังต่อไปนี้

- 1.) เพื่อศึกษาปัจจัยต่างๆ ที่ทำให้เกิดความล่าช้าในก่อสร้างร้านสะดวกซื้อซูเปอร์มาร์เก็ต การศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อความล่าช้าในงานก่อสร้างร้านสะดวกซื้อซูเปอร์มาร์เก็ต กรณีศึกษา สาขา ดิวานนท์ ซอย 25 บริษัท ซี.เจ. เอ็กเพรส กรุ๊ป จำกัด
- 2.) เพื่อหาแนวทางป้องกันและแก้ไขปัญหาความล่าช้าในก่อสร้างร้านสะดวกซื้อซูเปอร์มาร์เก็ต การศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อความล่าช้าในงานก่อสร้างร้านสะดวกซื้อซูเปอร์มาร์เก็ต กรณีศึกษา สาขา ดิวานนท์ ซอย 25 บริษัท ซี.เจ. เอ็กเพรส กรุ๊ป จำกัด ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง จากบุคลากรในสำนักงานฝ่ายโครงการ(owner) ของบริษัท ซี.เจ. เอ็กเพรส กรุ๊ป จำกัด จำนวน 6 ท่านและในสำนักงานผู้รับเหมาในก่อสร้างร้านสะดวกซื้อซูเปอร์มาร์เก็ต ของบริษัท ราชครามก่อสร้าง จำกัด จำนวน 14 ท่าน รวมทั้งหมด 20 ท่าน จากนั้นนำมาวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนา (Descriptive statistics) โดยใช้วิธีการแจกแจงความถี่ (Frequency) การหาค่าร้อยละ (Percentage) การหาค่าเฉลี่ย (Mean : \bar{X}) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation : SD.) และการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson Product-Moment Correlation)

4. สรุป

4.1 สรุปผล

4.1.1 การวิเคราะห์ข้อมูลส่วนบุคคล ผู้ตอบแบบสอบถาม ส่วนใหญ่เป็นเพศชาย ร้อยละ 85.0 มีการศึกษาระดับปริญญาตรี ร้อยละ 65.0 มีช่วงอายุระหว่าง 21-30 ปี ร้อยละ 50.0 เป็นกลุ่มงานผู้รับเหมาก่อสร้างบริษัท ราชคราม ก่อสร้าง จำกัด ร้อยละ 70.0 มีประสบการณ์ในการทำงาน 11-20 ปี ร้อยละ 45.0 และเคยปฏิบัติงานในปัจจุบันมาก่อน 1-3 โครงการ ร้อยละ 70.0

4.1.2 ผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อความล่าช้าในงานก่อสร้างร้านสะดวกซื้อซูเปอร์มาร์เก็ต กรณีศึกษา สาขา ดิวานนท์ ซอย 25 บริษัท ซี.เจ. เอ็กเพรส กรุ๊ป จำกัด ได้แบ่งออกเป็น 5 ด้าน (5M) ดังนี้ ด้านบุคลากร (Man) ในภาพรวมมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 2.01 อยู่ในระดับความถี่น้อย ด้านวัสดุอุปกรณ์ก่อสร้าง (Material) ในภาพรวมมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 2.80 อยู่ในระดับความถี่ปานกลาง ด้านเงินทุน (Money) ในภาพรวมมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 2.52 อยู่ในระดับความถี่ปานกลาง ด้านเครื่องจักร (Machine) ในภาพรวมมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 2.49 อยู่ในระดับความถี่น้อย และด้านบริหารจัดการงานก่อสร้าง (Management) อยู่ในระดับความถี่น้อย

4.1.3 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ พบว่าปัจจัยด้านบุคลากร (Man) ปัจจัยด้านการเงิน (Money) ปัจจัยด้านเครื่องมือเครื่องจักร (Machine) และปัจจัยด้านบริหารจัดการงานก่อสร้าง (Management) มีความสัมพันธ์ กับระดับผลกระทบต่อประสิทธิภาพในความล่าช้าในก่อสร้างร้านสะดวกซื้อซูเปอร์มาร์เก็ต โดยมีค่าความสัมพันธ์ในระดับมาก และเป็นไปในทิศทางเดียวกัน ส่วนปัจจัยด้านวัสดุอุปกรณ์ก่อสร้าง (Material) มีความสัมพันธ์ กับระดับผลกระทบต่อประสิทธิภาพในความล่าช้าในก่อสร้างร้านสะดวกซื้อซูเปอร์มาร์เก็ต โดยมีค่าความสัมพันธ์ในระดับปานกลาง และเป็นไปในทิศทางเดียวกัน

4.2 อภิปรายผล

การวิเคราะห์ข้อมูลส่วนบุคคล ผู้ตอบแบบสอบถาม ส่วนใหญ่เป็นเพศชาย มีการศึกษาระดับปริญญาตรี มีช่วงอายุระหว่าง 21-30ปี เป็นกลุ่มงานผู้รับเหมาก่อสร้างบริษัท ราชคราม ก่อสร้าง จำกัด มีประสบการณ์ในการทำงาน 11-20 ปี และเคยปฏิบัติงานในปัจจุบันมาก่อน 1-3 โครงการ

ผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อความล่าช้าในงานก่อสร้างร้านสะดวกซื้อซูเปอร์มาร์เก็ต ที่มีผลต่อความล่าช้า คือด้านวัสดุอุปกรณ์ก่อสร้าง และด้านเงินทุน มีอยู่ในระดับความถี่ปานกลาง ส่วนด้านบุคลากร ด้านเครื่องมือเครื่องจักร และด้านบริหารจัดการงานก่อสร้าง มีผลต่อความล่าช้ามีอยู่ในระดับความถี่น้อย ซึ่งสอดคล้องกับ ฤกษ์พงษ์ พงษ์สินธุ์ และภัทรธร พงษ์สินธุ์ (2563) ได้ศึกษาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการควบคุมคุณภาพโครงการก่อสร้างโครงสร้างพื้นฐานภายใต้การควบคุมดูแลขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น โดยใช้แบบสอบถามเพื่อทำการวิเคราะห์และเรียงลำดับค่าดัชนีความรุนแรง ซึ่งเป็นการรวม ค่าระดับความถี่และระดับความรุนแรงของแต่ละปัจจัย เพื่อหาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อ การควบคุมคุณภาพโครงการก่อสร้าง 5 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านบุคลากร 2) ด้านการเงิน 3) ด้าน เครื่องจักร 4) ด้านวัสดุ 5) ด้านบริหารจัดการ จากผลการศึกษา พบว่า ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อ การควบคุมคุณภาพโครงการก่อสร้างมากที่สุด ได้แก่ การจัดซื้อวัสดุเข้าโครงการมีความ ล่าช้า และปัจจัยที่มีผลกระทบต่อ การควบคุมคุณภาพโครงการก่อสร้างน้อยที่สุด ได้แก่ การประหยัดค่าใช้จ่ายในด้านความปลอดภัย สอดคล้องกับ ภูชิต โพนทัน (2555) ได้ศึกษา ปัจจัยของความล่าช้าในงานก่อสร้างของโครงการติดตั้งระบบประตูดตรวจสอบอัตโนมัติ: กรณีศึกษา ท่าเรือกรุงเทพ ปัจจัยหลักที่ทำการศึกษาคือ ปัจจัยด้านคน ด้านวัสดุ ด้านเครื่องจักร ด้านการเงิน ด้านการบริหาร และปัจจัยด้านสภาพภูมิประเทศ รวมทั้งหมด 6 ปัจจัย และปัจจัยรองในแต่ละกลุ่มของปัจจัยหลัก ได้แก่ 29 ปัจจัย ผลการศึกษา พบว่า ปัจจัยหลักที่ส่งผลกระทบต่อความรุนแรงมากที่สุดคือ ด้านการเงิน ด้านการบริหารและด้านสภาพภูมิประเทศ

5. กิตติกรรมประกาศ

การค้นคว้าอิสระฉบับนี้ สำเร็จได้ด้วยดีด้วยความอนุเคราะห์จากอาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ ดร.สุรติ เส็มหมัด ที่ได้ให้คำแนะนำแนวทางในการทำวิจัยที่ถูกต้องตามระเบียบวิธีวิจัย ส่งผลให้งานวิจัยฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ได้ด้วยดี ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ ที่นี้ ขอขอบพระคุณคณาจารย์ คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตอุเทนถวายทุกท่านที่ได้ถ่ายทอดความรู้แก่ผู้วิจัย และผู้ทรงคุณ อาจารย์ ดร.วุฒิ ธงชัย โปธิ์ทองอาจารย์ ดร.สุรติ เส็มหมัด และ อาจารย์ ดร.กฤษดา อนันตกาลต์ ที่ได้สละเวลาของท่านในการตรวจสอบแบบสอบถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อใช้ในการวิจัยนี้ นอกจากนี้ผู้วิจัยขอขอบคุณ พนักงานบริษัท ซี.เจ. เอ็กเพรส กรุ๊ป จำกัดและ บริษัท ราชคราม ก่อสร้าง จำกัด ที่ให้ความร่วมมือในการให้ข้อมูลและตอบแบบสอบถามในการวิจัยนี้ รวมถึง พี่ เพื่อนและน้องๆ ชาวอุเทนถวาย ทุกๆท่านที่ให้ความช่วยเหลือในทุกด้านและที่เป็นกำลังใจด้วยดีเสมอมา

6. เอกสารอ้างอิง

- กฤษณพงศ์ ฟองสินธุ์ และภัทรอร ฟองสินธุ์ (2563) การศึกษาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการควบคุมคุณภาพโครงการก่อสร้างโครงสร้างพื้นฐานภายใต้การควบคุมดูแลขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น 1. วิทยานิพนธ์ มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมบริหารงานก่อสร้าง มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์
- วลัยลักษณ์ อินชัย (2558) การศึกษาปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อความล่าช้าของงานก่อสร้างโครงการ บ้านพักอาศัยในธุรกิจอสังหาริมทรัพย์ที่มีผลต่อความล่าช้าในงานก่อสร้างบ้านพักอาศัยของธุรกิจ 1. วิทยานิพนธ์ วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมศาสตร์และการจัดการเชิงธุรกิจ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์มหาบัณฑิต
- หัต นาควิเชียร (2555) ทำวิจัยเรื่องปัจจัยที่มีผลต่อความล่าช้าในโครงการก่อสร้างถนนขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในเขตปริมณฑล วิทยานิพนธ์ ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
- ภูชิต โพนทัน (2555) ได้ศึกษา ปัจจัยของความล่าช้าในงานก่อสร้างของโครงการติดตั้งระบบประตูตรวจสอบอัตโนมัติ: กรณีศึกษาท่าเรือกรุงเทพ วิทยานิพนธ์ ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

การทดสอบเครื่องลดความชื้นข้าวเปลือกใช้ลมร้อนแบบผสมผสานอัตโนมัติเปรียบเทียบกับวิธี
ตากแดดธรรมชาติโดยโรงสีข้าวชุมชน : กรณีศึกษา โรงสีข้าวชุมชนบ้านไสตอ
Testing of the Automatic Integrated Hot Air Dehumidifier Compared to the
Natural Sun Drying Method by a Community Rice Mill
: Case Study of Ban Sai to Community Rice Mill

กิตติกร ชันแกล้ว^{1*} ธีระเดช แก้วการจร¹ จิรัชติ มีเนตรี¹ อาปีติน จิเหลา¹ และ นุชนาฏ นิลอ²
Kittikorn Khanklaeo¹, Teeradech Kaewkarnjorn¹, Jirachot Meenatetree¹, Arbeedan Jilou¹
and Nuchanat Ninlaor²

¹สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง

²สาขาวิทยาศาสตร์ทางทะเลและสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง
ตำบลไม้ฝาด อำเภอสิเกา จังหวัดตรัง 92150

¹Department of Engineering, Faculty of Engineering and Technology,

²Department of Marine Science and Environment, Faculty of Science and Fisheries Technology,

Rajamangala University of Technology Srivijaya, Trang Campus, Mai Fat Subdistrict Sikao District Trang Province, 92150

E-mail: kittikorn.k@mutsv.ac.th Tel: 08 1080 6869

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อลดความชื้นข้าวเปลือกก่อนทำการสีข้าว การลดความชื้นข้าวเปลือกสามารถทำได้ทั้งการตากแดดตามธรรมชาติหรือนำข้าวเปลือกไปผ่านเครื่องอบแห้งซึ่งวิธีนี้สามารถลดความชื้นได้รวดเร็วกว่า จึงได้ออกแบบและสร้างเครื่องลดความชื้นข้าวเปลือกใช้ลมร้อนแบบผสมผสานอัตโนมัติต้นแบบ โดยใช้ฮีตเตอร์ 600 วัตต์ เป็นอุปกรณ์ให้ความร้อน และควบคุมการทำงานของเครื่องด้วยระบบเซ็นเซอร์ควบคุมอุณหภูมิและความชื้น การทำงานของเครื่องเริ่มจากนำข้าวเปลือกใส่ในถังส่วนบนของเครื่องลดความชื้น ข้าวเปลือกจะเคลื่อนที่ลงไปยังส่วนล่างของเครื่อง และจะถูกส่งขึ้นไปส่วนบนของถัง ทำงานด้วยโบลเวอร์ 260 วัตต์ ความเร็วรอบ 3,000 รอบต่อนาที เป่าให้ข้าวเปลือกเคลื่อนที่ผ่านท่อลำเลียงที่มีฮีตเตอร์ให้ความร้อน ทำให้ความชื้นออกจากข้าวเปลือก จากนั้นข้าวเปลือกจะถูกส่งลงไปยังด้านล่างและเคลื่อนที่ขึ้นไปส่วนบนของถังเพื่อให้ความร้อนใหม่ จากการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องลดความชื้น พบว่าสามารถควบคุมอุณหภูมิภายในถังอบได้ระหว่าง 26 - 45 องศาเซลเซียส เมื่อนำเครื่องไปทดสอบการทำงานร่วมกับโรงสีข้าวชุมชนขนาดเล็ก โดยใช้ข้าวเปลือก 3 สายพันธุ์พื้นถิ่น คือ ช่อจังหวัดเบายอดม่วง และเล็บนก ทำการไล่ความชื้นด้วยเครื่องลดความชื้น จะมีค่าความชื้นของข้าวเปลือกต่ำกว่าข้าวเปลือกที่ไล่ความชื้นด้วยวิธีตากแดดตามธรรมชาติ โดยค่าความชื้นลดลงร้อยละ 1.25-2.05 ซึ่งจะส่งผลให้ระยะเวลาในการสีข้าวและค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้มีค่าน้อยลง ช่วยรักษาคุณภาพของข้าวหลังจากการสี เป็นการช่วยลดต้นทุนเพิ่มกำไรให้แก่เกษตรกร

คำสำคัญ: ข้าวเปลือก, เครื่องลดความชื้น, ความชื้น

Abstract

This research aims to reduce the moisture content of paddy grains before rice milling. Reducing the humidity of paddy grains can be done either by drying it naturally in the sun or by putting the rice through a dryer, which can reduce the humidity more quickly. Therefore, a prototype automatic combined hot air dehumidifier for paddy grains using a 600 watt heater as a heating device was designed and built. The machine was operated by sensor system to control temperature and humidity. The operation of the machine starts with putting paddy grains in the upper tank of the dehumidifier. The paddy grains will be moved down to the bottom of the machine and then to the top of the tank. A 260 watt blower with a speed of 3,000 rpm blows the paddy grains through a conveyor pipe with a heater which removes moisture from the paddy grains. The paddy grains are then sent to the bottom and moved up to the top of the tank to be reheated. From the dehumidifier performance test, it was found that the temperature inside the baking drum could be controlled between 26-45 degrees Celsius. When the machine was tested in a small community rice mill to remove moisture with a dehumidifier using 3 local rice varieties, namely Cho Chungwat, Bao Yod Muang, and Leb Nok, the moisture content of paddy grains was lower

than moisture removal by drying in the sun. The humidity value decreased by 1.25-2.05 percent, which will result in reducing the rice milling time and the electricity usage. In addition, it helps maintain the quality of rice after milling, reduce costs and increase profits for farmers.

Keywords: paddy, moisture, dehumidifier

1. บทนำ

ข้าว นับเป็นผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรชนิดหนึ่งที่สร้างรายได้ให้กับประเทศไทยค่อนข้างมากและเป็นอาหารหลักของประชากรในประเทศ ชาวอนาราย่อยเมื่อเกี่ยวข้าวมาได้แล้วก็นำข้าวเปลือกไปตากบนตอซัง ตากบนถนน หรือลานกว้าง 2-3 วัน ซึ่ง จะเกิดการเสียหายได้หลายทาง เช่น ฝนตกหลงฤดู หนู นก ฝุ่นละอองสิ่งสกปรกเจือปน หรือการใช้ถนนเป็นที่ตากข้าว ซึ่งอาจจะทำให้เกิดอุบัติเหตุและความเสียหายได้ ซึ่งการตากข้าวให้ได้ข้าวเปลือกคุณภาพสูงจะส่งผลให้ได้ข้าวเปลือกแห้งที่มีคุณภาพสูง จะส่งผลให้ขายข้าวเปลือกได้ราคาสูงตามไปด้วยเพราะในปัจจุบันเครื่องมือในการทดสอบคุณภาพข้าว ก่อนที่โรงสีจะรับซื้อนั้นสามารถดูได้ว่าข้าวเปลือกที่ใส่เข้าไปนั้นจะออกมาเป็นข้าวสารที่กี่กรัม ข้าวกล้องรวมกี่กรัม ข้าวปลายหักกี่กรัม ดังนั้นจึงมีการกำหนดราคาจากการรับซื้อข้าว ดังกล่าว ปกติความชื้นของข้าวเปลือกขณะเก็บเกี่ยวจะอยู่ในช่วง 22-30 % (กองเกษตรวิศวกรรม, 2559) ซึ่งความชื้นของข้าวเปลือกในช่วงนี้ทำให้คุณภาพของข้าวเปลือกอยู่ในเกณฑ์ ในอดีตเกษตรกรต้องนำข้าวเปลือกที่เก็บเกี่ยวได้จากท้องนามาตากแดดเพื่อลดความชื้นก่อนนำไปเก็บรักษา ซึ่งมักจะประสบกับปัญหาต่างๆ เช่น สภาพดิน ฟ้า อากาศ มีสัตว์มารบกวน และพื้นที่ตากแห้งไม่เพียงพอ ทำให้ข้าวเปลือกเกิดความสูญเสียทั้งด้านปริมาณและคุณภาพ เนื่องจากการลดความชื้นข้าวเปลือกโดยการตากแห้งข้าวเปลือกในลานตากแห้งนั้นใช้เวลานาน บางครั้งการตากข้าวไม่ดีก็ทำให้ได้ข้าวเปลือกคุณภาพไม่ดี มีความชื้นสูง การใช้แสงอาทิตย์เป็นแหล่งความร้อน โดยมีการเคลื่อนที่ของอากาศเป็นตัวช่วยพาความชื้นออกจากเมล็ด ทำให้ความชื้นของเมล็ดลดลงเป็นวิธีการที่ประหยัด ไม่ยุ่งยาก แต่มีข้อเสียคือ ใช้แรงงานและพื้นที่ในการตาก และไม่สามารถควบคุมคุณภาพข้าวได้ ปัจจุบันเกษตรกรจะมีการขายข้าวเปลือกสดเป็นส่วนใหญ่ซึ่งเป็นข้าวที่ยังมีความชื้นสูง ถ้ายังไม่มีการลดความชื้นอย่างรวดเร็วภายในเวลา 24 ชั่วโมง จะทำให้ข้าวเปลือกเกิดการตายนิ่งและเมล็ดข้าวจะมีสีเหลืองเสื่อมคุณภาพ ดังนั้นจึงต้องมีการลดความชื้นข้าวเปลือกทันที ซึ่งหลังจากเก็บเกี่ยวข้าวแล้วควรมีการลดความชื้นของข้าวเปลือกให้เร็วที่สุด ข้าวเปลือกที่มีความชื้น 13-14 % สามารถเก็บไว้ได้นาน 2-3 เดือน หากต้องการเก็บรักษาไว้นาน ควรลดความชื้นเมล็ดให้ต่ำกว่า 12 % การลดความชื้นข้าวเปลือกจะมีอยู่ 2 วิธี (กองวิจัยและพัฒนาข้าว, 2559) คือ ใช้พลังงานแสงอาทิตย์จะเป็นการตากแดดบนพื้นที่ที่เป็นลานคอนกรีต ถนน หรือผ้าใบ เป็นต้น และใช้เครื่องอบลดความชื้น จะเป็นการนำเอาความร้อนมาผ่านข้าวเปลือกที่อยู่ภายในตู้อบ โดยใช้พลังงานความร้อนจาก น้ำมันเชื้อเพลิง หรือจากเศษวัสดุที่เหลือทางการเกษตร เช่น แกลบ ชี้เลื่อย หรือปึกไม้แผ่น เป็นต้น

เครื่องอบลดความชื้น (สุรเวทย์, 2543) มี 3 ชนิด ได้แก่ 1) เครื่องอบลดความชื้นข้าวเปลือกแบบอยู่กับที่ เป็นเครื่องอบลดความชื้นที่เมล็ดข้าวเปลือกไม่มีการเคลื่อนที่หรือตั้งอยู่กับที่ หรือเรียกว่า แบบกระบะ โดยเมล็ดข้าวเปลือกจะถูกบรรจุกระบะแล้วนำมาใส่ในกระบะแล้วส่งความร้อนมาเข้ามาจากด้านข้างกระบะ พลังงานความร้อนจะมาจากการเผาไหม้ของน้ำมันเชื้อเพลิงเพื่อที่จะให้มีการลดความชื้นที่เท่ากันหรือใกล้เคียงกันจะต้องมีการพลิกกลับกองข้าวที่อยู่ภายในกระบะข้าว เครื่องอบลดความชื้นสามารถลดความชื้นได้ครั้งละประมาณ 2-4 ตัน ซึ่งต้องใช้เวลารอบครั้งละประมาณ 48 ชั่วโมง แต่ทั้งนี้ยังต้องขึ้นอยู่กับขนาดของกระบะลดความชื้นและเปอร์เซ็นต์ความชื้นเริ่มต้นของข้าวเปลือก (กองเกษตรวิศวกรรม, 2543) 2) เครื่องอบลดความชื้นข้าวเปลือกแบบหมุนเวียนหรือต่อเนื่อง เครื่องอบลดความชื้นประเภทนี้จะมีความสูงตั้งแต่ 30-60 ตันต่อวัน โดยจะมีถังอบลดความชื้นจำนวน 1 ถัง และจะมีถังควบคุมอุณหภูมิจำนวนอย่างน้อย 2 ถัง ทำหน้าที่ทำให้เมล็ดข้าวเปลือกที่อยู่ภายในถังนั้นมีอุณหภูมิที่เท่ากันหรือใกล้เคียงกันเกือบทั้งหมด เครื่องอบลดความชื้นแบบนี้จะดีกว่าแบบกระบะ เนื่องจากเมล็ดข้าวเปลือกจะมีการเคลื่อนที่ภายในห้องอบลดความชื้นจนกว่าจะได้ค่าความชื้นตามที่เราต้องการ จากนั้นนำข้าวเปลือกไปไว้ในไซไม่เก็บข้าวเปลือก พอได้เวลาที่กำหนดก็จะนำมาลดความชื้นอีกครั้งเรื่อยๆ จนข้าวเปลือกมีความชื้นที่ 14 เปอร์เซ็นต์หรือตามที่ต้องการก็หยุดการอบและ 3) เครื่องอบลดความชื้นข้าวเปลือกแบบฟลูอิดไดเบดซ์ (มุสตาฟา, 2537) เป็นเครื่องอบลดความชื้นที่ข้าวเปลือกมีการเคลื่อนที่ลอยตัวขึ้นลงหรือหมุนวนอยู่ในห้องอบลดความชื้นเท่านั้นจนกว่าความชื้นจะลดลงตามที่ต้องการ เครื่องอบลดความชื้นแบบนี้จะมีสมรรถนะการลดความชื้นได้ครั้งละประมาณ 100-200 กิโลกรัม โดยใช้เวลาการอบประมาณ 12 ชั่วโมงต่อครั้ง

การลดความชื้นด้วยเครื่องอบแหล่งพลังงานคือสิ่งสำคัญและเป็นต้นทุนราคาข้าวด้วยส่วนหนึ่ง ผู้วิจัยเห็นว่า การใช้พลังงานในภาคอุตสาหกรรมที่มีกระบวนการผลิตที่ใช้อุณหภูมิสูง ความร้อนส่วนหนึ่งจะถูกปล่อยออกมาจากกระบวนการโดยไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ ในอดีตความร้อนส่วนนี้ถูกทิ้งไปสู่สิ่งแวดล้อมโดยเปล่าประโยชน์ โรงสีข้าวก็เช่นกันยังมีร้อนที่ปล่อยออกมาจากขบวนการสีสามารถนำมาต่อเข้ากับท่อส่งลมร้อนเพื่ออบข้าวได้อีกทางหนึ่งแทนที่จะปล่อยทิ้งเปล่าๆ การลดความชื้น

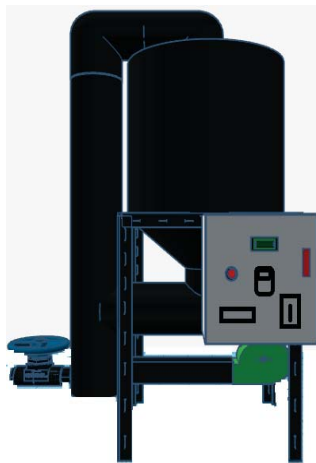
ข้าวเปลือกใช้ลมร้อนแบบผสมผสานอัตโนมัติ โดยการใช้พลังงานไฟฟ้าร่วมกับพลังงานความร้อนเหลือทิ้งของขบวนการผลิตของโรงสีเองก็ได้ เช่น ลมร้อนจากพัดลมระบายความร้อน ขณะสีข้าว

2. วิธีการทดลอง

การดำเนินงานมีส่วนสำคัญหลักๆ คือ การออกแบบโครงสร้างเครื่องลดความชื้น การเขียนโปรแกรมการทำงานของเครื่องวัดอุณหภูมิและเครื่องวัดความชื้น จากนั้นส่งข้อมูลไปยังแอปพลิเคชันบนมือถือผ่านระบบเครือข่ายไร้สาย แล้วนำเครื่องลดความชื้นที่ได้ไปทดสอบไล่ความชื้นของข้าวเปลือกพื้นถิ่น 3 สายพันธุ์ ได้แก่ ข้าวสายพันธุ์ช่อจังหวัด เบายอดม่วง และเล็บนก จากนั้นนำข้าวเปลือกที่ผ่านการไล่ความชื้นจากโรงสีชุมชนไปศึกษาค่าความชื้นที่ลดลง ระยะเวลาการสีข้าว พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในแต่ละครั้ง ขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

2.1 ออกแบบจำลองเครื่องลดความชื้นต้นแบบ

การออกแบบเครื่องลดความชื้นข้าวเปลือกใช้ลมร้อนแบบผสมผสานอัตโนมัติ ตัวถังประกอบด้วยสองส่วน ส่วนบนเป็นลักษณะทรงกลม ฐานด้านล่างมีลักษณะเป็นทรงกรวยเพื่อใช้สำหรับลำเลียงข้าวเปลือกออกไปยังท่อสกรูที่อยู่ด้านล่างของถัง จากนั้นจะส่งข้าวเปลือกขึ้นไปส่วนบนของถังที่เป็นทรงกลมผ่านท่อลำเลียงโดยมีโบลเวอร์เป่าส่งให้ข้าวเปลือกเคลื่อนที่ผ่านท่อลำเลียงที่มีฮีตเตอร์ให้ความร้อนที่มีอุณหภูมิ 40-60 องศาเซลเซียส ในขณะที่ข้าวเปลือกได้รับความร้อนจากฮีตเตอร์จะทำให้ความชื้นออกจากตัวข้าวเปลือก จากนั้นข้าวเปลือกจะถูกส่งลงไปยังด้านล่างของถังอีกครั้ง ข้าวเปลือกจะเคลื่อนที่วนในถังเพื่อให้ได้รับความร้อนใหม่วนไปเรื่อยๆ จนได้ความชื้นที่ต้องการ จึงจะสั่งให้เครื่องหยุดการทำงาน เครื่องลดความชื้นมีลักษณะดังภาพที่ 1



(ก) การออกแบบเครื่องลดความชื้นข้าวเปลือก



(ข) เครื่องลดความชื้นข้าวเปลือกที่ประกอบแล้วเสร็จ

ภาพที่ 1 โครงสร้างเครื่องลดความชื้นข้าวเปลือก

2.2 การออกแบบระบบควบคุมความชื้นและอุณหภูมิ

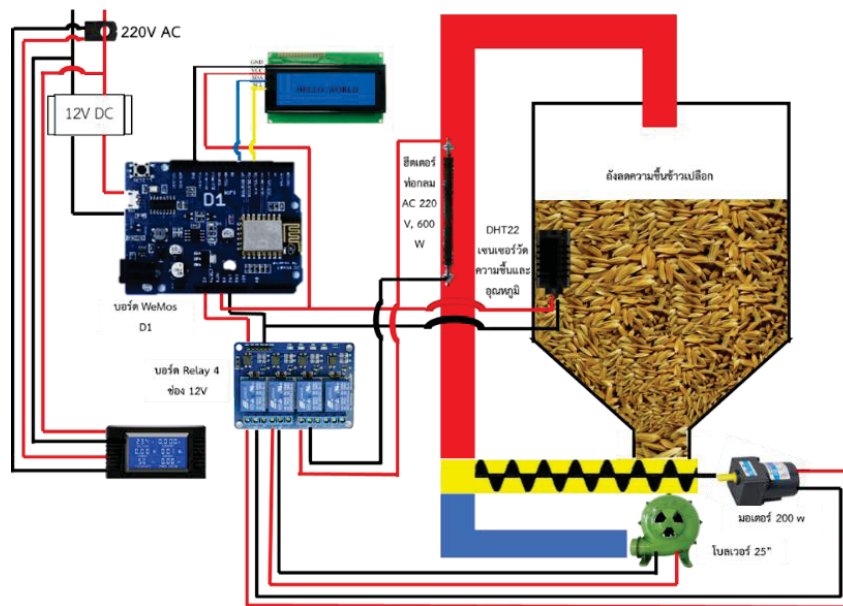
การออกแบบระบบควบคุมความชื้นและอุณหภูมิ แบ่งเป็น 2 ส่วนหลักๆ ได้แก่ ส่วนควบคุมอุณหภูมิ (Temperature) และ ส่วนระบบระบายความชื้น (Moisture) สำหรับส่วนที่ควบคุมอุณหภูมิเลือกใช้ฮีตเตอร์ที่สามารถควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ในช่วง 33 - 45 องศาเซลเซียส เนื่องจากเป็นช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมกับการให้ความร้อนแก่ข้าวเปลือก จึงเลือกใช้ฮีตเตอร์ท่อกลมแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ กำลังไฟฟ้า 600 วัตต์ มีความยาว 30 เซนติเมตร ทำหน้าที่สำหรับการให้ความร้อนภายในถัง โดยทำการติดตั้งในท่อลำเลียง ส่วนระบบระบายความชื้นประกอบด้วยโบลเวอร์ ทำหน้าที่หมุนเวียนอากาศภายในเครื่อง โดยเลือกใช้โบลเวอร์ขนาด 2.5 นิ้ว แรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ กำลังไฟฟ้า 260 วัตต์ กระแสไฟฟ้า 1.6 แอมแปร์ ความเร็วรอบ 3,000/3,600 rpm/mic สำหรับการเป่าข้าวเปลือกวนกลับไปในถัง ลักษณะของฮีตเตอร์และโบลเวอร์ ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ฮีตเตอร์ขนาด 600 วัตต์ และโบลเวอร์ ขนาด 260 วัตต์

2.3 ออกแบบระบบควบคุมทางไฟฟ้า

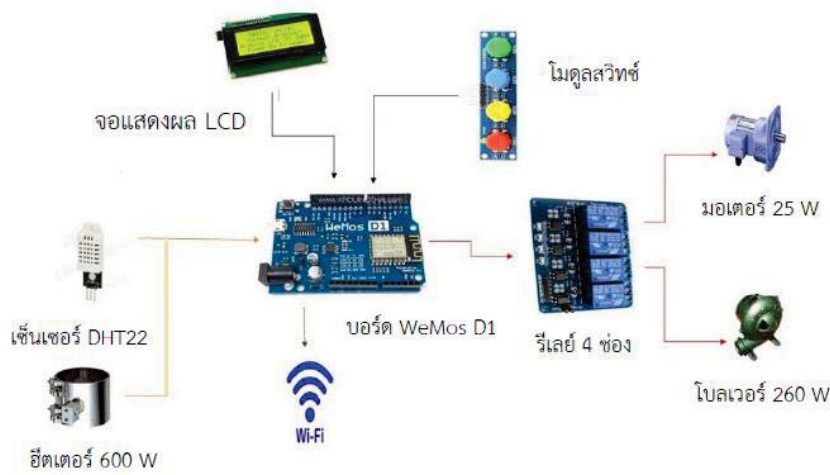
การออกแบบการทำงานทางไฟฟ้าของเครื่องลดความชื้นข้าวเปลือก เมื่อข้าวเปลือกถูกส่งเข้าไปในถัง เซ็นเซอร์วัดความชื้นและอุณหภูมิจะตรวจวัดความชื้นของข้าวส่งไปที่บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์สั่งการรีเลย์ ตัดต่อฮีตเตอร์ มอเตอร์ และโบลเวอร์ วงจรควบคุมการทำงานทางไฟฟ้า ดังภาพที่ 3 แหล่งจ่ายพลังงานไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ ป้อนกระแสไฟฟ้าให้มอเตอร์ โบลเวอร์ และฮีตเตอร์ จากนั้นแปลงไฟเป็นไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 12 โวลต์ จ่ายเข้าบอร์ด wemos d1 เพื่อควบคุม DHT22 เซ็นเซอร์วัดความชื้นและอุณหภูมิภายในถังลดความชื้นข้าวเปลือก เพื่อควบคุมรีเลย์ในการสั่งงาน การเปิดหรือปิดของมอเตอร์ โบลเวอร์ และฮีตเตอร์



ภาพที่ 3 วงจรควบคุมการทำงานทางไฟฟ้า

2.4 การทำงานระบบควบคุมด้วยเซ็นเซอร์และผ่านระบบ lot

หลักการทำงานของระบบจะควบคุมด้วยเซ็นเซอร์ DHT22 เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น โดยตัวเซ็นเซอร์จะมีหน้าที่ตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นในข้าวเปลือก การติดตั้งไว้เพื่อแสดงค่าอุณหภูมิ ความชื้น ที่หน้าเครื่องลดความชื้นข้าวเปลือก เมื่อความชื้นลดลงถึง 15 เปอร์เซ็นต์ ตัวเซ็นเซอร์ DHT22 จะส่งสัญญาณไปยังบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ wemos d1 โดยบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ wemos d1 จะทำหน้าที่เป็นหน่วยประมวลผลส่งสัญญาณลจิกให้กับโมดูลรีเลย์ 5 โวลต์/220 โวลต์ เพื่อสั่งการทำงานให้เปิดหรือปิดมอเตอร์ โบลเวอร์ และฮีตเตอร์ ชุดควบคุมการทำงานของเซ็นเซอร์แสดงดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 การทำงานของระบบควบคุมเซ็นเซอร์

การทำงานผ่านระบบ lot ดังภาพที่ 5 จะเห็นว่าในส่วนของระบบแสดงผลจะใช้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Sonoff th16 ทำหน้าที่รับส่งข้อมูลเพื่อประมวลผลจากโมดูล Pzem 022 ซึ่งทำหน้าที่ ใช้วัดแรงดันไฟฟ้า วัดค่ากระแสไฟฟ้า วัดค่ากำลังไฟฟ้า วัดค่าพลังงานไฟฟ้า ซึ่งสามารถการใช้สายสัญญาณ (ฉลิมขนมม์ ไวศยดำรงและคณษะ, 2561) สามารถนำค่าเหล่านี้ไปใช้คำนวณค่าไฟฟ้าของเครื่องลดความชื้นได้ โดยจะเชื่อมต่อกับโมดูล Pzem 022 ทำหน้าที่เป็นมิเตอร์แสดงค่าหรือแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชัน Blynk ที่ได้จากโมดูล Pzem 022



ภาพที่ 5 การทำงานของระบบควบคุมเซ็นเซอร์ lot

2.5 การทดสอบประสิทธิภาพเครื่องลดความชื้นของข้าวเปลือก

เมื่อสร้างเครื่องลดความชื้นและติดตั้งระบบเซ็นเซอร์ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นเสร็จแล้ว ทำการทดสอบเครื่องลดความชื้นต้นแบบ ดังนี้

- 1) ทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องด้วยการไล่ความชื้นของข้าวเปลือก จำนวน 10 กิโลกรัม แล้วเก็บข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นภายในและภายนอก รวมทั้งข้อมูลการใช้ปริมาณค่าทางไฟฟ้าของเครื่องลดความชื้นทุก 30 นาที คำนวณหน่วยพลังงานไฟฟ้าที่ใช้งานแต่ละครั้ง
- 2) ทดสอบการทำงานของเครื่องกับโรงสีข้าวชุมชนด้วยข้าวเปลือก 3 สายพันธุ์ ได้แก่ ข้าวเปลือกพันธุ์ ช่อจังหวัด เบายอดม่วง และเสียบนก เริ่มด้วยการนำข้าวเปลือกแต่ละสายพันธุ์ จำนวน 10 กิโลกรัม มาใส่ในถังส่วนบนของเครื่อง เปิดเครื่องเพื่อให้เครื่องเริ่มต้นทำงานเป็นเวลา 30 นาที เก็บตัวอย่างข้าวเปลือกก่อนและหลังผ่านการไล่ความชื้นไปหาค่าความชื้นในห้องปฏิบัติการ จากนั้นนำข้าวเปลือกที่ผ่านการไล่ความชื้นแล้วด้วยเครื่องลดความชื้น และข้าวเปลือกที่ไล่ความชื้นด้วยวิธีตากแดดตามธรรมชาติ (ไม่ผ่านเครื่องลดความชื้น) ไปสีในโรงสีชุมชน เพื่อเปรียบเทียบระยะเวลา ความยากง่าย การแตกหักของเมล็ดข้าวเปลือก พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในการสีข้าวแต่ละสายพันธุ์ ลักษณะของการไล่ความชื้นด้วยวิธีธรรมชาติและเครื่องลดความชื้น โดยอาศัยลมร้อนเช่นเดียวกับ (เกียรติศักดิ์ ใจโต, 2561) ดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 การไล่ความชื้นด้วยวิธีธรรมชาติและเครื่องลดความชื้น

2.6 การทดสอบหาค่าความชื้นของข้าวเปลือก

ทำการตรวจสอบความชื้นของข้าวเปลือกด้วยวิธีอบด้วยลมร้อน (Hot air oven method) (ISTA, 2006) ทำโดยอบด้วยครุชิเบลในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส ทิ้งไว้ให้เย็นในตู้ดูดความชื้น จากนั้นชั่งน้ำหนักด้วยครุชิเบลด้วยเครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง ทำซ้ำจนกระทั่งน้ำหนักของถ้วยมีค่าคงที่ แล้วสุ่มข้าวเปลือกโดยนำมาชั่งน้ำหนักตัวอย่างข้าวเปลือกที่ต้องการหาความชื้นใส่ในถ้วยครุชิเบล จำนวน 3 ซ้ำ ๆ ละ 5 กรัม จดบันทึกน้ำหนักของถ้วย ข้าวเปลือกก่อนการอบ แล้วนำไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 16 ชั่วโมง แล้วนำมาดูความชื้นในตู้ดูดความชื้น จากนั้นชั่งน้ำหนักด้วยครุชิเบลที่มีข้าวเปลือกหลังอบ แล้วนำค่าน้ำหนักที่ได้ไปคำนวณหาค่าความชื้นจากสูตรดังนี้

$$\text{ค่าความชื้น (ร้อยละ)} = \frac{(M2 - M3) \times 100}{(M2 - M1)} \quad \dots (1)$$

- เมื่อ M1 = น้ำหนักถ้วยครุชิเบล
- M2 = น้ำหนักถ้วยครุชิเบลและน้ำหนักข้าวเปลือกก่อนอบแห้ง
- M3 = น้ำหนักถ้วยครุชิเบลและน้ำหนักข้าวเปลือกหลังอบแห้ง

3. ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

3.1 การทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องลดความชื้นข้าวเปลือก

ข้อมูลการทดสอบประสิทธิภาพของระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในเครื่องลดความชื้น พบว่าอุณหภูมิภายในเครื่องอยู่ในช่วง 26 - 45 องศาเซลเซียส อุณหภูมิภายนอกเครื่องอยู่ในช่วง 25.60 - 34.60 องศาเซลเซียส ค่าความชื้นภายในเครื่องอยู่ในช่วงร้อยละ 40 - 89 ส่วนความชื้นภายนอกเครื่องอยู่ในช่วงร้อยละ 47 - 84 โดยจะเห็นว่าสามารถควบคุมอุณหภูมิภายในให้มีค่ามากกว่าภายนอก ควบคุมความชื้นภายในให้มีค่าต่ำกว่าภายนอกได้ตามที่กำหนดไว้ แสดงให้เห็นว่าเครื่องลดความชื้นมีประสิทธิภาพในการใช้งานได้ นอกจากนี้จากข้อมูลพบว่าเครื่องลดความชื้นใช้กำลังไฟฟ้าในขณะที่ฮีตเตอร์ทำงานอยู่ในช่วง 946-1,010 วัตต์ ฮีตเตอร์จะหยุดการทำงานเมื่ออุณหภูมิในเครื่องมีค่าตามที่ตั้งไว้

จากการทดสอบการตรวจวัดค่าปริมาณไฟฟ้า เมื่อทำงานเป็นเวลา 10 ชั่วโมงต่อเนื่อง พบว่าแรงดันไฟฟ้าโดยเฉลี่ยมีค่า 226 โวลต์ กระแสไฟฟ้าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.25 แอมแปร์ มีกำลังไฟฟ้าเฉลี่ยอยู่ที่ 699.91 วัตต์ ค่าพลังงานไฟฟ้าเมื่อคิดที่การทำงานวันละ 10 ชั่วโมง จะมีค่า 7 กิโลวัตต์ต่อชั่วโมง เมื่อทำการวัดอุณหภูมิภายในถังทรงกลมเฉลี่ยอยู่ที่ 36.67 องศาเซลเซียส อุณหภูมิภายนอกถังทรงกลมเฉลี่ยอยู่ที่ 30.83 องศาเซลเซียส เมื่อนำเครื่องการทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพของระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้น ค่าทางไฟฟ้า พลังงานที่ใช้แต่ละครั้ง ก่อนนำไปทดสอบจริงกับโรงสีชุมชน ผลการทดสอบ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ข้อมูลการทดสอบประสิทธิภาพของระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในเครื่องลดความชื้น

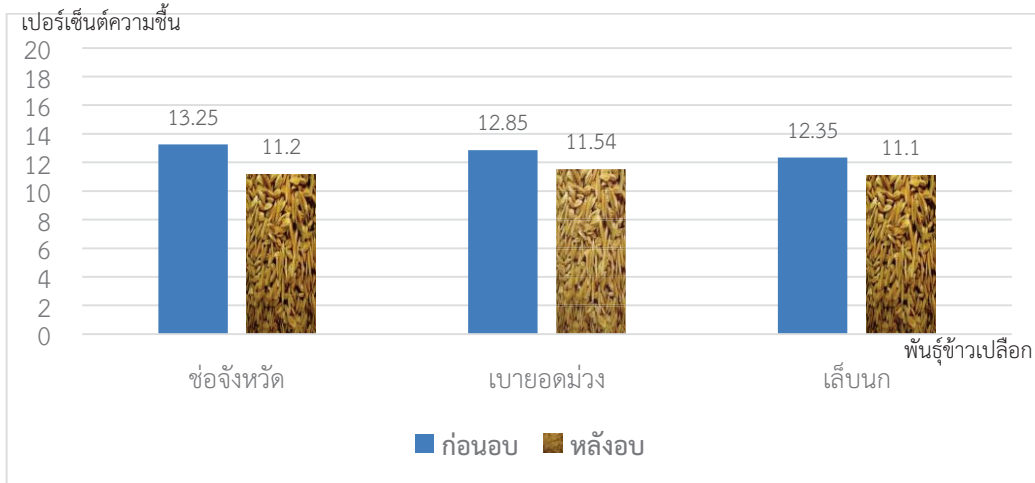
ครั้งที่	อุณหภูมิภายใน (°C)	อุณหภูมิภายนอก (°C)	ความชื้นภายใน (%RH)	ความชื้นภายนอก (%RH)	กำลังที่ใช้ (W)
1	25.90 (ฮีตเตอร์ทำงาน)	25.60	89.00	84.00	1,003
2	30.36 (ฮีตเตอร์ทำงาน)	25.87	68.00	81.00	983
3	31.60 (ฮีตเตอร์ทำงาน)	26.51	63.00	77.00	954
4	32.88 (ฮีตเตอร์ทำงาน)	27.14	57.00	76.00	957
5	34.12 (ฮีตเตอร์ทำงาน)	28.59	55.00	74.00	962
6	36.08 (ฮีตเตอร์ทำงาน)	29.17	51.00	71.00	965
7	37.88 (ฮีตเตอร์ทำงาน)	30.47	47.00	68.00	954
8	41.04 (ฮีตเตอร์ทำงาน)	31.86	45.00	62.00	987
9	43.05 (ฮีตเตอร์ทำงาน)	32.58	44.00	60.00	955
10	44.46 (ฮีตเตอร์ทำงาน)	32.64	41.00	59.00	959
11	45.07 (ฮีตเตอร์ทำงาน)	33.40	40.00	56.00	946
12	45.05	33.50	40.00	53.00	253
13	44.23	34.20	41.00	51.00	223
14	43.70	34.60	42.00	48.00	241
15	40.36	33.87	44.00	47.00	254
16	36.60	33.51	42.00	47.00	267
17	35.88	32.34	41.00	49.00	243
18	34.12	32.59	45.00	51.00	241
19	32.98	31.17	45.00	51.00	270
20	33.08 (ฮีตเตอร์ทำงาน)	30.47	44.00	52.00	1,010
21	34.04 (ฮีตเตอร์ทำงาน)	30.26	43.00	53.00	974

3.2 การทดสอบการทำงานของเครื่องลดความชื้นกับโรงสีชุมชน

เมื่อนำข้าวเปลือกมาไล่ความชื้นด้วยเครื่องลดความชื้น ข้าวเปลือกที่ใช้ในการทดสอบเป็นข้าวเปลือกที่เกษตรกรนำมาโรงสี ซึ่งเป็นข้าวเปลือกที่เกษตรกรได้เก็บไว้ระยะหนึ่งแล้ว ไม่ได้เป็นข้าวหลังเก็บเกี่ยวใหม่ๆ ทำให้ความชื้นของข้าวเปลือกมีค่าลดลงบ้างแล้ว จากการนำไปวิเคราะห์หาค่าความชื้นของข้าวเปลือกในห้องปฏิบัติการ ดังภาพที่ 7 ได้ผลค่าความชื้นเปรียบเทียบข้าวเปลือกก่อนผ่านการอบและหลังจากอบภาพที่ 8 โดยจะเห็นว่าค่าความชื้นของข้าวเปลือกทั้ง 3 สายพันธุ์มีค่าลดลง โดยค่าความชื้นของข้าวเปลือกพันธุ์ช่อจังหวัด เบายอดม่วง และเล็บนก ลดลงร้อยละ 2.05 1.31 และ 1.25 ข้าวเปลือกทั้ง 3



ภาพที่ 7 ตัวอย่างข้าวเปลือกพันธุ์ ช่อจังหวัด เบายอดม่วง และเล็บนก



ภาพที่ 8 เปรียบเทียบความชื้นข้าวเปลือกก่อนผ่านการอบและหลังจากอบด้วยเครื่อง

ตารางที่ 2 ค่าความชื้นของข้าวเปลือกสายพันธุ์ต่างๆ ก่อนและหลังไล่ความชื้นด้วยเครื่องลดความชื้น

ลำดับ	พันธุ์ข้าว	ปริมาณความชื้น(ร้อยละ)		ความชื้นที่ลดลง (ร้อยละ)
		ก่อนอบ	หลังอบ	
1	ช่อจังหวัด	13.25	11.20	2.05
2	เบายอดม่วง	12.85	11.54	1.31
3	เลืบนก	12.35	11.10	1.25

เมื่อนำข้าวเปลือกที่ผ่านการไล่ความชื้นแล้วด้วยเครื่องลดความชื้น และข้าวเปลือกที่ไล่ความชื้นด้วยวิธีตากแดดตามธรรมชาติ (ไม่ผ่านเครื่องลดความชื้น) ซึ่งมีค่าความชื้นสูงกว่าไปใส่ในโรงสีชุมชน พบว่าข้าวเปลือกที่ผ่านการไล่ความชื้นด้วยเครื่องลดความชื้นใช้เวลาในการสีข้าวน้อยกว่าข้าวเปลือกที่ตากแดดตามธรรมชาติ สามารถสีข้าวได้ง่ายและใช้เวลาสีเพียงรอบเดียว ในขณะที่ข้าวเปลือกที่มีความชื้นสูงกว่าต้องนำกลับไปวนสีใหม่อีกรอบ นอกจากนี้พบว่าข้าวเปลือกทั้งสองประเภทไม่มีการแตกหักของเมล็ดข้าวเปลือก จากการสีข้าวเปลือกที่มีความชื้นต่ำจะเห็นวาระยะเวลาในการสีข้าวก็น้อยลงจึงส่งผลให้ค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้มีค่าต่ำลงไปอีกด้วย ซึ่งเป็นการช่วยลดต้นทุนของเกษตรกรทั้งในส่วนของคุณค่าไฟฟ้าและต้นทุนในการเปลี่ยนอะไหล่ของเครื่องสีข้าว เช่น สายพาน ยางบดเปลือกข้าว มีการบำรุงรักษาและเปลี่ยนอะไหล่เช่นเดียวกับ (ภิญโญ และวีระชาติ, 2562) การทดสอบอบข้าวด้วยลมร้อนระบายทิ้งจากเครื่องสีข้าวและลมร้อนจากฮีตเตอร์ร่วมกับโบลเวอร์ ดังภาพที่ 9 (ก) และ (ข)



(ก) การทดสอบลมร้อนจากเครื่องสีข้าว



(ข) การทดสอบลมร้อนจากฮีตเตอร์

ภาพที่ 9 การทดสอบอบข้าวด้วยลมร้อนระบายทิ้งจากเครื่องสีข้าวและลมร้อนจากฮีตเตอร์ร่วมกับโบลเวอร์

ผลการทดลองเมื่อนำลมร้อนจากการระบายทิ้งของเครื่องสีข้าว โดยทำการต่อเข้ากับท่ออีกด้านหนึ่งของเครื่องลดความชื้นพร้อมกับเริ่มเดินมอเตอร์ลำเลียงข้าวเปลือกออกจากกันถึง ข้าวเปลือกจะไหลไปตามท่อและได้รับความร้อนเช่นกัน ทำการทดลองเป็นเวลา 30 นาที แล้วนำตัวอย่างข้าวเปลือกไปทดสอบในห้องปฏิบัติการพบว่ามีปริมาณความชื้นลดลง ประมาณร้อยละ 1.3-2.0 เช่นเดียวกับกรณีใช้ฮีตเตอร์ร่วมกับโบลเวอร์ในขบวนการอบ แต่จากการสังเกตพบว่าวิธีใช้ลมร้อนจากเครื่องสีข้าวทำให้ข้าวเปลือกนั้นมีเศษของแกลบหรือรำข้าวเจือปนมาด้วย

ผลการทดลองจากการสีข้าวที่ผ่านการไล่ความชื้นด้วยเครื่องลดความชื้น พบว่าสัดส่วนข้าวเปลือกต่อข้าวสารของข้าวแต่ละสายพันธุ์มีค่าไม่แตกต่างกันมากนัก ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของสายพันธุ์ข้าวเปลือก ในส่วนของค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้ขึ้นอยู่กับระยะเวลาในการสีข้าว ข้อมูลการสีข้าวเปลือกแต่ละสายพันธุ์ที่ผ่านการไล่ความชื้นด้วยเครื่องลดความชื้น แสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ข้อมูลการสีข้าวเปลือกแต่ละสายพันธุ์ที่ผ่านการไล่ความชื้นด้วยเครื่องลดความชื้น

ลำดับ	ชนิดข้าว	ปริมาณข้าว ก่อนและหลังสี (kg)	กำลังไฟฟ้า (W)	หน่วย (kWh)	ใช้เวลาสีข้าว (นาที)
1	ช่อจังหวัด	10 : 6	2,840	0.6	21
2	เบายอดม่วง	10 : 6	1,400	0.4	15
3	เล็บนก	10 : 5	1,350	0.6	21

4. สรุป

เครื่องลดความชื้นข้าวเปลือกใช้ลมร้อนแบบผสมผสานอัตโนมัติ สามารถใช้ความร้อนที่ได้จากฮีตเตอร์และลมร้อนเหลือทิ้งจากโรงสี การทดสอบครั้งนี้เป็นการนำไปใช้จริงกับโรงสีข้าวชุมชน ซึ่งเครื่องลดความชื้นก็มีขนาดเล็กจึงมีขนาดที่พอเหมาะกับการสีข้าวชุมชน จากการทดลองลดความชื้นกับข้าว 3 ชนิด ทดสอบครั้งละ 10 กิโลกรัม เป็นเวลา 30 นาที โดยนำข้าวพื้นถิ่นของจังหวัดตรังทั้งสามชนิดเป็นตัวอย่งกรณีศึกษา พบว่ามีค่าความชื้นของข้าวเปลือกทั้ง 3 สายพันธุ์มีค่าลดลง ค่าความชื้นของข้าวเปลือกสายพันธุ์ช่อจังหวัด เบายอดม่วง และเล็บนก ลดลงร้อยละ 2.05 1.31 และ 1.25 ตามลำดับ การลดความชื้นข้าวเปลือกก่อนทำการสีจะช่วยในลดเวลาการตากแดดของเกษตรกรและยังช่วยประหยัดเวลาในการสีแต่ละครั้งเนื่องจากสามารถสีได้ง่ายกว่าข้าวเปลือกที่มีความชื้นมาก จากการทดสอบการทำงานของเครื่องสีข้าววันละ 10 ชั่วโมง ใช้พลังงานทั้งสิ้น 7 กิโลวัตต์ต่อชั่วโมง คิดเป็นเงิน 35 บาท (หน่วยละ 5 บาท) นอกจากนี้เมล็ดข้าวหลังจากการสีทำให้ได้เมล็ดข้าวสารที่สวยงาม ไม่แตกหัก ทำให้ราคาจำหน่ายสูงขึ้น

5. เอกสารอ้างอิง

- กิตติ สถาพรประสาธน์ และ โพธิ์ทอง ประณีตพลกรัง. (2560). *แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการอบแห้งข้าวเปลือกด้วยเครื่องอบแห้งแบบเจ็ทสเปาต์เต็ดเบด*. วิศวกรรมลาดกระบัง, 34(4), 22-29.
- เกียรติศักดิ์ ใจโต, นาฏชนก ปรางปรุ, เทวรัตน์ ตรีอำนรรค, จิตรารัตน์ จอกแก้ว, กระจวี ตรีอำนรรค และธีรวัฒน์ ชื่นอัศตงคต. (2561). *การอบแห้งข้าวเปลือกด้วยเครื่องอบแห้งแบบพาหะลมหมุนเวียน*. การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 19.
- กองเกษตรวิศวกรรม.(2543). *หลักการและส่วนประกอบที่สำคัญของการลดความชื้นของเมล็ดพืช*. กรมวิชาการเกษตร. ปีที่ 12. (ฉบับที่ 2): เมษายน-มิถุนายน.
- กองวิจัยและพัฒนาข้าว, (2559). *องค์ความรู้เรื่องข้าว เวอร์ชัน 3.0*, แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ.
- ฉัตรชัย นิยมล. (2555). *ประสิทธิภาพการใช้พลังงานของกระบวนการลดความชื้นข้าวเปลือกด้วยเครื่องอบแห้งแบบพาหะลมที่ใช้หอบแห้งชนิดท่อเกลียว*. วารสารวิจัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 17(1), 97-109.
- เฉลิมชนม์ ไวศยดำรง และระจนาฏ ไกรปัญญาพงศ์. (2561). *การประยุกต์ใช้ระบบควบคุม PLC และระบบ IOT ในการควบคุมระบบเลี้ยงอุณหภูมิและความชื้นสำหรับธุรกิจบ้านนกกางแอนกินรัง*. การประชุม วิชาการและนำเสนอผลงานวิชาการระดับชาติ UTCC Academic Day ครั้งที่ 2.
- ทรงพล วิจารย์จักร, สุพรรณ ยั่งยืน และ จักรมาศ เลหาทณิข. (2560). *การศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้เครื่องอบแห้งแบบถัง ทรงกระบอกหมุนด้วยรังสีอินฟราเรดร่วมลมร้อนปล่อยทิ้งในกระบวนการผลิตข้าวกล้องงอก*.วารสาร วิทยาศาสตร์เกษตร 48(3), 51-54.

- ธนาภรณ์ อุ่นพิณิจ, วรินทร์ไพ เศรษฐ์ธนนบุตร, ทินกร คำแสน, พนมกร ขวาของ และ อภิชาติ อัจฉริยะ. (2560). *การลดความชื้นข้าวเปลือกด้วยคลื่นไมโครเวฟแบบอัตโนมัติ*. วิศวกรรมสารเกษมบัณฑิต, 7(1), 124-139.
- ธัชพล จุ่งเจริญ, การันต์ ดวงนิราส, วิษระ วงศ์สุกรี และ อนุพงศ์ มีโคตรทอง. (2560). *ผลของความชื้นเริ่มต้นและความสูงเบดของข้าวเปลือกต่อความเร็วลมต่ำสุดในเครื่องทดสอบการเกิดฟลูอิดไอเซชัน*. น. 255-264. ใน: การประชุม การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยรังสิต ประจำปี 2560. มหาวิทยาลัยรังสิต, กรุงเทพฯ.
- ปราชญา ตริสุทธาชีพ และกิตติ สถาพรประสาธน์. (2561). *การประยุกต์ใช้การอบแห้งแบบกระแสน้ำสำหรับวัสดุการเกษตรในประเทศไทย*. วารสารวิศวกรรมศาสตร์ศรีนครินทรวิโรฒ, 13(2), 166-180.
- ปรีดา ปรากฏมาก. (2559). *แบบจำลองการถ่ายเทมวลสารและการเปลี่ยนแปลงทางกลของเมล็ดข้าวระหว่างรอบแห้งแบบฟลูอิดไอซ์เบด*. วิศวกรรมลาดกระบัง, 33(2), 42-48.
- พิรสิทธิ์ ทวยนาค, มณฑล ชูโซนนาค, มุस्ताฟา ยะกา และประชา บุญยานิชกุล. (2557). *การทบทวนพัฒนาการของการลดความชื้นข้าวเปลือกในทางอุตสาหกรรม*. ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ วารสารวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปีที่9 ฉบับที่1 เดือนมกราคม – มิถุนายน พ.ศ.2557
- พิศมาส หวังดี. (2558). *คุณสมบัติของทางกายภาพข้าวเปลือกและข้าวเปลือกหนึ่ง*. วารสารวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก, 8(1), 23-28.
- โพธิ์ทอง ปราณีตพลกรัง และ กิตติ สถาพรประสาธน์. (2560). *การประยุกต์ใช้เทคนิคเจ็ดสเปาต์เต็ดเบดร่วมกับคลื่นอัลตราซาวด์สำหรับอบแห้งผลผลิตทางการเกษตร*. วารสารวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 12(1), 163-175.
- ภาณุวัฒน์ ทรัพย์ปรุง และประสิทธิ์ โสกา. (2556). *การพัฒนาเครื่องอบแห้งข้าวเปลือกแบบถ่วงหมุน ประหยัดพลังงานโดยระบบนำอากาศร้อนเวียนกลับมาใช้ใหม่*. วารสารวิชาการและวิจัย มทร.พระนคร, ฉบับพิเศษ, 201-207.
- ภิญโญ ชุมมณี และวีระชาติ จริตงาม. (2562). *การออกแบบและพัฒนาระบบควบคุมอบแห้งข้าวเปลือกแบบอัจฉริยะสำหรับโรงสีข้าวขนาดกลาง* คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยี อุตสาหกรรม, มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ PSRUJournal of Science and Technology 4(1): 84-94.
- มุस्ताฟา ยะกา.(2537). *การออกแบบและทดสอบเครื่องอบแห้งข้าวเปลือกแบบฟลูอิดไอซ์เบดแบบต่อเนื่องขนาดต้นแบบสำหรับอุตสาหกรรม*. วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. เทคโนโลยีพลังงาน. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- ยุทธนา ภูริระวินิชกุล และสุภวรรณ ภูริระวินิชกุล. (2553). *แนวทางการอบแห้งข้าวหนึ่งโดยใช้พลังงานความร้อนร่วมจากรังสีอินฟราเรดและไฟฟ้า*. การประชุมเชิงวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 6.
- สมพจน์ คำแก้ว. (2564). *อุณหภูมิการอบแห้งแบบหมุนเวียนของข้าวเปลือกมีผลต่อสารหอม (2AP)*. วารสารวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปีที่ 16 ฉบับที่ 3 เดือน กันยายน-ธันวาคม.
- สุชีวา สิทธิจินดา, คงฤทธิ์ รุ่งษ์ และ ธราธิป ภูระหงษ์. (2559). *การพัฒนาเครื่องไล่ความชื้นข้าวเปลือกในครัวเรือนควบคุมอัตโนมัติด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino*. การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร ครั้งที่ 3. มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร, กำแพงเพชร.
- สุรเวทย์ กฤษณะเสรี และเปรมจิตต์ สระวาสี.(2550). *การลดความชื้นเมล็ดพืช*. สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน. (ฉบับที่ 22) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 16(3), 1-9.

การศึกษาความเหมาะสมเชื้อเพลิงอัดเม็ดของกะลาแมคาเดเมียผสมขี้เลื่อย Feasibility Study of Fuel Pellets of Macadamia Shell Mixed With Sawdust

ชนิดา ป้อมเสน อิศกฤตา โลหพรหม และ มาริษา อินทะเก็ด

Chanida Pomsen, Itsagritta Lohaphrom and Marisa Inthakerd

สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

Department of Mechanical Engineering, Faculty of Technical Education

Rajamangala University of Technology Krungthep

อีเมล: Chanida.p@mail.rmutk.ac.th, เบอร์โทรศัพท์: 090-9865967

บทคัดย่อ

การศึกษาความเหมาะสมเชื้อเพลิงอัดเม็ดของกะลาแมคาเดเมียผสมขี้เลื่อยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาค่าความร้อน ประสิทธิภาพ และค่าความหนาแน่นของเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ดโดยใช้กะลาแมคาเดเมียผสมขี้เลื่อย โดยการออกแบบเครื่องอัดเม็ด ชีวมวลมีความกว้าง 350 มิลลิเมตร ความยาว 600 มิลลิเมตร และความสูง 1,131 มิลลิเมตร ลูกกลิ้งมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 100 มิลลิเมตร แกนยึดลูกกลิ้งมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 65 มิลลิเมตร แผ่นรองลูกกลิ้งใช้สำหรับขึ้นรูปมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 150 มิลลิเมตร ขนาดของรูที่ใช้ขึ้นรูปมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร ความหนาของแผ่นรองลูกกลิ้งขนาด 20 มิลลิเมตร มอเตอร์ไฟฟ้า กระแสสลับ 1 เฟส 1,460 รอบต่อนาที 3 แรงม้า 220 โวลต์ 50 เฮิร์ตซ์ โดยทำการทดลองทั้งหมด 6 ตัวอย่างใช้แป้งและมูลสัตว์ เป็นตัวประสานที่อัตราส่วนผสมของ แมคาเดเมีย:ขี้เลื่อย:ตัวประสานเท่ากับ 50:40:10 40:50:10 และ 30:60:10 ผลการทดลอง พบว่าอัตราส่วนที่มีค่าความร้อนสูงที่สุดคือ กะลาแมคาเดเมีย 50% ขี้เลื่อย 40% และมูลควาย 10% มีค่าความร้อนเท่ากับ 3,948.75 Cal/g เท่ากับ 16.62 MJ/Kg มีค่าความชื้น ค่าเถ้า และค่าสารระเหย ร้อยละ 10.23, 2.42 และ 71.17 ตามลำดับ และ อัตราส่วนที่มีค่าความร้อนต่ำที่สุดคือ กะลาแมคาเดเมีย 50% ขี้เลื่อย 40% และแป้ง 10% มีค่าความร้อนเท่ากับ 3,371.67 Cal/g เท่ากับ 14.11 MJ/Kg มีค่าความชื้น ค่าเถ้า และค่าสารระเหย ร้อยละ 10.51, 2.53 และ 75.06 ตามลำดับ โดยภาพรวมเชื้อเพลิง อัดเม็ดมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7-8 มิลลิเมตร ความยาว 25-30 มิลลิเมตร

คำสำคัญ: เชื้อเพลิงอัดเม็ด, กะลาแมคาเดเมีย, ขี้เลื่อย

Abstract

This academic abstract presents the findings of a feasibility study conducted to assess the calorific efficiency and density of biomass pellets produced from a mixture of macadamia shells and sawdust. The design of the biomass pellet machine, used for the pelletization process, featured dimensions of 350 mm width, 600 mm length, and 1,131 mm height. The roller diameter measured 100 mm, while the roller axis diameter was 65 mm. The roller mat used for forming had a thickness of 150 mm, and the roller had a diameter of 6 mm with a 20 mm roller pad thickness. The pellet machine operated using a single-phase AC electric motor with specifications of 1,460 rpm, 3 horsepower, 220 volts, and 50 hertz. Six experiments were conducted to evaluate the effects of different binder ratios on the pellet composition. The mixing ratios of Macadamia shells, sawdust, and binders were set at 50:40:10, 40:50:10, and 30:60:10, utilizing flour and manure as binders. The results revealed that the mixture consisting of 50% macadamia shells, 40% sawdust, and 10% buffalo dung exhibited the highest calorific value, measuring 3,948.75 Cal/g (16.62 MJ/Kg). This composition also displayed moisture, ash, and volatile matter percentages of 10.23, 2.42, and 71.17, respectively. On the other hand, the lowest calorific value was observed in the composition containing 50% macadamia shells, 40% sawdust, and 10% starch, measuring 3,371.67 Cal/g (14.11 MJ/Kg), with corresponding moisture, ash, and volatile matter percentages of 10.51, 2.53, and 75.06. The resulting pellets exhibited diameters ranging from 7 to 8 millimeters and lengths between 25 and 30 millimeters. These findings provide valuable insights into the potential utilization of macadamia shell and sawdust pellets as an efficient and environmentally friendly source of fuel.

Keywords: Pellet fuel, Macadamia Shells, Sawdust

การอนุรักษ์พัฒนาและต่อยอดการสวดพระมาลัยในจังหวัดนครศรีธรรมราช

Conservation, Development and Extension of Phra Malai Chanting

in Nakhon Si Thammarat Province

พงศธร ศรีไย¹ และ ธีรวัฒน์ ช่างसान²

Phongsathon Sriyai¹ and Teerawat Changsan

¹นักศึกษาระดับปริญญาศิลปศาสตรมหาบัณฑิต การจัดการศิลปะ และวัฒนธรรมสร้างสรรค์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

²อาจารย์ประจำหลักสูตร สาขาวิชานาฏศิลป์ คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

¹Master of Arts Program in Creative Arts and Cultural Management

² Faculty of Humanities and Social Sciences, Nakhon Si Thammarat Rajabhat University

บทคัดย่อ

การอนุรักษ์พัฒนาและต่อยอดการสวดพระมาลัยในจังหวัดนครศรีธรรมราช มีวัตถุประสงค์ของการวิจัยประกอบด้วย 1. เพื่อศึกษาการอนุรักษ์ พัฒนาและต่อยอดองค์ความรู้เรื่องสวดพระมาลัยในจังหวัดนครศรีธรรมราช 2. เพื่อศึกษาการสร้างสรรคกลวิธีการสวดพระมาลัยเพื่อพัฒนาองค์ความรู้ ซึ่งผลการศึกษารูปว่า ประเพณีสวดพระมาลัยในงานศพเป็นประเพณีสวดอ่านที่มีมาตั้งแต่ สมัยกรุงศรีอยุธยา แต่ปรากฏหลักฐานเกี่ยวกับประเพณีสวดพระมาลัยอย่างชัดเจนในรัชสมัยพระบาทสมเด็จพระพุทธยอดฟ้าจุฬาโลกมหาราช ซึ่งทรงออกกฎหมายห้ามพระสงฆ์สวดพระมาลัย จาก นั้น ประเพณีสวดพระมาลัยก็เสื่อมความนิยมลงเรื่อยมา ประเพณีสวดพระมาลัยที่ยังหลงเหลืออยู่ ที่บ้านหนองขาวซึ่งเป็นชุมชนเก่าแก่ที่มีประวัติยาวนานมาตั้งแต่ครั้งกรุงศรีอยุธยานี้ ผู้สวดคือ ขรวาส สวดโดยใช้อุปกรณ์ชุดเดียวกับที่พระสงฆ์ใช้สวดพระอภิธรรม มีขั้นตอนในการสวดที่ดำเนินไปอย่างเรียบง่าย ใช้บทสวดจากคัมภีร์สวดพระมาลัยฉบับ ส.ธรรมภักดีเป็นหลัก บทสวด แต่งด้วยคำประพันธ์ที่มีรูปแบบคล้ายกาพย์ต่าง ๆ หลายชนิด มีเนื้อหาเกี่ยวกับบาปบุญและนรก สวรรค์ ปัจจุบัน ชาวหนองขาวมีทำนองสวดพระมาลัยรวมทั้งสิ้น 22 ทำนอง จำแนกได้เป็น ทำนองสวดพระธรรม 2 ทำนอง ทำนองเก๋ ทำนอง และทำนองลำนอก 15 ทำนอง

คำสำคัญ: สวดพระมาลัย, การอนุรักษ์การสวดพระมาลัย

Abstract

Conservation, development and extension of Phra Malai chanting in Nakhon Si Thammarat Province The objectives of this research consist of: 1. To study the conservation of To develop and extend the body of knowledge about chanting Phra Malai in Nakhon Si Thammarat Province 2. To study the creation of strategies for chanting Phra Malai to develop knowledge The results of the study concluded that The tradition of praying Phra Malai at the funeral is a tradition that has been recited since Ayutthaya period But there is clear evidence about the tradition of chanting Phra Malai during the reign His Majesty King Buddha Yodfa Chulalok the Great which issued a rule prohibiting monks from praying the garlands The tradition of chanting Phra Malai that remains At Ban Nong Khao, an old community with a long history since the Ayutthaya period, the chant is a lay person who chants using the same equipment that the monks use to chant Abhidhamma. There are steps in the prayer keep it simple Use the hymns from the Phra Malai prayer scriptures. S. Dhammapakdee is the main chant composed with compositions that resemble various types of verses, with contents about sin, merit, and hell and heaven. At present, the Nong Khao people have a total of 22 melodies for Phra Malai chanting. can be 2 chanting melodies, 15 melodies, cool melodies, and 15 melodies

Keywords: Pray the Malai , Conservation of chanting English

1. บทนำ

จังหวัดนครศรีธรรมราชเป็นเมืองโบราณที่มีความสำคัญทั้งในด้านเศรษฐกิจ สังคม การเมือง การปกครอง และศาสนา มาก ในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้มาไม่น้อยกว่า 1800 ปี มีกำเนิดมาแล้วตั้งแต่พุทธศตวรรษที่ 7 เป็นอย่างน้อย อ้างว่าเมืองนี้เคยมีชื่อเรียกเช่น ตามพริลิ่งค ตามพริลิ่งค มีทาลิงค ตามพริลิ่งคเวร โยลิ่ง โพลิ่ง เขียะโ้ว โลแค้ (Locae) สิริธรรมนคร ศรีธรรมราช ลิกอร์ (Ligor) ละคอน คิวตตอน สุวรรณปุระ ปาลูปีบุตร (Pataliputra) และเมืองนคร มีศิลปวัฒนธรรมที่ดั่งาม จึงมีคำ

ขวัญ“เมืองประวัติศาสตร์ พระธาตุทองคำ ชื่นฉ่ำ ธรรมชาติ แร่ธาตุอุดม เครื่องถมสามกษัตริย์ มากวัดมากศิลป์ครบสิ้นกึ่งปู” เราจึงพบว่าศิลปวัฒนธรรมทั้งนี้ตั้งสูง โนรา เพลงบอก คำดัก เพลงเรือ และสวดพระมาลัย (สำนักงานจังหวัดนครศรีธรรมราช, 2552)

ศิลปะการแสดงสวดพระมาลัยการสวดมาลัยในจังหวัดนครศรีธรรมราชเป็นประเพณีประจำงานศพ แต่เดิมพระสงฆ์เป็นผู้สวดโดยจะสวดหลังจากที่สวดพระธรรมเสร็จแล้ว พระที่สวดมีจำนวน 4 รูป หรือ 1 เติง ใช้ตาลปัตรบังหน้า ใช้บทสวดจากหนังสือพระมาลัยหรือที่เรียกว่าพระมาลัยคำสวด (คำสอน) เนื้อหาเป็นธรรมะสั่งสอนให้ผู้ฟังเกรงกลัวต่อบาป กลัวอกุศลกรรม การสวดมาลัยนอกจากเพื่อสั่งสอนสาธุชนแล้วยังเป็นวิธีการแก้ความเจ็บเหงาในขณะเฝ้าศพ และเพื่อให้เจ้าภาพหรือญาติผู้ตายทุเลาความเศร้าโศกด้วยสำหรับผู้สวดมาลัยที่เป็นคฤหัสถ์ คณะหนึ่งเรียกว่า “วงมาลัย”

รัชฎาพร ดวงแก้ว(2554) ให้รายละเอียดว่าการสวดพระมาลัยเป็นวัฒนธรรมพื้นบ้าน มีบทบาทหน้าที่และเป็นเครื่องแสดงเอกลักษณ์ของแต่ละชุมชน มีการสืบทอดถ่ายโยงจากปากต่อปากสืบทอดกันมา โดยไม่มีการขีดเขียนเป็นลายลักษณ์อักษร จึงจัดเป็นวรรณกรรมมุขปาฐะ ซึ่งเป็นแขนงหนึ่งของคติชนวิทยาหรือคติชาวบ้าน การสวดมาลัยไม่พบหลักฐานที่แน่ชัดว่ามีตั้งแต่สมัยใด ทราบแต่เพียงว่า สมัยก่อนการสวดลักษณะนี้เป็นที่แพร่หลายอย่างมาก จะสวดกันในงานศพ และสวดในตอนกลางคืน โดยสวดกันตลอดทั้งคืน บทที่สวดจะมีการกล่าวถึงพระมาลัย กล่าวถึงตำนานเรื่องราวต่างๆ ทั้งนี้เรื่องพระมาลัย สามารถแยกได้เป็น 3 ประเภท คือ พระมาลัยลงไปโปรดสัตว์นรก พระมาลัยขึ้นไปที่สวรรค์สนทนากับพระอินทร์ และพระมาลัยสนทนากับพระเมตไตรยองค์พระศรีอาริย์ ผู้จะลงมาตรัสพระสัพพัญญุตญาณ เป็นพระสัมมาสัมมาพุทธเจ้าในภายหน้า ทั้งหมด เป็นเรื่องที่กระตุ้นเตือนใจของคนให้ละบาปทางกาย วาจา ใจ ให้ทำบุญกุศล อันจะลดบันดาลให้ได้ไปสวรรค์ นิพพานในภายภาคหน้า และเป็นเรื่องที่สำคัญยิ่งในพระพุทธศาสนา โดยการสวดพระมาลัยเริ่มต้น “ตั้งนะโม” เพื่อให้ผู้ครูก่อนตามธรรมเนียม แล้วดำเนินเรื่องเรียก “ตั้งในการ” คือ กล่าวถึงประวัติของพระมาลัย ต่อด้วย “สำหรับบท” คือ กล่าวถึงพุทธประวัติและพระเกียรติคุณของพระองค์ ต่อด้วยกล่าวบทที่เรียกว่า “พระเถร” คือ กล่าวบทคุณพระมาลัยผู้เป็นต้นเรื่อง แล้วจึงกล่าวบทที่เรียกว่า “ฉันทา” คือ บรรยายคุณของการสมาทานศีลโทษการผิดลูกผิดเมียผู้อื่น ต่อด้วยกล่าวบทที่เรียกว่า “เมียท่าน” คือ บรรยายความซำซำในการคบชู้ผิดศีลธรรม ต่อด้วยกล่าวบทที่เรียกว่า “เบ็ดเตล็ด” หรือ “ล่านอก” คือ เป็นการกล่าวเล่นนอกเรื่องพระมาลัย ซึ่งกลายเป็นตอนที่ยาวนานหรือเป็นหัวใจของการสวดไป แม้จะถือเป็นของแถม แต่ความสนุกสนานหรือการเล่นนอกบทสามารถทำได้มาก มีคนสนใจมาดูมาฟังแม้แต่เด็ก เช่น อาจแสดงเป็นลิเก เล่นเรื่องจันทโครพ ก็อยู่ได้เกือบทั้งคืน

ปัจจุบันการสวดพระมาลัยได้เปลี่ยนไปตามสภาพสังคม ซึ่งไม่ได้ปฏิบัติไปตามรูปแบบเดิม โดยที่คณะเหล่านั้น นั่งล้อมวงข้างหน้าหีบศพไม่จำกัดตำแหน่งก็คนก็ได้ มีการผลัดกันร้องผลัดกันรับ มีการต่อกลอนกันทั้งวงและไม่มี การใช้ตาลปัตรเหมือนแต่ก่อน การสวดพระมาลัยในสมัยก่อนมีแพร่หลายมากนิยมสวดทุกงานศพ แต่ปัจจุบัน การสวดพระมาลัยได้หมดความนิยมไป นักสวดมาลัยที่เหลืออยู่ก็แก่เฒ่า ผู้สนใจฝึกหัดสวดต่อก็ไม่มี ในอนาคตการสวดพระมาลัยน่าจะเหลือเพียงชื่อเท่านั้น อีกทั้งปัจจุบันด้วยสภาพสังคมที่อยู่ในสังคมแห่งการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ทั้งทางแนวความคิดและการกระทำของมนุษย์ รวมทั้งการข้ามพรมแดนของวัฒนธรรมต่างๆที่ไร้ขอบเขต ส่งผลกระทบต่อวัฒนธรรมและประเพณีไทย รวมถึงประเพณีอดนิยมบางประเพณีอาจจะนิยมประเพณีปฏิบัติกันอย่างฟุ่มเฟือย หรือเบี่ยงเบนไปจากสาระและคุณค่าเดิมในปัจจุบัน การพัฒนาที่เน้นธุรกิจเงินตรา การค้า และเทคโนโลยีที่ทันสมัย แต่กลับมองข้ามมิติทางด้านวัฒนธรรมซึ่งเป็นมรดกที่สำคัญ

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยสนใจเรื่องการอนุรักษ์พัฒนาและต่อยอดการสวดพระมาลัยในจังหวัดนครศรีธรรมราช ศิลปะการสวดพระมาลัย ประกอบพิธีกรรมงานศพที่มีมาแต่อดีต แต่ปัจจุบันได้เลือนหายไปด้วยนวัตกรรมทางวัฒนธรรมสมัยใหม่ที่เข้ามา มีบทบาทในวิถีชีวิตของคนไทย จึงควรสืบเร่งรวบรวม องค์ความรู้การสวดพระมาลัยของจังหวัดนครศรีธรรมราช ไว้เป็นหลักฐานทางวิชาการเพื่อการสืบค้นข้อมูลของเยาวชนที่เป็นความจริงตรวจสอบได้ เฉพาะอย่างยิ่งการสวดพระมาลัยศิลปะการละเล่นของจังหวัดนครศรีธรรมราช นี้ไว้อย่างยั่งยืน คาดการณ์เป็นเบื้องต้นว่าการวิจัยนี้จะเป็นมรดกที่สูงค่าของการศึกษาเรื่องการสวดพระมาลัยในจังหวัดนครศรีธรรมราช อาจจะเป็นแนวทางการพัฒนาไปสู่นวัตกรรมใหม่ ๆ ของนักวิชาการท่านอื่นที่สนใจ และมีความพร้อมในการพัฒนาในอนาคตต่อไป จึงได้ทำวิจัยในครั้งนี้

คำถามในการวิจัย

1. องค์ความรู้ความเป็นมา และสภาพปัจจุบันของการสวดพระมาลัยของจังหวัดนครศรีธรรมราช เป็นอย่างไร
2. แนวทางการอนุรักษ์ และแนวทางการพัฒนาการสวดพระมาลัยของจังหวัดนครศรีธรรมราชที่พึงประสงค์เป็นอย่างไร
3. สามารถอนุรักษ์การสวดพระมาลัยให้คงอยู่อย่างถาวรในจังหวัดนครศรีธรรมราชได้อย่างไร

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาการอนุรักษ์ พัฒนาและต่อยอดองค์ความรู้เรื่องสวดพระมาลัยในจังหวัดนครศรีธรรมราช
2. เพื่อศึกษาการสร้างสรรคกลวิธีการสวดพระมาลัยเพื่อพัฒนาองค์ความรู้

สมมุติฐานการวิจัย

1. อนุรักษ์ พัฒนาและต่อยอดองค์ความรู้เรื่องสวดพระมาลัยในจังหวัดนครศรีธรรมราช
2. สร้างสรรค์กลวิธีการสวดพระมาลัยเพื่อพัฒนาองค์ความรู้
3. จัดทำแผนพัฒนาการเรียนการสอนในสถานศึกษา

2. วิธีการทดลองหรือวิธีการศึกษา

การวิจัยเรื่องแนวทางการอนุรักษ์และพัฒนาการสวดพระมาลัยของจังหวัดนครศรีธรรมราช ในครั้งนี้ เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) โดยใช้วิธีวิจัยแบบผสมผสาน (Mixed methods research) ระหว่างวิธีวิจัยเชิงคุณภาพและวิจัยปริมาณ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. ประชากร 2. กลุ่มตัวอย่าง 3. เครื่องมือ 4. การเก็บรวบรวมข้อมูล 5. การวิเคราะห์ข้อมูล 6. ขอบเขตและข้อจำกัดของการวิจัย 7. สถานที่ทำการวิจัย 8. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 9. แผนการดำเนินการเกี่ยวกับกิจกรรมและระยะเวลาทำการวิจัย

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยการอนุรักษ์และพัฒนาการสวดพระมาลัยในจังหวัดนครศรีธรรมราชครั้งนี้ เป็นกลุ่มที่เกี่ยวข้องกับการสวดพระมาลัย มี 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มผู้ให้ข้อมูลสำคัญ (Key Informants) กลุ่มผู้ปฏิบัติ (Casual Informants) และกลุ่มผู้ให้ข้อมูลทั่วไป (General Informants) ซึ่งเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย คือ

กลุ่มผู้ให้ข้อมูลสำคัญ (Key Informant) คัดเลือกโดยวิธีเจาะจง จำนวน 9 คน จาก

เป็นกลุ่มศิลปินต้นแบบของคณะสวดพระมาลัยของแม่วันดีเนื่องจากคณะสวดพระมาลัยของคณะแม่วันดีเป็นคณะสุดท้ายของจังหวัดนครศรีธรรมราชที่ยังหลงเหลืออยู่ ประกอบด้วย

นางวันดี จันทร์จำรัส อายุ 75 ปี นายประสิทธิ์ เพชรพันธุ์ อายุ 74 ปี นายนาม อัมภาสวรรณ์ อายุ 67 ปี นายประคอง สงวนทอง อายุ 81 ปี นางเกศร เขตนิคม อายุ 46 ปี นางปราณี เกื้อเสนาะ อายุ 69 ปี นายทิ้ง สงวนทอง อายุ 89 ปี นางปานใจ สุวรรรคช อายุ 35 ปี นางประนอม วิพจน์ชัย อายุ 66 ปี

กลุ่มผู้ปฏิบัติ (Casual Informants) การวิจัยครั้งนี้ได้เลือกกลุ่มปฏิบัติด้วยวิธีการคัดเลือกแบบเจาะจง จำนวน 13 คน เป็นกลุ่มเยาวชนในจังหวัดนครศรีธรรมราช เป็นกลุ่มนักเรียน นักศึกษาที่มีความสนใจในด้านศิลปะและวัฒนธรรมของภาคใต้ รวบรวมกลุ่มสำหรับฝึกซ้อม และเข้าร่วมแสดงในโอกาสสำคัญต่าง ๆ ของชุมชน

กลุ่มผู้ให้ข้อมูลทั่วไป (General Informants) การวิจัยครั้งนี้คัดเลือกแบบเจาะจง จากปราชญ์ชาวบ้าน นักวิชาการ นักวัฒนธรรม ผู้บริหารส่วนท้องถิ่น เทศบาล เพื่อให้ร่วมตรวจสอบเสนอแนะแนวทางการอนุรักษ์และพัฒนาการสวดพระมาลัยในจังหวัดนครศรีธรรมราชภายหลังจากที่ได้พัฒนาไปแล้ว

กลุ่มตัวอย่าง

1. กลุ่มผู้ให้ข้อมูลสำคัญ (Key Informant) คัดเลือกโดยวิธีเจาะจงเป็นกลุ่มศิลปินต้นแบบของคณะสวดพระมาลัยของแม่วันดี เนื่องจากคณะสวดพระมาลัยของคณะแม่วันดีเป็นคณะสุดท้ายของจังหวัดนครศรีธรรมราชที่ยังเหลืออยู่

2. กลุ่มผู้ปฏิบัติ (Casual Informants) การวิจัยครั้งนี้ได้เลือกกลุ่มปฏิบัติด้วยวิธีการคัดเลือกแบบเจาะจง ซึ่งเป็นกลุ่มเยาวชนในจังหวัดนครศรีธรรมราช เป็นกลุ่มนักเรียน นักศึกษาที่มีความสนใจในด้านศิลปะและวัฒนธรรมของภาคใต้ รวมกลุ่มสำหรับฝึกซ้อม และเข้าร่วมแสดงในโอกาสสำคัญต่าง ๆ ของชุมชน โดยให้กลุ่มเยาวชน เข้าร่วมฝึกการสวดพระมาลัยจากกลุ่มปราชญ์ศิลปินตัวอย่าง

เครื่องมือ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย โดยแบ่งตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย ดังนี้ เพื่อรวบรวมองค์ความรู้การสวดพระมาลัยของคณะแม่วันดี สำหรับใช้เป็นการอนุรักษ์และพัฒนาอย่างยั่งยืนของการสวดพระมาลัยของจังหวัดนครศรีธรรมราช ดังนี้

1. แบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง (structured interview) เป็นวิธีการสัมภาษณ์ที่มีการกำหนดข้อคำถามที่จะถามไว้แน่นอนแล้ว ผู้ถูกสัมภาษณ์แต่ละคนจะถูกถามด้วยคำถาม เหมือนกันหมดทุกคน คำถามอาจเป็นได้ทั้งคำถามปลายเปิดหรือปลายปิด คำถามปลายปิดอาจมีความมุ่งยากในการสร้างคำถามและการสัมภาษณ์ เพราะต้องอ่านคำตอบทั้งหมดให้ผู้ถูกสัมภาษณ์เลือกตอบ แต่จะสะดวกในการวิเคราะห์ข้อมูล

2. แบบสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้าง (unstructured interview) เป็นวิธีการ สัมภาษณ์ที่ไม่ได้กำหนดข้อคำถามไว้ก่อน คำถามที่จะไม่มีกฎเกณฑ์ที่แน่นอน มีความยืดหยุ่น แต่ ห้องอยู่ในกรอบวัตถุประสงค์ของความหึงการ ข้อมูล การสัมภาษณ์แบบนี้ ผู้สัมภาษณ์ต้องได้รับ การฝึกฝนเป็นอย่างดีเพื่อที่จะสามารถได้ข้อมูลที่ครบถ้วนตามที่ต้องการ การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จาก การสัมภาษณ์แบบนี้จะค่อนข้างยุ่งยากเนื่องจากข้อมูลที่ได้จะมีความหลากหลายกระจัด กระจาย

3. แบบบันทึกการสนทนากลุ่ม (Focus Group Discussions) โดยจัดสนทนากลุ่ม กลุ่มผู้ให้ข้อมูลสำคัญ กลุ่มผู้ปฏิบัติ และกลุ่มผู้ให้ข้อมูลทั่วไป เกี่ยวกับการต้องการหาข้อสรุปยืนยัน จุดเด่น จุดด้อยการอนุรักษ์และพัฒนาการสวดพระมาลัยในจังหวัดนครศรีธรรมราช เพื่อสร้างความน่าเชื่อถือ และข้อเสนอแนะ
4. เครื่องมือการวัดทักษะการฝึกการร้องสวดพระมาลัยในจังหวัดนครศรีธรรมราช
5. แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้รับชมการอนุรักษ์และแนวทางการพัฒนาการสวดพระมาลัยการอนุรักษ์และพัฒนาการสวดพระมาลัยในจังหวัดนครศรีธรรมราชการอนุรักษ์และพัฒนาการสวดพระมาลัยในจังหวัดนครศรีธรรมราช ด้านต่างๆของการสวดพระมาลัยในจังหวัดนครศรีธรรมราชที่ได้อุรักษ์และพัฒนา ด้านละ จำนวน 5 ข้อเพื่อประเมินความพึงพอใจอยู่ระดับใด

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการดำเนินการวิจัย และเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยดำเนินการตามลำดับ ดังนี้

1. เก็บข้อมูลการอนุรักษ์และพัฒนาการสวดพระมาลัยในจังหวัดนครศรีธรรมราช
 - 1.1 ผู้วิจัยขอหนังสือเชิญจากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช ถึงนางวันดี จันทร์จำรัส เป็นวิทยากรในการสาธิต การสวดพระมาลัย
 - 1.2 ผู้วิจัยยื่นหนังสือถึงวิทยากร และขอเข้าพบ เพื่อแนะนำตัวเองและแจ้งวัตถุประสงค์อย่างชัดเจน
 - 1.3 วิทยากรขอเวลารวบรวมศิลปินและนัดวันเวลาในการสาธิตการสวดพระมาลัยจากนั้นจึงได้นัดให้ผู้วิจัยเข้าพบและรับชมการสาธิตการสวดพระมาลัย
 - 1.4 ผู้วิจัยนำองค์ความรู้ที่ได้ทั้ง การถ่ายภาพเคลื่อนไหว เสียงร้องบทสวด ส่งให้กลุ่มปฏิบัติคือกลุ่มรับการถ่ายทอดการสวดพระมาลัยได้ทำการฝึก และซักถามความสนใจ
2. ฝึกร้องบทสวดและฝึกหัดการสวดพระมาลัยให้กับกลุ่มปฏิบัติ
 - 2.1 ผู้วิจัยขอหนังสือจากทางบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราชเพื่อแจ้งนางวันดี จันทร์จำรัส เรื่องขอเชิญเป็นกลุ่มปฏิบัติ
 - 2.2 ผู้วิจัยนัดวันขอเข้าพบกลุ่มตัวอย่าง เพื่อแนะนำตัวเองและแจ้งวัตถุประสงค์อย่างชัดเจน
 - 2.3 ผู้วิจัยจัดตารางการฝึกปฏิบัติโดยใช้ที่ท่าของกลุ่มศิลปินเป็นสถานที่ เชิญวิทยากรไปให้ความรู้ จำนวน 5 ครั้ง จนกลุ่มปฏิบัติสามารถทำการสวดพระมาลัยได้ถูกต้องตามแบบต้นฉบับของคณะแม่วันดีตามแบบที่วิทยากรกำหนด

3. การตรวจสอบความพร้อมและการสวดพระมาลัยอย่างถูกต้องผู้วิจัยเชิญผู้ทรงคุณวุฒิตัวแทนจากแหล่งต่าง ๆ เพื่อให้ช่วยแสดงความคิดเห็น ดิชม การสวดพระมาลัย ด้วยการนำเสนอผลงาน และจัดการประชุมกลุ่มย่อย เพื่อให้ผู้ทรงคุณวุฒิร่วมกันชี้แนะแสดงความคิดเห็น อย่างไรก็ตาม ในการตรวจสอบความมีคุณภาพนี้ ภายหลังจากจะมีการแจกแบบสอบถามเพื่อวัดความพึงพอใจต่อการสวดพระมาลัยด้วย

3. ผลการทดลองและวิจารณ์ผล หรือผลการศึกษาและอภิปรายผล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยสนใจเรื่องการอนุรักษ์พัฒนาและต่อยอดการสวดพระมาลัยในจังหวัดนครศรีธรรมราช ศิลปะการสวดพระมาลัย ประกอบพิธีกรรมงานศพที่มีมาแต่อดีต แต่ปัจจุบันได้เลือนหายไปด้วยนวัตกรรมทางวัฒนธรรมสมัยใหม่ที่เข้ามามีบทบาทในวิถีชีวิตของคนไทย จึงควรสืบเร่งรวบรวม องค์ความรู้การสวดพระมาลัยของจังหวัดนครศรีธรรมราช ไว้เป็นหลักฐานทางวิชาการเพื่อการสืบค้นข้อมูลของเยาวชนที่เป็นความจริงตรวจสอบได้ เฉพาะอย่างยิ่งการสวดพระมาลัยศิลปะการเล่นของจังหวัดนครศรีธรรมราช นี้ไว้อย่างยั่งยืน คาดการณ์เบื้องต้นว่าการวิจัยนี้จะเป็นมรดกที่ส่งค่าของการศึกษาเรื่องการสวดพระมาลัยในจังหวัดนครศรีธรรมราช อาจจะเป็นแนวทางการพัฒนาไปสู่นวัตกรรมใหม่ ๆ ของนักวิชาการท่านอื่นที่สนใจ และมีความพร้อมในการพัฒนาในอนาคตต่อไป การดำเนินงานวิจัยฉบับนี้จึงเกิดขึ้น โดยมีวัตถุประสงค์ 1. เพื่อศึกษาการอนุรักษ์ พัฒนาและต่อยอดองค์ความรู้เรื่องสวดพระมาลัยในจังหวัดนครศรีธรรมราช 2. เพื่อศึกษาการสร้างสรรค์กลวิธีการสวดพระมาลัยเพื่อพัฒนาองค์ความรู้

ซึ่งผลการศึกษาพบว่า ประเพณีสวดพระมาลัยในภาคใต้มีลักษณะเหมือนประเพณีสวดพระมาลัยของภาคกลาง วิเชียร ณ นครและคณะ (2521 : non-in26) กล่าวว่า จุดมุ่งหมายของการสวดพระ มาลัยในภาคใต้เพื่อร่วมกันชุมนุมอยู่เผ่าศพ มิให้งานศพเจ็บเหงาและไม่ให้เจ้าบ้านต้องเศร้าโศก จนเกินไป การสวดในระยะหลังเพิ่มบรรยากาศให้สนุกสนานทั้งผู้สวดและผู้ฟัง ผู้สวดเป็นฆราวาส เริ่มสวดเมื่อพระสวดศพจบและกลับวัดไปแล้ว คณะมาลัยก็ตั้งวงสวดจนรุ่งเช้า วงมาลัยวงหนึ่งมี 4 คน เป็นแม่คู่ 2 คน และลูกคู่หรือคู่หูกี่ 2 คน ทุกคนมีตาลปัตรบังหน้า ลูกคู่มีหน้าที่ร้องรับ เพลงสวดของแม่เพลง เครื่องดนตรีมักไม่ใช้ หากจะมีก็มี

เพียงรำมะนาและขลุ่ย ลูกคู่จะทำเสียง ประกอบต่าง ๆ ตามต้องการ บางตอนลูกคู่จะออกรำประกอบ และอาจให้ผู้ฟังร่วมรำด้วย เพื่อเพิ่ม ความสนุกสนาน

สุวิวงศ์ พงศ์ไพบูลย์ (2529 : 3679) กล่าวถึงการสวดพระมาลัยในภาคใต้ว่า อุปกรณ์ที่ใช้ในการสวดพระมาลัยนอกจาก รำมะนาและขลุ่ยแล้ว ยังมีตาลปัตร ผ้าซันเหลือง พระ สงฆ์ หน้ากาก นวดปลอม เขี้ยวปลอม แวนตา แป้งผัดหน้า ทวี และสิ่งอื่น ๆ ที่คณะมาลัยเห็นว่า จำเป็นต้องใช้ แต่เดิมการสวดมาลัยเป็นการตั้งวงเพื่อสวดหนังสือพระมาลัยจริง ๆ โดยแม่คู่หนึ่งหัน หลังให้โลงศพ...แต่ระยะหลังธรรมเนียมเหล่านี้ไม่มีใครเคร่งครัด คงสวดเปิดหน้าและคิดประดิษฐ์ คำร้องทำนองต่าง ๆ ขึ้นมาใช้ ส่วนมากเป็น ทำนองเพลงไทยเดิม เช่น ชะนีกันแสง แยกมอญ สร้อย สนต์ ลาวเสียงเทียน พัดชา เป็นต้น

การสวดพระมาลัยของภาคใต้มีพิธีการตามลำดับซึ่งแตกต่างไปจากของภาค กลางบ้าง กล่าวคือ ทางภาคใต้เริ่มด้วยการ สวดบทนมเพื่อไหว้ครู เป็นการสวดทำนองกลอนเรียกว่า “ตั้งนม” ต่อด้วย “ตั้งในกาล” กล่าวถึงประวัติของพระมาลัยอย่าง ละเอียด จากนั้นเป็น “สำหรับ บท” กล่าวถึงพระพุทธเจ้าและพระเกียรติคุณ บทที่เรียกว่า “พระเถร” กล่าวถึงพระมาลัย บท “ฉันท ชาน” บรรยายโทษของการผิดลูกเมียผู้อื่น บท “เมียบ่าน” บรรยายความซำซ่าในการคบชู้ และ บทที่เรียกว่า “เบ็ดเตล็ด” หรือ “ลำ นอก” เป็นการกล่าวนอกเรื่องพระมาลัยซึ่งเป็นการเพิ่มเติมโดยเล่นบทอื่น ๆ เช่น จันทโครพตอนฤชให้ผอบจันทโครพ เรื่องลักษณะ วงศ์ตอนฆ่าพราหมณ์ เรื่องพระ อภัยมณีตอนศรีสุวรรณเข้าเมืองรมจักรและตอนจับเจ้าละมาน และราชาธิราชตอนพระยาน้อยชม ตลาด จบด้วยการรำลา ให้พรเจ้าของบ้านและผู้ตาย

จากที่กล่าวข้างต้นทำให้ทราบว่ารูปแบบการสวดพระมาลัยในประเทศไทยนั้น มีปรากฏให้เห็นอยู่ทั้งสี่ภาค ในภาคเหนือ นั้นไม่กำหนดวันว่าจะสวดวันไหนก็ได้แล้วแต่ความเหมาะสม ส่วนมากจะตกอยู่ในเดือน 12 เดือน 3 หรือ เดือน 4 ซึ่งจะเป็นช่วงที่ ชาวบ้านว่างจากการทำงาน การสวดพระมาลัยของภาคกลางนั้น กล่าวว่าในงานศพมีการสวดพระมาลัยหน้าศพ ซึ่งเดิมคงมุ่งสั่ง สอนคติธรรม ต่อมามีการดัดแปลง เพื่อให้สนุกสนานคล้ายมหรสพ เพื่อเป็นเพื่อนศพตามธรรมเนียมของชาวชนบท ผู้สวดมีทั้งพระ และคฤหัสถ์ พระมาลัยภาคอีสานและในประเทศลาวนั้นเป็นทำนอง เดียวกัน คือ นิยมทำในเดือน 4 แต่ไม่กำหนดวันขึ้นแรมที่ แน่นนอน แล้วแต่จะตกลงกันเป็นคราว ๆ ไป ทำการพิธีทำเป็น 2 วัน เหมือนทางลานนาไทย โดยวันต้นมีการเทศนา “มาลัยหมื่น มาลัย แสน” วันที่ 2 มีการเทศนาเวสสันดรชาดก พระมาลัยภาคใต้มีลักษณะเหมือนประเพณีสวดพระมาลัยของภาคกลาง ผู้สวด เป็นฆราวาส เริ่มสวดเมื่อพระสวดศพจบและกลับวัดไปแล้ว คณะมาลัยก็ตั้งวงสวดจนรุ่งเช้า วงมาลัยวงหนึ่งมี 4 คน เป็นแม่คู่ 2 คน และลูกคู่หรือคู่หูอีก 2 คน ทุกคนมีตาลปัตรบังหน้า ลูกคู่มีหน้าที่ร้องรับ เพลงสวดของแม่เพลง เครื่องดนตรีมักไม่ใช้ หากจะมีก็มี เพียงรำมะนาและขลุ่ย ลูกคู่จะทำเสียง ประกอบต่าง ๆ ตามต้องการ บางตอนลูกคู่จะออกรำประกอบ และอาจให้ผู้ฟังร่วมรำด้วย เพื่อเพิ่ม ความสนุกสนาน

2. เพื่อศึกษาการสร้างสรรค์กลวิธีการสวดพระมาลัยเพื่อพัฒนาองค์ความรู้ จากที่กล่าวข้างต้นทำให้ทราบว่ารูปแบบการ สวดพระมาลัยในประเทศไทยนั้น มีปรากฏให้เห็นอยู่ทั้งสี่ภาค ในภาคเหนือนั้นไม่กำหนดวันว่าจะสวดวันไหนก็ได้แล้วแต่ความ เหมาะสม ส่วนมากจะตกอยู่ในเดือน 12 เดือน 3 หรือ เดือน 4 ซึ่งจะเป็นช่วงที่ชาวบ้านว่างจากการทำงาน การสวดพระมาลัยของ ภาคกลางนั้น กล่าวว่าในงานศพมีการสวดพระมาลัยหน้าศพ ซึ่งเดิมคงมุ่งสั่งสอนคติธรรม ต่อมามีการดัดแปลง เพื่อให้สนุกสนาน คล้ายมหรสพ เพื่อเป็นเพื่อนศพตามธรรมเนียมของชาวชนบท ผู้สวดมีทั้งพระ และคฤหัสถ์ พระมาลัยภาคอีสานและในประเทศลาว นั้นเป็นทำนอง เดียวกัน คือ นิยมทำในเดือน 4 แต่ไม่กำหนดวันขึ้นแรมที่แน่นนอน แล้วแต่จะตกลงกันเป็นคราว ๆ ไป ทำการพิธีทำ เป็น 2 วัน เหมือนทางลานนาไทย โดยวันต้นมีการเทศนา “มาลัยหมื่น มาลัย แสน” วันที่ 2 มีการเทศนาเวสสันดรชาดก พระ มาลัยภาคใต้มีลักษณะเหมือนประเพณีสวดพระมาลัยของภาคกลาง ผู้สวดเป็นฆราวาส เริ่มสวดเมื่อพระสวดศพจบและกลับวัดไป แล้ว คณะมาลัยก็ตั้งวงสวดจนรุ่งเช้า วงมาลัยวงหนึ่งมี 4 คน เป็นแม่คู่ 2 คน และลูกคู่หรือคู่หูอีก 2 คน ทุกคนมีตาลปัตรบังหน้า ลูกคู่มีหน้าที่ร้องรับ เพลงสวดของแม่เพลง เครื่องดนตรีมักไม่ใช้ หากจะมีก็มีเพียงรำมะนาและขลุ่ย ลูกคู่จะทำเสียง ประกอบต่าง ๆ ตามต้องการ บางตอนลูกคู่จะออกรำประกอบ และอาจให้ผู้ฟังร่วมรำด้วยเพื่อเพิ่ม ความสนุกสนาน

4. สรุป

ผลการศึกษาสรุปว่า ประเพณีสวดพระมาลัยในงานศพเป็นประเพณีสวดอ่านที่มีมาตั้งแต่ สมัยกรุงศรีอยุธยา แต่ปรากฏ หลักฐานเกี่ยวกับประเพณีสวดพระมาลัยอย่างชัดเจนในรัชสมัย พระบาทสมเด็จพระพุทธยอดฟ้าจุฬาโลกมหาราช ซึ่งทรงออกกฎ ห้ามพระสงฆ์สวดพระมาลัย จาก นั้น ประเพณีสวดพระมาลัยก็เสื่อมความนิยมลงเรื่อยมา ประเพณีสวดพระมาลัยที่ยังหลงเหลืออยู่ ที่บ้านหนองขาวซึ่งเป็นชุมชนเก่าแก่ที่มีประวัติยาวนานมาตั้งแต่ครั้งกรุงศรีอยุธยานี้ ผู้สวดคือ ฆราวาส สวดโดยใช้อุปกรณ์ชุด เดียวกับที่พระสงฆ์ใช้สวดพระอภิธรรม มีขั้นตอนในการสวดที่ ดำเนินไปอย่างเรียบง่าย ใช้บทสวดจากคัมภีร์สวดพระมาลัยฉบับ ส. ธรรมภักดีเป็นหลัก บทสวด แต่งด้วยคำประพันธ์ที่มีรูปแบบคล้ายกาพย์ต่าง ๆ หลายชนิด มีเนื้อหาเกี่ยวกับบาปบุญและนรก

สวรรค์ ปัจจุบัน ชาวหนองขามมีทำนองสวดพระมาลัยรวมทั้งสิ้น 22 ทำนอง จำแนกได้เป็น ทำนองสวดพระธรรม 2 ทำนอง ทำนองเก้ ทำนอง และทำนองล้านอก 15 ทำนอง

โครงสร้างใบยางพารากับการพัฒนาสร้างสรรค์หัตถกรรมท้องถิ่น
ของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านวังฆ้องเพื่อเศรษฐกิจสร้างสรรค์
Rubber Leaf Structure and the Development of Local Handicrafts
of Ban Wang Khong Community Enterprise for the Creative Economy

พิชิตา ช่างसान¹ และธีรวัฒน์ ช่างसान²

Pichita Changsan¹ and Teerawat Changsan²

¹นักศึกษาระดับปริญญาศิลปศาสตรมหาบัณฑิต การจัดการศิลปะ และวัฒนธรรมสร้างสรรค์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

²อาจารย์ประจำหลักสูตร สาขาวิชาศิลปกรรม คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

¹Master of Arts Program in Creative Arts and Cultural Management

²Faculty of Humanities and Social Sciences, Nakhon Si Thammarat Rajabhat University

¹Chita.p987@gmail.com 083-655-6355 ²Teerawat_cha@nstru.ac.th 089-788-9749

บทคัดย่อ

โครงสร้างใบยางพารากับการพัฒนาสร้างสรรค์หัตถกรรมท้องถิ่นของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านวังฆ้องเพื่อเศรษฐกิจสร้างสรรค์ มีวัตถุประสงค์ในการดำเนินวิจัยเพื่อ 1. เพื่อรวบรวมองค์ความรู้การทำโครงสร้างใบยางพาราของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านวังฆ้องตามแบบภูมิปัญญาดั้งเดิม และ 2. เพื่อพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์จากโครงสร้างใบยางพาราของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านวังฆ้อง โดยผลจากการดำเนินโครงการ พบว่า พื้นที่ในการประกอบอาชีพเกษตรกรรม หรือการแปรรูปใบยางพารา ในพื้นที่ชุมชนบ้านวังฆ้อง ทำกันแพร่หลาย ไม่แตกต่างกับชุมชนอื่น ๆ หากแต่ในพื้นที่ชุมชนบ้านวังฆ้อง มีการประดิษฐ์และสร้างสรรค์ให้แตกต่างไปจากแหล่งพื้นที่อื่นซึ่งมีการแปรรูปใบยางพารา เป็นดอกไม้ประดิษฐ์ (ดอกไม้ใบยาง) ซึ่งเป็นการประกอบอาชีพ และจัดตั้งกลุ่มอาชีพขึ้นหลังจากการประกอบอาชีพเกษตรกรรมชาวสวนยาง ในช่วงฤดูกาลผลัดใบที่มีใบยางร่วงหล่นลงจากต้นเป็นจำนวนมาก เกิดเป็นปัญหาที่ต้องพัฒนาและสร้างสรรค์ให้เกิดมูลค่าเพิ่มในทางเศรษฐกิจสร้างสรรค์

ผู้วิจัยจึงนำเอาใบยางพาราพัฒนาให้เกิดเป็นผลิตภัณฑ์ สินค้าแปรรูป เกิดเป็นกระบวนการหนึ่ง ที่เข้ามาส่งเสริมและพัฒนาจากเดิม ซึ่งในพื้นที่ นั้น มีการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ ดอกไม้ใบยาง อยู่แล้วเป็นทุนเดิม ผ่านกระบวนการออกแบบ สร้างสรรค์ ให้ดอกไม้ใบยางเป็นหัตถประดิษฐ์ในลักษณะนวัตกรรมที่สามารถยกระดับและสร้างรายได้ รวมถึงการสร้างมูลค่าเพิ่มได้ ในหลากหลายมิติ อย่างยิ่งก็ด้วยในงานประเพณีและวัฒนธรรม ทั้งงานมงคล และอวมงคล จากการตรวจสอบขั้นตอนการทำดอกไม้ใบยาง การเก็บใบยาง การต้ม ใบยาง การล้างและการตากใบยาง การฟอกสี การเข้าซอดดอกใบยาง ซึ่งกระบวนการข้างต้นนี้นำมาสู่ กระบวนการออกแบบสร้างสรรค์เพื่อทำการพัฒนาดอกไม้ใบยางมาสร้างสรรค์จากการเก็บข้อมูลการทำงานภูมิปัญญาดอกไม้ใบยาง โดยอาศัยการเก็บข้อมูลจากการทำงานของวิสาหกิจชุมชน ซึ่งผลการศึกษาตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 2. เพื่อพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์จากโครงสร้างใบยางพาราของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านวังฆ้องที่เหมาะสมกับการประกอบพิธีกรรมของคนในชุมชน โดยผลจากการดำเนินโครงการ สามารถพัฒนาดอกไม้ใบยางเป็นหัตถประดิษฐ์ได้จำนวน 4 รูปแบบ คือ 1. ดอกไม้ใบยางแบบพัฒนาในการปรับเปลี่ยนเข้าซอด 2. พานพุ่มดอกไม้ใบยาง 3. พานพุ่มเงินพุ่มทองดอกไม้ใบยาง 4. ดอกไม้จันทร์จากดอกไม้ใบยาง

คำสำคัญ: ใบยางพารา ภูมิปัญญาใบยางบ้านวังฆ้อง

Abstract

Rubber leaf structure and the development of local handicrafts of Ban Wang Khong Community Enterprise for the Creative Economy The objectives of this research are: 1. to collect the knowledge of rubber leaf structure of Ban Wang Khong community enterprise group according to traditional wisdom and 2. to develop a product model from the rubber leaf structure of Ban Wang Khong community enterprise group. As a result of the implementation of the project, it was found that the area for occupational agriculture or the processing of rubber leaves in the Ban Wang Kong community area made widely It is not different from other communities, but in the area of Ban Wang Khong community. There are inventions and creations that are different from other areas where rubber leaves are processed. artificial flowers (Rubber leaf flower), which is a career. And established a professional group after the career of a rubber plantation farmer During the

deciduous season, a large number of rubber leaves fall from the trees. This creates a problem that needs to be developed and created to add value in the creative economy.

The researcher therefore brought the rubber leaves to develop into products, processed products, resulting in a process. That came to promote and develop from the original, which in that area has already been processed into rubber leaf flower products as the original capital Through the process of designing, creating, making rubber leaves flowers as handicrafts in an innovative manner that can raise the bar and generate income Including creating added value in various dimensions especially in traditional and cultural events, both auspicious and unlucky, from examining the process of making rubber leaf flowers, collecting rubber leaves, boiling rubber leaves, washing and drying rubber leaves, bleaching, inflorescences of rubber leaves which the above process leads to The creative design process for the development of the rubber leaf flower was created from collecting data on the wisdom of the rubber leaf flower. by collecting data from the work of community enterprise groups The results of the study according to objective 2. To develop a product model from the rubber leaf structure of Ban Wang Khong community enterprise group that is suitable for the rituals of the people in the community. As a result of the project implementation Flower leaf rubber can be developed into artificial handicrafts in the number of 4 types: 1. Flower leaf rubber developed to be modified into bouquets 2. Flower leaf flower pan 3. Flower leaf flower flower pan Ngerm Phuum Thong 4. Sandalwood flower made from leaf flower rubber

Keywords: rubber leaves, handicrafts of Ban Wang Khong

1. บทนำ

ภูมิปัญญา คือความรู้ความสามารถ(ราชบัณฑิตยสภา,2554). ตรงกับที่ สุพัตรา ทิพย์ท่ามา, (2554). อ้างว่าภูมิปัญญาไทย คือองค์ความรู้ ความสามารถและทักษะของคนไทยอันเกิดจากการสั่งสมประสบการณ์ที่ผ่านกระบวนการเรียนรู้ เลือกสรร ประยุกต์ พัฒนา และถ่ายทอดสืบต่อกันมาเพื่อใช้แก้ปัญหาและพัฒนาวิถีชีวิตของคนไทยให้สอดคล้องกับสภาพแวดล้อมและเหมาะสมกับยุคสมัย ภูมิปัญญาไทยนี้มีลักษณะเป็นองค์รวม มีคุณค่าทางวัฒนธรรมในวิถีชีวิตไทย ภูมิปัญญาท้องถิ่นอาจเป็นที่มาขององค์ความรู้ที่ออกมาขั้นใหม่ที่ช่วยในการเรียนรู้ การแก้ปัญหา การจัดการและการปรับตัวในการดำเนิน วิถีชีวิต ลักษณะองค์รวมของภูมิปัญญาที่มีความเด่นชัดในหลายด้านทั้ง ด้านเกษตรกรรม ด้านการจัดการทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม ด้านกองทุนและธุรกิจชุมชน ด้านศิลปกรรม ด้านภาษาและวรรณกรรมด้านปรัชญาศาสนาและประเพณีและด้านโภชนาการ ด้านการแพทย์แผนไทย และด้านอุตสาหกรรมและหัตถกรรม

ภูมิปัญญาด้านหัตถกรรมเป็นองค์ความรู้ที่มีการสั่งสมและถ่ายทอดเป็นระยะเวลาอันยาวนาน โดยการนำวัตถุดิบใกล้ตัวมาดัดแปลงเป็นสิ่งของเครื่องใช้ จากขั้นตอนที่ง่ายพัฒนาสู่ความละเอียดอ่อน ประณีต งดงามในเชิงศิลปะ โดยคำนึงถึงประโยชน์ใช้สอย ประดิษฐ์คิดค้นทำให้ได้รูปแบบต่างๆ ที่ทันสมัย และมีการถ่ายทอดความรู้ภูมิปัญญาจากรุ่นสู่รุ่น ควรค่าแก่การอนุรักษ์และสืบสานให้ชนรุ่นหลังได้เรียนรู้ หัตถกรรมพื้นบ้านจะต้องมีลักษณะเฉพาะถิ่น คุณสมบัติที่สำคัญประการหนึ่งของหัตถกรรมพื้นบ้าน ไม่ว่าจะในรูปแบบใดหรือการใช้วัสดุใดก็ตามควรมีลักษณะเฉพาะถิ่นโดยเฉพาะการใช้วัสดุธรรมชาติที่ได้จากท้องถิ่น (วิจิตา พลาศรี, ทะนงศักดิ์ ปัดสินธุ์, 2556) มาเป็นวัสดุตั้งต้นในการสร้างสรรค์

บ้านวังฆ้อง อำเภोजุฬาราชมนตรี จังหวัดนครศรีธรรมราชปลูกยางพาราเป็นพืชเศรษฐกิจในชุมชนเมื่อเกิดวิกฤตราคา ยางพาราต่ำ ได้จัดตั้งกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านวังฆ้องขึ้นเพื่อสร้างรายได้เสริม โดยใช้แนวคิดการพัฒนาจากภูมิปัญญาสู่การพัฒนา รูปแบบผลิตภัณฑ์ของเส้นใยไผ่ใยง มีการผลิตดอกไม้ทั้งที่เป็นโครงสร้างใบ (สกัดแล้วยังไม่เข้าดอกหรือเข้าช่อ) การพับเป็นดอก กุหลาบดอกเดี่ยว และการเข้าช่อ ส่งขายด้วยตนเองตามใบสั่งซื้อของลูกค้า และมีการส่งจำหน่ายตามสถานประกอบการต่าง ๆ ทั้งในจังหวัดและต่างจังหวัด

ผู้วิจัยตรวจสอบรูปแบบผลิตภัณฑ์ของดอกไม้ไผ่ใยงจากกลุ่มพัฒนาอาชีพอื่น ๆ พบว่า โครงสร้างใยงพาราสามารถนำมาประดิษฐ์เป็นดอกไม้ได้หลายชนิด เช่น ดอกกุหลาบ ดอกสายรุ้ง ดอกบัวเผื่อน ดอกชบา ดอกพีเซีย ดอกตองตึง ดอกสุพรรณิการ์ ดอกเยอบีร่า ดอกแคทลียา ดอกทานตะวัน ดอกบัวหลวง ดอกกาหลง ดอกควีนสิริกิติ์ ดอกราชพฤกษ์ ดอกลิลลี่ ดอกพันทิวา ดอกบัวตอง ดอกเฟื่องฟ้า ดอกหน้าวัว และดอกเอื้อง (รัตนชัย ม่วงงาม, 2559) ทำให้เห็นว่าโครงสร้างใยงพารายังสามารถพัฒนารูปแบบได้อีกหลายแบบเพื่อให้เหมาะสมกับการใช้ประกอบพิธีกรรมในชุมชนเพื่อสร้างเศรษฐกิจอย่างสร้างสรรค์

ตรวจสอบพิธีกรรมสำคัญในชุมชนบ้านวังฆ้องที่สามารถนำดอกไม้ใบยางเข้าร่วมกิจกรรมชาวบ้านให้รายละเอียดว่ากิจกรรมที่คิดว่าน่าจะทำได้และเข้าร่วมกิจกรรมได้นั้นคือพิธีกรรมงานศพเพราะเป็นพิธีกรรมที่ทุกคนไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ อีกทั้งคนในบ้านวังฆ้องนี้รู้จักใครในระบบเครือญาติตั้งนั้นหากบ้านใดมีคนเสียชีวิตก็จะทราบและจะเข้าร่วมแสดงความอาลัยกันทุกครัวเรือน (ดวง วังบุญคง, 2565, สัมภาษณ์, กุมภาพันธ์ : 12) ซึ่งหากเราสามารถพัฒนารูปแบบของดอกไม้ใบยางเป็นดอกไม้จันทน์ก็น่าจะเป็นเศรษฐกิจสร้างสรรค์อีกรูปแบบหนึ่งเพราะนอกจากจะเป็นการสร้างอาชีพแล้วยังสามารถจัดระบบตลาดการจำหน่ายผลิตภัณฑ์ดอกไม้ใบยางได้อีกด้วย

ไทยรัฐออนไลน์, (2561) ให้ข้อมูลด้านเศรษฐกิจว่าสหรัฐฯ ใช้มาตรการทางภาษีกับการนำเข้าเหล็กและอะลูมิเนียมกับประเทศที่สหรัฐฯ มองว่าถูกเอาเปรียบทางด้านเศรษฐกิจ หรือกับประเทศที่เป็นภัยคุกคามความมั่นคงของสหรัฐฯ ก็ทำให้โลกปั่นป่วนแล้ว โดยเฉพาะกับบรรดามหาอำนาจเศรษฐกิจทั้งหลาย ไม่ว่าจะเป็น จีน รัสเซีย เยอรมนี และผลกระทบยังเป็นลูกโซ่ไปถึงประเทศคู่ค้าอื่นๆ รวมทั้งประเทศไทยด้วยที่ต้องตกเป็นเหยื่อของสงครามทางการค้า การแก้ไขปัญหาวิกฤติเศรษฐกิจครั้งใหญ่ จึงอยู่ที่วิสัยทัศน์ของแต่ละประเทศในการรับมือกับ สงครามทางการค้า เช่นส่งเสริมให้มีการใช้จ่ายในประเทศมากขึ้น หรือรวมตัวกันเพื่อตอบโต้มาตรการกีดกันทางการค้าหันมาค้าขายแลกเปลี่ยนกันเอง เป็นต้นการปรับโครงสร้างเศรษฐกิจของประเทศ จะเรียกว่า ไทยแลนด์ 4.0 ปัจจัยสำคัญอยู่ที่ ด้านพลังงาน การคมนาคมและโทรคมนาคม เม็ดเงินลงทุนถูกจำกัดมากขึ้น ผลกระทบที่เป็นลูกโซ่นี้อาจกระทบต่อระบบเศรษฐกิจของชาวบ้านวังฆ้องเฉพาะอย่างยิ่งกลุ่มวิสาหกิจชุมชนการทำดอกไม้ใบยางด้วย

ผู้วิจัยเป็นนักศึกษาระดับมหาบัณฑิตสาขาการจัดการศิลปะและวัฒนธรรมสร้างสรรค์มีความตระหนักเรื่องการทำนุภูมิปัญญาท้องถิ่นการทำดอกไม้ใบยางพารา มาสร้างสรรค์เพื่อสร้างคุณภาพและมีมูลค่าเพิ่มทั้งทางด้านรูปแบบและผลิตภัณฑ์สำหรับให้ชุมชนอยู่ร่วมกันอย่างมีความสุข คาดการณ์เป็นเบื้องต้นว่าวิสาหกิจชุมชนนี้จะเป็นการพัฒนาปรับเปลี่ยนผลิตภัณฑ์ใบยางพาราของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านวังฆ้องที่เหมาะสมกับการประกอบพิธีกรรมของคนในชุมชนและมีกระบวนการสร้างเศรษฐกิจอย่างสร้างสรรค์ในสร้างชุมชนให้เข้มแข็งในโอกาสต่อไปจึงได้ทำการวิจัยในครั้งนี้

โดยมีวัตถุประสงค์ของการวิจัยดังต่อไปนี้

1. เพื่อรวบรวมองค์ความรู้การทำโครงสร้างใบยางพาราของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านวังฆ้องตามแบบภูมิปัญญาดั้งเดิม
2. เพื่อพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์จากโครงสร้างใบยางพาราของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านวังฆ้องที่เหมาะสมกับการประกอบ

พิธีกรรมของคนในชุมชน

2. วิธีการทดลองหรือวิธีการศึกษา

ผลงานวิจัย เรื่อง ดอกไม้ใบยางพารา : การพัฒนาหัตถกรรมท้องถิ่นของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านวังฆ้องเพื่อเพิ่มมูลค่า ในครั้งนี้ เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) โดยใช้วิธีวิจัยเชิงคุณภาพ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. ประชากร ซึ่งได้แก่

1.1 กลุ่มผู้รู้ (Key Informants) 1.2 กลุ่มผู้ปฏิบัติ (Casual Informants) 1.3 กลุ่มผู้ให้ข้อมูลทั่วไป (General Informants)

2. กลุ่มตัวอย่าง

2.1 กลุ่มผู้ให้ข้อมูลสำคัญ (Key Informant) 2.2 กลุ่มผู้ปฏิบัติ (Casual Informants) 2.3 กลุ่มผู้ให้ข้อมูลทั่วไป (General Informants)

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.1 แบบสัมภาษณ์สำหรับกลุ่มผู้ปฏิบัติ 3.2 แบบสอบถามการพัฒนารูปแบบการประดิษฐ์ดอกไม้จากใบยางพารา 3.3 แบบบันทึกการสนทนากลุ่ม (Focus Group Discussions)

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

4.1 เก็บข้อมูลการพัฒนาดอกไม้จันทน์และช่อประธาน 4.2 ฝึกทำดอกไม้จันทน์และช่อประธานในกลุ่มปฏิบัติ 4.3 การตรวจสอบความมีคุณภาพของผลผลิต

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

6. การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยเรื่องโครงสร้างใบยางพารากับการพัฒนาสร้างสรรค์หัตถกรรมท้องถิ่นของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านวังฆ้องเพื่อเศรษฐกิจสร้างสรรค์ ครั้งนี้ เป็นกลุ่มที่เกี่ยวข้องกับการผลิตดอกไม้จากใบยางพารา มี 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มผู้รู้ (Key

Informants) กลุ่มผู้ปฏิบัติ (Casual Informants) และกลุ่มผู้ให้ข้อมูลทั่วไป (General Informants) ซึ่งเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย คือ

1.1 กลุ่มผู้รู้ (Key Informants) หมายถึง ผู้ที่จะให้ความรู้แนะนำ ชี้แนะการพัฒนาผลผลิตดอกไม้ใบยาง แก่กลุ่มแม่บ้านวังฆ้อง มีวุฒิการศึกษาระดับปริญญาโททางคหกรรมศาสตร์ มีประสบการณ์เปิดร้านดอกไม้ฉัตรชมพูเป็นที่รู้จักของคนในวงกว้างมากกว่า 10 ปี เป็นคณะกรรมการหอการค้าจังหวัดนครศรีธรรมราช ผ่านประสบการณ์เป็นตัวแทนของจังหวัดนครศรีธรรมราชพัฒนาดอกไม้จันทน์ในงานพระราชพิธีถวายพระเพลิงพระบรมศพพระบาทสมเด็จพระปรมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดช ของจังหวัดนครศรีธรรมราช มีประสบการณ์การทำดอกไม้ประดิษฐ์ อย่างน้อย 20 ปี

1.2 กลุ่มผู้ปฏิบัติ (Casual Informants) หมายถึง กลุ่มชาวบ้านที่รวมกลุ่มเพื่อพัฒนาสร้างสรรค์การประดิษฐ์ดอกไม้จากใบยาง ในการพัฒนาผลผลิตเป็นดอกไม้จันทน์ และช่อประธาน มีประสบการณ์ในการทำดอกไม้จากใบยางพารา อย่างน้อย 10 ปี ตั้งเป็นกลุ่มวิสาหกิจชุมชนส่งดอกไม้ใบยางขายอย่างต่อเนื่องอย่างน้อย 10 ปี สำหรับการพัฒนาดอกไม้ใบยาง รู้และเข้าใจขั้นตอนการทำดอกไม้ใบยางอย่างลึกซึ้ง

1.3 กลุ่มผู้ให้ข้อมูลทั่วไป (General Informants) หมายถึง กลุ่มนักวิชาการท้องถิ่น ผู้รู้ ผู้นำชุมชน ที่สามารถชี้ประเด็นความมีคุณภาพของผลผลิตที่ทำจากดอกไม้ใบยางได้ และสามารถมีเวลาเข้ามาดูแลการปฏิบัติกิจกรรมการทำดอกไม้ใบยางได้ตลอดเวลาที่จำเป็น เป็นที่รู้จักและยอมรับของคนในชุมชนในวงกว้างเป็นอย่างดี

2. กลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่จะใช้เป็นกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ แบ่ง เป็น 3 ลักษณะ คือ

2.1 กลุ่มผู้ให้ข้อมูลสำคัญ (Key Informant) คัดเลือกโดยวิธีเจาะจง เชิญเป็นวิทยากรให้ความรู้ ในการวิจัยครั้งนี้คือคุณเจริญรัตน์ จารุงศา อายุ 40 ปี บ้านเลขที่ 309/6 ถนนประตูลอด ตำบลในเมือง อำเภอ เมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช รหัสไปรษณีย์ 80000 เป็นเจ้าของกิจการร้านดอกไม้ฉัตรชมพู และคณะกรรมการหอการค้าจังหวัดนครศรีธรรมราช

2.2 กลุ่มผู้ปฏิบัติ (Casual Informants) การวิจัยครั้งนี้ได้เลือกกลุ่มปฏิบัติด้วยวิธีการคัดเลือกแบบเจาะจง จำนวน 6 คน เป็นกลุ่มวิสาหกิจชุมชนการทำดอกไม้ใบยางของบ้านวังฆ้อง ตำบลสามตำบล อำเภอจุฬาภรณ์ จังหวัดนครศรีธรรมราช ดังนี้

2.2.1 นางดวง วังบุญคง

2.2.2 นางสาวยุวดี จันทร

2.2.3 นางสมจิตร พันธุ์โรรัตน์

2.2.4 นายบุญนอม ชัยฤกษ์

2.2.5 นางเสริม วังบุญคง

2.2.6 นางสมจิตร พันธุ์โรรัตน์

2.3 กลุ่มผู้ให้ข้อมูลทั่วไป (General Informants) การวิจัยครั้งนี้คัดเลือกแบบเจาะจง จากผู้รู้ ผู้นำชุมชน นักวิชาการ พัฒนาการ เจ้าของร้านค้า และผู้เข้าร่วมกิจกรรมงานศพในชุมชน จำนวน 100 คน เพื่อให้ร่วมตรวจสอบเสนอแนะรูปแบบผลิตภัณฑ์ดอกไม้ใบยางภายหลังจากที่ได้พัฒนาไปแล้ว

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเรื่อง โครงสร้างใบยางพารากับการพัฒนาสร้างสรรค์หัตถกรรมท้องถิ่นของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านวังฆ้องเพื่อเศรษฐกิจสร้างสรรค์ แบ่งตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย จำนวน 5 ฉบับ

3.1 แบบสัมภาษณ์สำหรับกลุ่มผู้ปฏิบัติ

แบบสัมภาษณ์ฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสภาพบริบทและสภาพปัญหาของผลิตภัณฑ์ดอกไม้จากใบยางพาราของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านวังฆ้อง อำเภอจุฬาภรณ์ จังหวัดนครศรีธรรมราช แบบสัมภาษณ์ฉบับนี้แบ่งออกเป็น 3 ตอน มีรายละเอียดดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ให้สัมภาษณ์

ตอนที่ 2 สภาพบริบทและสภาพปัญหาของผลิตภัณฑ์ดอกไม้จากใบยางพารา เพื่อออกแบบ และพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์ดอกไม้จากใบยางพารา ให้มีความสวยงาม เหมาะสมกับความต้องการของตลาด

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะ

3.2 แบบสอบถามการพัฒนากระบวนการประดิษฐ์ดอกไม้จากใบยางพารา

แบบสอบถามการพัฒนากระบวนการประดิษฐ์ดอกไม้จากใบยางพารานี้จัดทำขึ้นเพื่อใช้ประโยชน์สำหรับการออกแบบและพัฒนาการผลิตดอกไม้จากใบยางพารา โดยมีรายละเอียด ดังนี้

ตอนที่ 1 ด้านข้อมูลส่วนตัวเกี่ยวกับเพศ สถานภาพ วุฒิการศึกษา อาชีพหลัก รายได้ต่อเดือน เป็นต้น

ตอนที่ 2 เป็นคำถามการพัฒนาผลิตภัณฑ์ดอกไม้จากใบยางพาราเพื่อเหมาะสมกับและเป็นที่ต้องการของตลาดหรือไม่

ตอนที่ 3 เป็นคำถามที่เกี่ยวกับข้อเสนอแนะ

3.3 แบบบันทึกการสนทนากลุ่ม (Focus Group Discussions) โดยจัดสนทนากลุ่ม กลุ่มผู้รู้ กลุ่มผู้ปฏิบัติ และกลุ่มผู้เกี่ยวข้องทั่วไปเกี่ยวกับการต้องการหาข้อสรุปยืนยัน จุดเด่นจุดด้อย การพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์ดอกไม้จากใบยางพารา เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่ม (ในภาคผนวก)

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

โครงสร้างใบยางพารากับการพัฒนาสร้างสรรค์หัตถกรรมท้องถิ่นของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านวังฮ่องเพื่อเศรษฐกิจสร้างสรรค์ มีวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการดำเนินการวิจัย ดังนี้

4.1 เก็บข้อมูลการพัฒนาดอกไม้จันทน์และช่อประธาน

4.1.1 ผู้วิจัยขอหนังสือเชิญจากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราชถึงคุณเจริญรัตน์ จารุงศา เป็นวิทยากรการทำดอกไม้จันทน์ และช่อประธาน

4.1.2 ผู้วิจัยยื่นหนังสือถึงวิทยากร และขอเข้าพบ เพื่อแนะนำตัวเองและแจ้งวัตถุประสงค์อย่างชัดเจน

4.1.3 วิทยากรขอเวลาออกแบบการพัฒนาผลิตภัณฑ์ เป็นเวลา 15 วัน จากนั้นจึงได้นัดให้ผู้วิจัยเข้าพบและทดลองทำตามขั้นตอน

4.1.4 ผู้วิจัยนำองค์ความรู้ที่ได้ทั้งการถ่ายภาพนิ่ง การถ่ายภาพเคลื่อนไหว ส่งให้กลุ่มปฏิบัติคือวิสาหกิจชุมชนบ้านวังฮ่องตรวจสอบ และซักถามความสนใจ

4.2 ฝึกทำดอกไม้จันทน์และช่อประธานในกลุ่มปฏิบัติ

4.2.1 ผู้วิจัยขอหนังสือจากทางบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช เพื่อแจ้งให้วิสาหกิจชุมชนบ้านวังฮ่องทราบเรื่องขอเชิญเป็นกลุ่มปฏิบัติ

4.2.2 ผู้วิจัยนัดวันขอเข้าพบกลุ่มตัวอย่าง เพื่อแนะนำตัวเองและแจ้งวัตถุประสงค์อย่างชัดเจน

4.2.3 ผู้วิจัยจัดตารางการอบรม โดยใช้ที่ทำการวิสาหกิจชุมชนเป็นสถานที่ เชิญวิทยากรไปให้ความรู้ จำนวน 3 ครั้ง จนวิสาหกิจชุมชน สามารถทำได้ถูกต้องสวยงาม ตามแบบที่วิทยากรกำหนด

4.3 การตรวจสอบความมีคุณภาพของผลิตภัณฑ์

ผู้วิจัยเชิญผู้ทรงคุณวุฒิตัวแทนจากแหล่งต่าง ๆ เพื่อให้ช่วยแสดงความคิดเห็น ดี ชม รูปแบบผลิตภัณฑ์ดอกไม้ใบยาง ด้วยการนำเสนอผลงาน และจัดการประชุมกลุ่มย่อย เพื่อให้ผู้ทรงคุณวุฒิร่วมกันชี้แนะ แสดงความคิดเห็น

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำข้อมูลจากการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการสัมภาษณ์ การสอบถามและจากการสนทนากลุ่ม ตามวัตถุประสงค์ จากประชากรกลุ่มผู้ให้ข้อมูลหลักและกลุ่มผู้ให้ข้อมูลรอง แบบเฉพาะเจาะจง มาทำการประมวล คัดวิเคราะห์ สังเคราะห์ กลั่นกรองและสรุปผลการวิจัยข้อมูลเชิงคุณภาพแบบพรรณนา

6. การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

โครงสร้างใบยางพารากับการพัฒนาสร้างสรรค์หัตถกรรมท้องถิ่นของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านวังฮ่องเพื่อเศรษฐกิจสร้างสรรค์ ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลการวิจัยเชิงคุณภาพ สรุปผลการวิจัยด้วยวิธีการเรียบเรียงข้อมูล และการสำรวจการเก็บข้อมูลเพื่อทำการวิเคราะห์ตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย วางเค้าโครงการเขียนรายงาน แล้วจึงลงมือเขียน โดยเน้นที่ความถูกต้อง รัดกุม ชัดเจน มีความต่อเนื่อง และเชื่อมโยงกัน พร้อมตาราง และภาพประกอบที่เกี่ยวข้องในการศึกษาวิจัยเรื่องการพัฒนาสร้างสรรค์ดอกไม้ใบยางหัตถกรรมท้องถิ่นของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านวังฮ่อง

3. ผลการทดลองและวิจารณ์ผล หรือผลการศึกษาและอภิปรายผล

โครงสร้างใบยางพารากับการพัฒนาสร้างสรรค์หัตถกรรมท้องถิ่นของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านวังฮ่องเพื่อเศรษฐกิจสร้างสรรค์ ต่อระบบเศรษฐกิจของชาวบ้านวังฮ่องเฉพาะอย่างยิ่งกลุ่มวิสาหกิจชุมชนการทำดอกไม้ใบยาง ซึ่งการดำเนินงานวิจัยในครั้งนี้ปฏิบัติตามวัตถุประสงค์ ที่กำหนดไว้ประกอบด้วย 1. เพื่อรวบรวมองค์ความรู้การทำโครงสร้างใบยางพาราของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านวังฮ่องตามแบบภูมิปัญญาดั้งเดิม และ 2. เพื่อพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์จากโครงสร้างใบยางพาราของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านวังฮ่องที่เหมาะสมกับการประกอบพิธีกรรมของคนในชุมชน โดยผลจากการดำเนินโครงการ พบว่า พื้นที่ในการประกอบอาชีพเกษตรกรรม หรือการแปรรูปใบยางพารา ในพื้นที่ชุมชนบ้านวังฮ่อง ทำกันแพร่หลาย ไม่แตกต่างกับชุมชนอื่น ๆ หากแต่ในพื้นที่ชุมชนบ้านวังฮ่อง มีการประดิษฐ์และสร้างสรรค์ให้แตกต่างไปจากแหล่งพื้นที่อื่น ๆ อันสามารถอภิปรายได้ดังต่อไปนี้ จากการลง

พื้นที่ที่สามารถสรุปพออนุมานได้ว่า การแปรรูปใบยางพารา เป็นการ พัฒนาและต่อยอด จากต้นทุนเดิม ซึ่งการประกอบอาชีพเกษตรกร การปลูกยางพารา นิยมทำแพร่หลายกันในภาคใต้ หากแต่ ภายหลัง ฤดูฝน ยางพารา จะมีฤดูกาลผลัดใบ ที่ทำให้ใบยางร่วงหล่นลงจากต้น และเคลื่อนกลาดไปทั่วพื้นที่ การเพาะปลูกต้นยางพารา

การหยิบเอา ใบยางพาราพัฒนาให้เกิดเป็นผลิตภัณฑ์ สินค้าแปรรูป จึงเป็นกระบวนการหนึ่ง ที่เข้ามาส่งเสริมและพัฒนาจากเดิม ซึ่งในพื้นที่ นั้น มีการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ ดอกไม้ใบยาง อยู่แล้วเป็นทุนเดิม หากแต่ในการดำเนินโครงการวิจัยครั้งนี้ เป็นการออกแบบ ต่อยอด และส่งเสริม ให้ดอกไม้ใบยาง เกิดเป็นหัตถประดิษฐ์ที่สามารถยกระดับและสร้างมูลค่าเพิ่มได้ ในหลากหลายมิติ อย่างยิ่งก็ด้วยในงานประเพณีและวัฒนธรรม ทั้งงานมงคล และอวมงคล

ผลการศึกษาตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 1 จากการตรวจสอบขั้นตอนการทำดอกไม้ใบยาง การเก็บใบยาง การต้ม ใบยาง การล้างและการตากใบยาง การฟอกสี การเข้าช่อดอกใบยาง ซึ่งกระบวนการข้างต้นนี้ นำมาสู่ กระบวนการออกแบบสร้างสรรค์เพื่อทำการพัฒนาดอกไม้ใบยางมาสร้างสรรค์จากการเก็บข้อมูลการทำงานภูมิปัญญาดอกไม้ใบยาง โดยอาศัยการเก็บข้อมูลจากการทำงานของกลุ่มวิสาหกิจชุมชน

ผลการศึกษาตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 2. เพื่อพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์จากโครงสร้างใบยางพาราของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านวังซ้องที่เหมาะสมกับการประกอบพิธีกรรมของคนในชุมชน โดยผลจากการดำเนินโครงการ สามารถพัฒนาดอกไม้ใบยางเป็นหัตถประดิษฐ์ได้จำนวน 4 รูปแบบ คือ 1. ดอกไม้ใบยางแบบพัฒนาในการปรับเปลี่ยนเข้าช่อ 2. พานพุ่มดอกไม้ใบยาง 3. พานพุ่มเงินพุ่มทองดอกไม้ใบยาง 4. ดอกไม้จันทน์จากดอกไม้ใบยาง

4. สรุป

โครงสร้างใบยางพารากับการพัฒนาสร้างสรรค์หัตถกรรมท้องถิ่นของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านวังซ้องเพื่อเศรษฐกิจสร้างสรรค์ มีวัตถุประสงค์ในการดำเนินวิจัยเพื่อ 1. เพื่อรวบรวมองค์ความรู้การทำโครงสร้างใบยางพาราของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านวังซ้องตามแบบภูมิปัญญาดั้งเดิม และ 2. เพื่อพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์จากโครงสร้างใบยางพาราของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านวังซ้อง โดยผลจากการดำเนินโครงการ พบว่า พื้นที่ในการประกอบอาชีพเกษตรกร หรือการแปรรูปใบยางพารา ในพื้นที่ชุมชนบ้านวังซ้อง ทำกันแพร่หลาย ไม่แตกต่างกับชุมชนอื่น ๆ หากแต่ในพื้นที่ชุมชนบ้านวังซ้อง มีการประดิษฐ์และสร้างสรรค์ให้แตกต่างไปจากแหล่งพื้นที่อื่นซึ่งมีการแปรรูปใบยางพารา เป็นดอกไม้ประดิษฐ์ (ดอกไม้ใบยาง) ซึ่งเป็นการประกอบอาชีพ และจัดตั้งกลุ่มอาชีพขึ้นภายหลังจากการประกอบอาชีพเกษตรกรชาวสวนยาง ในช่วงฤดูกาลผลัดใบที่มีใบยางร่วงหล่นลงจากต้นเป็นจำนวนมาก เกิดเป็นปัญหาที่ต้องพัฒนาและสร้างสรรค์ให้เกิดมูลค่าเพิ่มในทางเศรษฐกิจสร้างสรรค์

ผู้วิจัยจึงนำเอาใบยางพาราพัฒนาให้เกิดเป็นผลิตภัณฑ์ สินค้าแปรรูป เกิดเป็นกระบวนการหนึ่ง ที่เข้ามาส่งเสริมและพัฒนาจากเดิม ซึ่งในพื้นที่ นั้น มีการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ ดอกไม้ใบยาง อยู่แล้วเป็นทุนเดิม ผ่านกระบวนการออกแบบ สร้างสรรค์ ให้ดอกไม้ใบยางเป็นหัตถประดิษฐ์ในลักษณะนวัตกรรมที่สามารถยกระดับและสร้างรายได้ รวมถึงการสร้างมูลค่าเพิ่มได้ ในหลากหลายมิติ อย่างยิ่งก็ด้วยในงานประเพณีและวัฒนธรรม ทั้งงานมงคล และอวมงคล จากการตรวจสอบขั้นตอนการทำดอกไม้ใบยาง การเก็บใบยาง การต้ม ใบยาง การล้างและการตากใบยาง การฟอกสี การเข้าช่อดอกใบยาง ซึ่งกระบวนการข้างต้นนี้ นำมาสู่ กระบวนการออกแบบสร้างสรรค์เพื่อทำการพัฒนาดอกไม้ใบยางมาสร้างสรรค์จากการเก็บข้อมูลการทำงานภูมิปัญญาดอกไม้ใบยาง โดยอาศัยการเก็บข้อมูลจากการทำงานของกลุ่มวิสาหกิจชุมชน ซึ่งผลการศึกษาตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 2. เพื่อพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์จากโครงสร้างใบยางพาราของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านวังซ้องที่เหมาะสมกับการประกอบพิธีกรรมของคนในชุมชน โดยผลจากการดำเนินโครงการ สามารถพัฒนาดอกไม้ใบยางเป็นหัตถประดิษฐ์ได้จำนวน 4 รูปแบบ คือ 1. ดอกไม้ใบยางแบบพัฒนาในการปรับเปลี่ยนเข้าช่อ 2. พานพุ่มดอกไม้ใบยาง 3. พานพุ่มเงินพุ่มทองดอกไม้ใบยาง 4. ดอกไม้จันทน์จากดอกไม้ใบยาง

5. เอกสารอ้างอิง

วิริดา พลาศศรี และทนต์ศักดิ์ บัดสินธุ์. 2556. หัตถกรรมพื้นบ้านกับวิถีชุมชน : กรณีศึกษากลุ่มจักสานบ้านสะอาดนามูล ตำบลห้วย

สามพาด อำเภอประจักษ์ศิลปาคม จังหวัดอุดรธานี. มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

รัตนชัย ม่วงงาม. 2559. ปลูก อินทผลัม ไม้ผลเงินล้าน. กรุงเทพฯ: ม.ป.พ.

ราชบัณฑิตยสถาน. 2546. พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน. กรุงเทพฯ: นานมีบุ๊คส์พับลิเคชั่น

การพัฒนาช่องทางการจัดจำหน่ายให้กับผลิตภัณฑ์ข้าวอินทรีย์

ในอำเภอพาน จังหวัดเชียงราย

Development of Distribution Channels for Organic Rice Products

in Phan District Chiang Rai

กนกกร จิตจันงค์ ณฐมน ทรัพย์บุญโต และ สุริยงค์ ประชาเขียว

Kanokon Jitjumnong, Nathamon Supbunto and Suriyong Prachakiew

สาขาบริหารธุรกิจ คณะบริหารธุรกิจและศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เชียงราย

Business Administration Department, the Faculty of Business Administration and Liberal Arts

in Rajamangala University of Technology Lanna Chiang Rai.

E-mail: Kanokon@rmutl.ac.th, โทร. 081-7504282

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยเรื่อง การพัฒนาช่องทางการจัดจำหน่ายให้กับผลิตภัณฑ์ข้าวอินทรีย์ในอำเภอพาน จังหวัดเชียงราย มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาปัญหาและแนวทางการพัฒนาช่องทางการจัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์ข้าวอินทรีย์ในอำเภอพาน จังหวัดเชียงราย 2) เพื่อพัฒนาช่องทางการจัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์ข้าวอินทรีย์ อำเภอพาน จังหวัดเชียงราย เก็บรวบรวมข้อมูลเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ โดยการลงพื้นที่ การสัมภาษณ์เชิงลึก (In-Depth Interview) และการสนทนากลุ่ม (Group Discussion) กลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกข้าวอินทรีย์ อำเภอพาน จังหวัดเชียงราย ผลการวิจัยจำแนกเป็น 2 ประเด็น ได้แก่ 1) ภูมิหลังการขายผลิตภัณฑ์ข้าวอินทรีย์ในอำเภอพาน จังหวัดเชียงรายของผู้ตอบแบบสอบถาม พบว่า ช่วงเวลาที่ขายผลิตภัณฑ์ข้าวอินทรีย์มากที่สุดคือไม่แน่นอน/กำหนดไม่ได้ รองลงมาคือช่วงเทศกาลและวันหยุดนักขัตฤกษ์ วัตถุประสงค์หลักของผู้บริโภคผลิตภัณฑ์ข้าวอินทรีย์มากที่สุด คือ เพื่อบริโภคเองในครอบครัว ในการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ข้าวอินทรีย์ของผู้บริโภคให้ความสำคัญในด้านคุณค่าทางอาหาร/ประโยชน์ของข้าวอินทรีย์มากที่สุด และในการขายข้าวอินทรีย์ในอำเภอพานเคยขายที่บ้านสมาชิกกลุ่มมากที่สุด 2) จากข้อมูลการสำรวจความรู้ความเข้าใจในส่วนประสมการตลาดของการขายผลิตภัณฑ์ข้าวอินทรีย์ ในอำเภอพาน จังหวัดเชียงราย นั้นจะเห็นได้ว่าความรู้ความเข้าใจในส่วนประสมของการตลาดนั้นอยู่ในเกณฑ์ระดับน้อย และน้อยที่สุด ซึ่งส่งผลให้การจำหน่ายผลิตภัณฑ์นั้นยังไม่ทั่วถึงของตลาดในปัจจุบันหรือช่องทางการจัดจำหน่ายที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพสำหรับผลิตภัณฑ์ เช่น ช่องทางการจัดจำหน่ายทางตรง (Direct Channel) หรือการขายในตลาดชุมชน ซึ่งยังขาดประสิทธิภาพในการพัฒนาต่อยอดการจำหน่ายสินค้าให้ได้ยอดขายและการกลับมาซื้อซ้ำเพิ่มมากขึ้นและช่องทางการจัดจำหน่ายทางอ้อม (Indirect Channel) หรือการวางจำหน่ายในแพลตฟอร์มออนไลน์ต่างๆ ซึ่งทางกลุ่มจะขาดโอกาสทางการค้าหากไม่ส่งเสริมความรู้ความเข้าใจและไม่สร้างช่องทางการจำหน่ายสินค้าช่องทางการจัดจำหน่ายทางอ้อม (Indirect Channel) หรือช่องทางออนไลน์ และช่องทางการจัดจำหน่ายทางตรง (Direct Channel) หรือช่องทางออฟไลน์ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการจำหน่ายสินค้า การส่งเสริมความรู้จะช่วยเพิ่มความเข้าใจของลูกค้าในผลิตภัณฑ์หรือบริการของกลุ่มเกษตรกร ในขณะเดียวกันการสร้างช่องทางการจำหน่ายทางออนไลน์และออฟไลน์จะช่วยให้กลุ่มเกษตรกร สามารถเข้าถึงลูกค้าในทุกภาคตลาด และเพิ่มโอกาสในการขายสินค้าอย่างมีประสิทธิภาพขึ้น

คำสำคัญ: การพัฒนา, ช่องทางการจัดจำหน่าย, ผลิตภัณฑ์ข้าวอินทรีย์

Abstract

The research entitled “Development of Distribution Channels for Organic Rice Products in Phan District Chiang Rai”, The study has two primary objectives: (1) to examine the challenges associated with the distribution channels of organic rice products in the designated district and to propose strategies for their improvement, and (2) to collect qualitative and quantitative data by means of on-site observations, in-depth interviews, and group discussions conducted with organic rice farmers in Phan District, Chiang Rai Province.

The research findings can be classified into two primary aspects. Firstly, the analysis of sales patterns of organic rice products in Phan District, Chiang Rai Province, based on survey responses, indicates that the period of highest sales exhibits uncertainty and lacks determinability. Subsequently, the second-highest sales period corresponds to festivals and public holidays. The main objective of consumers when purchasing

organic rice products is personal consumption within their households. The nutritional value and benefits of organic rice emerge as the most influential factors affecting consumers' purchase decisions. Moreover, the majority of organic rice product sales in Phan District occur through direct transactions conducted at farmers' residences.

Additionally, the assessment of the knowledge and understanding pertaining to marketing aspects associated with the sales of organic rice products in Phan District, Chiang Rai Province, reveals a relatively inadequate comprehension level. As a result, the limited market penetration of these products can be attributed to the absence of appropriate and Direct Channel, including direct channels (e.g., community markets) and indirect channels (e.g., online platforms). Neglecting to cultivate knowledge and understanding while establishing suitable distribution channels, both online and offline, would lead to missed trading opportunities for businesses and impede the development of effective product distribution mechanisms.

The promotion of knowledge and understanding by enterprises can effectively enhance customers' comprehension of their products or services. Concurrently, the establishment of comprehensive online and offline distribution channels enables enterprises to efficiently reach customers across diverse market segments, resulting in an overall improvement in the effectiveness of product sales.

Keywords: Development, Distribution channels, Organic Rice Products

1. บทนำ

ข้าวอินทรีย์เป็นข้าวที่ได้จากการผลิตแบบเกษตรอินทรีย์ ซึ่งเป็นวิธีการผลิตที่ไม่ใช้สารเคมีทุกชนิด หรือสารสังเคราะห์ต่างๆ และปุ๋ยเคมีในทุกขั้นตอนการผลิต โดยเกษตรกรสามารถใช้วัสดุจากธรรมชาติ และสารสกัดต่างๆ จากพืชที่ไม่มีสารพิษตกค้างในผลผลิตและสิ่งแวดล้อม ทำให้ผลิตผลข้าวมีคุณภาพดี ซึ่งในปัจจุบันผู้บริโภคมีแนวโน้มบริโภคข้าวอินทรีย์เพิ่มขึ้น เนื่องจากผู้บริโภคให้ความสำคัญกับการบริโภคอาหารปลอดภัยมากขึ้น และจากข้อมูลการสำรวจตลาดข้าวอินทรีย์ สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (สศก.) โดยสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรที่ 1 - 12 ได้บูรณาการร่วมกัน พบว่า ปีเพาะปลูก 2559/60 มีการผลิตข้าวอินทรีย์มาตรฐานเกษตรอินทรีย์ประเทศไทย (Organics Thailand) ทั้งหมด 28,091 ตัน โดยจำหน่ายในประเทศ ร้อยละ 63 ส่งออกร้อยละ 37 ซึ่งวิถีตลาดข้าวอินทรีย์ไทย เริ่มจากเกษตรกรจำหน่าย ข้าวเปลือกให้แก่ผู้รวบรวมในพื้นที่คิดเป็นร้อยละ 67 จำหน่ายไปที่โรงสีโดยตรงคิดเป็น ร้อยละ 32 ส่วนร้อยละ 1 จำหน่ายเป็นเมล็ดพันธุ์ให้กับศูนย์เมล็ดพันธุ์ข้าว ซึ่งผลผลิตข้าวส่วนใหญ่มาจากภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคเหนือเป็นหลัก สายพันธุ์ข้าวในตลาด ได้แก่ ข้าวหอมมะลิ 105 ข้าวหอมมะลิแดง ข้าวไรซ์เบอร์รี่ ข้าวหอมนิล และข้าวเหนียว กข.6 ตามแผนยุทธศาสตร์การพัฒนากฎหมายเกษตรอินทรีย์ พ.ศ.2560-2564 อย่างไรก็ตามพบว่า ตลาดส่งออกของไทยยังส่งออกในรูปแบบข้าวสารเท่านั้น ซึ่งหากระยะต่อไปรัฐบาลสนับสนุนการแปรรูปเพื่อการ ส่งออกให้สอดคล้องกับความต้องการของตลาด ก็จะเป็นการเพิ่มรายได้ให้เกษตรกร และเพิ่มการส่งออกข้าวอินทรีย์มากยิ่งขึ้นในอนาคต (ศูนย์ปฏิบัติการข้อมูลการตลาดสินค้าเกษตรอินทรีย์ : 2563)

ปัจจุบันจังหวัดเชียงรายมีเนื้อที่เพาะปลูกข้าว 1,381,701.47 ไร่ เป็นลำดับที่ 19 ของประเทศ และเป็นจังหวัดที่มีเนื้อที่ปลูกข้าวมากที่สุดในภาคเหนือตอนบน เมื่อเปรียบเทียบกับจังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งเป็นจังหวัดใกล้เคียงที่มีอาณาเขตติดกัน รวมทั้งมีลักษณะภูมิประเทศ และพื้นที่ไม่แตกต่างกันมากนัก เพราะเป็นจังหวัดที่จัดอยู่ในกลุ่มจังหวัดภาคเหนือตอนบน เป็นแหล่งผลิตพืชผลด้านเกษตรกรรมที่สำคัญของประเทศ มีสภาพแวดล้อมทางกายภาพและภูมิศาสตร์ที่เหมาะสมต่อการผลิต โดยเฉพาะด้านการผลิตข้าวคุณภาพดี ได้แก่ ข้าวหอมมะลิ ข้าวหอมไทย ข้าวเหนียว ข้าวเจ้า ข้าวอื่นๆ (ข้าวอินทรีย์ ข้าวญี่ปุ่น ข้าวสี) โดยมีพื้นที่เพาะปลูกในเขตชลประทาน จำนวน 200,582 ไร่ พื้นที่เพาะปลูกนอกเขตชลประทาน จำนวน 783,870 ไร่ ทั้งหมด 18 อำเภอ โดยอำเภอพาน คือหนึ่งในอำเภอของจังหวัดเชียงรายที่มีพื้นที่ในการปลูกข้าวเป็นจำนวนมาก โดยมีนาตนเองจำนวน 10,098 ราย มีพื้นที่เพาะปลูก 104,015.35 ไร่ เฉลี่ย 10.30 ไร่/ราย นาเช่า 35,745 ราย 410,106.48 ไร่ เฉลี่ย 9.84 ไร่/ราย ลักษณะการถือครองอื่นๆ 7,412 ราย 56,642.56 ไร่ เฉลี่ย 7.02 ไร่/ราย (ศูนย์วิจัยข้าวเชียงราย กรมการข้าว : 2561) นอกจากนั้นเกษตรกรมีการจัดตั้งกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกข้าวอินทรีย์ เพื่อดูแลสมาชิกในกลุ่มการปลูกข้าวและการค้า การต่อรองราคา การจำหน่ายข้าวอินทรีย์ให้ได้มาตรฐาน แต่ทั้งนี้การขยายตลาดเพื่อเพิ่มช่องทางการขายยังมีจำนวนน้อยช่องทาง โดยกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกข้าวอินทรีย์ส่วนใหญ่ยังใช้ช่องทางการจัดจำหน่ายหลัก คือ การฝากขายตามงานต่างๆ ที่ภาครัฐเป็นผู้จัดหรือให้การสนับสนุน ทำให้การเข้าถึงผู้บริโภคยังไม่ทั่วถึง ซึ่งกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกข้าวอินทรีย์จำเป็นต้องมีการพัฒนาช่องทางการจัดจำหน่ายให้มีความหลากหลายขึ้น เพื่อให้ผู้บริโภค

ได้รับรู้และเข้าถึงได้ง่าย อีกทั้งยังช่วยสร้างความได้เปรียบทางการแข่งขันในการสร้างรายได้เพิ่มขึ้น และยังสร้างความเข้มแข็งให้กับกลุ่มเกษตรกรให้สามารถพึ่งพิงตนเองได้อย่างยั่งยืน

คณะผู้วิจัยจึงได้เล็งเห็นความสำคัญที่กลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกข้าวอินทรีย์จะสามารถเพิ่มการเติบโตของยอดขายผลิตภัณฑ์ข้าวอินทรีย์ได้มากขึ้นซึ่งต้องอาศัยการพัฒนาช่องทางการจัดจำหน่ายให้มีความหลากหลาย มีประสิทธิภาพและมีประสิทธิผล โดยมีการพัฒนาช่องทางใหม่ๆ ให้สามารถเข้าถึงกลุ่มลูกค้าเป้าหมายตอบสนองตรงตามความต้องการของลูกค้าได้อีก ทั้งให้ทันต่อยุคสมัยที่มีการเปลี่ยนแปลงมีการนำเทคโนโลยีมาผสมผสานช่วยในดำเนินธุรกิจและขยายตลาดให้กว้างขวางขึ้น ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาการพัฒนาช่องทางการจัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์ข้าวอินทรีย์ อำเภอพาน จังหวัดเชียงราย ในการนำไปสู่การเพิ่มการเติบโตของยอดขายจากการพัฒนาช่องทางการจัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์ข้าวอินทรีย์ ไปสู่ผู้บริโภคได้อย่างทั่วถึง

1.1 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1.1.1 เพื่อศึกษาปัญหาและแนวทางการพัฒนาช่องทางการจัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์ข้าวอินทรีย์ อำเภอพาน จังหวัดเชียงราย

1.1.2 เพื่อพัฒนาช่องทางการจัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์ข้าวอินทรีย์ อำเภอพาน จังหวัดเชียงราย

2. วิธีการทดลองหรือวิธีการศึกษา

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยประยุกต์ (Applied Research) ที่มุ่งเน้นการพัฒนาเพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อกลุ่มตัวอย่างที่กำหนดไว้ โดยข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยครอบคลุมการวิจัยเชิงคุณภาพและการวิจัยเชิงปริมาณ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. การวิจัยเชิงคุณภาพ ใช้ในการดำเนินการวิจัยเพื่อตอบวัตถุประสงค์ในประเด็นด้านศึกษาปัญหาและแนวทางการพัฒนาช่องทางการจัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์ข้าวอินทรีย์ในอำเภอพาน จังหวัดเชียงราย

2. การวิจัยเชิงปริมาณ ใช้ในการดำเนินการวิจัยเพื่อตอบวัตถุประสงค์ในประเด็นเพื่อพัฒนาช่องทางการจัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์ข้าวอินทรีย์ อำเภอพาน จังหวัดเชียงราย

คณะผู้วิจัยกำหนดพื้นที่สำหรับดำเนินการวิจัยครั้งนี้ คือ กลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกข้าวอินทรีย์ในอำเภอพาน จังหวัดเชียงราย ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ สมาชิกกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกข้าวอินทรีย์ในอำเภอพาน จังหวัดเชียงราย โดยมีสมาชิกในกลุ่มทั้งหมด 18 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล มีรายละเอียดดังนี้

1. แบบบันทึกข้อมูล สำหรับเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพโดยการสัมภาษณ์ 3 ประเด็นหลักดังนี้

1.1 ข้อมูลพื้นฐาน ประกอบด้วย ประวัติของกลุ่ม จำนวนสมาชิก และโครงสร้างบริหาร

1.2 ข้อมูลสภาพการดำเนินงาน ประกอบด้วย การบริหารจัดการ การจัดการช่องทางการตลาด ผลิตภัณฑ์ และปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินงาน

1.3 ข้อมูลความต้องการเพื่อพัฒนากลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกข้าวอินทรีย์ด้านช่องทางการจัดจำหน่าย เพื่อเพิ่มรายได้ให้กับกลุ่ม

2. แบบสอบถาม สำหรับการเก็บข้อมูลจากสมาชิกกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกข้าวอินทรีย์

2.1 ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป ประกอบด้วย เพศ อายุ สถานภาพ ระดับการศึกษา อาชีพ และรายได้เฉลี่ยต่อเดือน โดยมีลักษณะคำถามแบบปลายปิด (Close-ended Question) กำหนดรูปแบบคำถามเป็นแบบตรวจสอบรายการ (Checklist) ที่มีลักษณะ 2 คำตอบและหลายคำตอบให้เลือกตอบ รวมทั้งการระบุคำตอบอย่างสั้นในกรณีที่มีคำตอบนั้นอยู่นอกเหนือจากคำตอบที่ระบุไว้

2.2 ส่วนที่ 2 ภูมิหลังการขายผลิตภัณฑ์ข้าวอินทรีย์ในอำเภอพาน จังหวัดเชียงราย ประกอบด้วย ช่วงเวลาที่ขาย วัตถุประสงค์ในการซื้อ ความสำคัญในการตัดสินใจซื้อ และแหล่งขาย โดยมีลักษณะคำถามแบบปลายปิด (Close-ended Question) มีคำตอบให้เลือกตอบ รวมทั้งการระบุคำตอบอย่างสั้นในกรณีที่มีคำตอบนั้นอยู่นอกเหนือจากคำตอบที่ระบุไว้

2.3 ส่วนที่ 3 ความรู้ความเข้าใจในส่วนประสบการณ์ตลาดของการขายผลิตภัณฑ์ข้าวอินทรีย์ในอำเภอพาน จังหวัดเชียงราย ประกอบด้วย หลัก 4 P's ได้แก่ ผลิตภัณฑ์ (Product) ราคา (Price) การจัดจำหน่าย (Place) และการส่งเสริมการตลาด (Promotion)

3. ผลการทดลองและวิจารณ์ผล หรือผลการศึกษาและอภิปรายผล

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามเกี่ยวกับการพัฒนาช่องทางการจัดจำหน่ายให้กับผลิตภัณฑ์
ข้าวอินทรีย์ในอำเภอพาน จังหวัดเชียงราย

ตารางที่ 1 ค่าความถี่และร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามข้อมูลทั่วไป

ชื่อ	ข้อมูล	จำนวน	ร้อยละ
1. เพศ	ชาย	4	22.2
	หญิง	14	77.8
	รวม	18	100.0
2. อายุ	ต่ำกว่า 30 ปี	0	0
	30 - 39 ปี	0	0
	40 - 49 ปี	2	11.1
	50 - 59 ปี	10	55.6
	60 ปีขึ้นไป	6	33.3
	รวม	18	100.0
3. สถานภาพ	โสด	0	0
	สมรส/อยู่ด้วยกัน	15	83.3
	หม้าย/หย่าร้าง/แยกกันอยู่	3	16.7
	รวม	18	100.0
4. อาชีพ	นักศึกษา	0	0
	ข้าราชการ/พนักงานรัฐวิสาหกิจ	0	0
	พนักงานบริษัทเอกชน	1	5.6
	ธุรกิจส่วนตัว/อาชีพอิสระ	2	11.1
	พ่อบ้าน/แม่บ้าน	2	11.1
	อื่นๆ	13	72.2
	รวม	18	100.0
5. รายได้เฉลี่ยต่อเดือน	น้อยกว่า 10000 บาท	7	38.8
	10001-20000 บาท	10	55.6
	20001-30000 บาท	1	5.6
	30001-40000 บาท	0	0
	40001 ขึ้นไป	0	0
	รวม	18	100.0
6. ระดับการศึกษา	ต่ำกว่าปริญญาตรี	16	88.9
	ปริญญาตรี	2	11.1
	สูงกว่าปริญญาตรี	0	0
	รวม	18	100.0

จากตารางที่ 1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับผู้ตอบแบบสอบถาม พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ เป็นเพศหญิง จำนวน 14 คน คิดเป็นร้อยละ 77.8 และเพศชาย จำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 22.2 โดยส่วนใหญ่ มีอายุระหว่าง 50-59 ปี จำนวน 10 คน คิดเป็นร้อยละ 55.6 มีสถานภาพสมรส/อยู่ด้วยกัน จำนวน 15 คน คิดเป็นร้อยละ 83.3 มีอาชีพอื่นๆ จำนวน 13 คน คิดเป็นร้อยละ 72.2 มีรายได้เฉลี่ยต่อเดือน 10001-20000 บาท จำนวน 10 คน คิดเป็นร้อยละ 55.6 และระดับการศึกษา ต่ำกว่าปริญญาตรี จำนวน 16 คน คิดเป็นร้อยละ 88.9

ตอนที่ 2 ภูมิหลังการขายผลิตภัณฑ์ข้าวอินทรีย์ในอำเภอพาน จังหวัดเชียงราย

ตารางที่ 2 ค่าความถี่และร้อยละภูมิหลังการขายผลิตภัณฑ์ข้าวอินทรีย์ในอำเภอพาน จังหวัดเชียงรายของผู้ตอบแบบสอบถาม

ประเด็นข้อมูล	จำนวน (คน)	ค่าร้อยละ
1. ช่วงเวลาที่ท่านขายผลิตภัณฑ์ข้าวอินทรีย์คือช่วงเวลาใด		
1) วันจันทร์ - ศุกร์	3	16.7
2) วันหยุด (เสาร์ - อาทิตย์)	3	16.7
3) ช่วงเทศกาลและวันหยุดนักขัตฤกษ์	5	27.8
4) ไม่แน่นอน/กำหนดไม่ได้	7	38.8
รวม	18	100.0
2.วัตถุประสงค์หลักของผู้บริโภคผลิตภัณฑ์ข้าวอินทรีย์		
1) เพื่อบริโภคเองในครอบครัว	15	83.3
2) เพื่อนำไปขายต่อเอากำไร	0	0
3) เพื่อเป็นของฝาก	3	16.7
4) อื่นๆ (โปรดระบุ).....	0	0
รวม	18	100.0
3.ในการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ข้าวอินทรีย์ของผู้บริโภคให้ความสำคัญในด้านใดมากที่สุด		
1) คุณค่าทางอาหาร/ประโยชน์ของข้าวอินทรีย์	10	55.6
2) คุณภาพของข้าวอินทรีย์ได้มาตรฐาน	4	22.2
3) ราคามีความเหมาะสม	4	22.2
4) ตามกระแสนิยม	0	0
รวม	18	100.0
4. ในการขายข้าวอินทรีย์ในอำเภอพาน ท่านเคยขายจากแหล่งใดบ้าง (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)		
1) ขายที่บ้านสมาชิกกลุ่ม	9	50.0
2) ร้านจำหน่ายของกลุ่มOTOP/วิสาหกิจชุมชน	2	11.1
3) ขายออนไลน์ เช่น Facebook, Lazada,Shopee	0	0
4) ร้านค้าในชุมชน	5	27.8
5) ร้านค้าที่ออกบูธในงานแสดงสินค้าต่างๆ	2	11.1
6) อื่นๆ (โปรดระบุ)	0	0
รวม	18	100.0

จากตารางที่ 2 ภูมิหลังการขายผลิตภัณฑ์ข้าวอินทรีย์ในอำเภอพาน จังหวัดเชียงรายของผู้ตอบแบบสอบถาม พบว่า ช่วงเวลาที่ขายผลิตภัณฑ์ข้าวอินทรีย์มากที่สุด คือไม่แน่นอน/กำหนดไม่ได้ จำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 38.8 รองลงมาคือช่วง เทศกาลและวันหยุดนักขัตฤกษ์ จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 27.8 วัตถุประสงค์หลักของผู้บริโภคผลิตภัณฑ์ข้าวอินทรีย์ มากที่สุด คือ เพื่อบริโภคเองในครอบครัว จำนวน 15 คิดเป็นร้อยละ 83.3 รองลงมาคือ เพื่อเป็นของฝาก จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 16.7 ในการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ข้าวอินทรีย์ของผู้บริโภคให้ความสำคัญในด้านใดมากที่สุด คือคุณค่าทางอาหาร/ประโยชน์ของข้าว อินทรีย์ จำนวน 10 คน คิดเป็นร้อยละ 55.6 รองลงมาคือคุณภาพของข้าวอินทรีย์ได้มาตรฐาน/ราคามีความเหมาะสม จำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 22.2 และในการขายข้าวอินทรีย์ในอำเภอพานเคยขายจากแหล่งใด มากที่สุด คือขายที่บ้านสมาชิกกลุ่ม จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 50 รองลงมาคือ ร้านค้าในชุมชน จำนวน 5 คิดเป็นร้อยละ 27.8

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์ความรู้ความเข้าใจในส่วนประสมการตลาดของผลิตภัณฑ์ข้าวอินทรีย์

จากการศึกษาวิเคราะห์การพัฒนาช่องทางการจัดจำหน่ายให้กับผลิตภัณฑ์ข้าวอินทรีย์ในอำเภอพาน จังหวัดเชียงราย เพื่อวิเคราะห์ผู้ประกอบการมีความรู้ความเข้าใจในส่วนประสมการตลาดของการขายผลิตภัณฑ์ข้าวอินทรีย์ในอำเภอพาน จังหวัด เชียงราย ในด้านของหลัก 4 P's หรือ Marketing Mix คือเครื่องมือวางแผนการตลาดผ่านการวิเคราะห์ส่วนผสมทางการตลาด 4 ส่วน ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. Product (ผลิตภัณฑ์) จากการสำรวจพบว่า กลุ่มเกษตรกรยังขาดมีความรู้ความเข้าใจ และวิเคราะห์ลักษณะคุณสมบัติที่สามารถตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าได้ดียิ่งขึ้น เช่น คุณภาพ ความทันสมัย การใช้งาน และการออกแบบ นอกจากนี้ในด้านการเลือกสรรบรรจุภัณฑ์ กลุ่มเกษตรกรยังขาดความรู้ความเข้าใจในการวิเคราะห์เพื่อการบรรจุภัณฑ์และการจัดส่งสินค้าได้อย่างไรที่เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ เช่น การใช้บรรจุภัณฑ์ที่สอดคล้องกับความต้องการและความพึงพอใจของลูกค้าหรือการจัดส่งที่มีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ กลุ่มเกษตรกรยังขาดความรู้ความเข้าใจในการสร้างแบรนด์และการสร้างความสนใจ ความนิยม ความสนใจจากลูกค้า เช่น การสร้างอัตลักษณ์แบรนด์ เป็นต้น ซึ่งอยู่ในระดับน้อยที่สุด

2. Price (ราคา) จากการสำรวจพบว่า กลุ่มเกษตรกรมีความรู้ความเข้าใจในปัจจัยที่ผลต่อการกำหนดราคาสินค้า ในระดับน้อยที่สุด เช่น การคำนวณต้นทุนการผลิต ค่าใช้จ่ายทางการตลาดและช่องทางการจัดจำหน่าย และการวิเคราะห์การกำหนดราคาพิเศษหรือโปรโมชั่นที่เหมาะสมเพื่อดึงดูดลูกค้า เช่น การให้ส่วนลด โปรโมชั่นชั่วคราว

3. Promotion (การส่งเสริมการขาย) จากการสำรวจพบว่า กลุ่มเกษตรกร วิเคราะห์และมียุทธศาสตร์ความรู้ในการจัดกลยุทธ์การส่งเสริมการตลาดที่เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ และการใช้สื่อและช่องทางการส่งเสริมการขายให้เข้าถึงกลุ่มลูกค้าได้รวดเร็ว และมีประสิทธิภาพ เช่น โฆษณาทางโทรทัศน์, โฆษณาออนไลน์ การส่งเสริมการขายแบบส่วนลด ในระดับน้อย นอกจากนี้การวิเคราะห์และความรู้ความเข้าใจ การใช้สื่อและช่องทางการส่งเสริมการตลาดที่เหมาะสมและเข้าถึงกลุ่มลูกค้าได้ดี เช่น การโฆษณาผ่านโซเชียลมีเดีย การใช้โฆษณาพรีนซ์, การส่งเสริมการตลาดผ่านธุรกิจออนไลน์ อยู่ในระดับน้อยที่สุด และการวิเคราะห์และความรู้ความเข้าใจการจัดกิจกรรมส่งเสริมการตลาด เพื่อเพิ่มความสนใจต่อการตอบสนองของลูกค้า เช่น การจัดงานแสดงสินค้า การแข่งขัน และกิจกรรมส่งเสริมการขาย และการจัดแคมเปญโปรโมชั่น อยู่ในระดับน้อยที่สุด

4. Place (ช่องทางจัดจำหน่าย) จากการสำรวจพบว่า การวิเคราะห์และความรู้ความเข้าใจ ช่องทางการจัดจำหน่ายใดที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพสำหรับผลิตภัณฑ์หรือบริการ เช่น ช่องทางการจัดจำหน่ายทางตรง (Direct Channel) และช่องทางการจัดจำหน่ายทางอ้อม (Indirect Channel) กลุ่มเกษตรกรมีความรู้ความเข้าใจในระดับน้อย นอกจากนี้การวิเคราะห์ว่าสถานที่ใด ที่เหมาะสมและตอบสนองความต้องการของลูกค้าในการจัดจำหน่าย เช่น การเลือกทำธุรกิจในพื้นที่ที่มีกลุ่มลูกค้าเป้าหมาย การเลือกสถานที่ที่มีความสะดวกสบายและเข้าถึงได้ง่าย อยู่ในระดับน้อย และการจัดการสินค้าในการจัดจำหน่ายเป็นอย่างไรที่สร้างความพึงพอใจและความสะดวกสบายให้กับลูกค้า เช่น การจัดวางสินค้าในร้านค้า การจัดส่งสินค้าแบบเร่งด่วน การจัดการคลังสินค้า อยู่ในระดับน้อย

นอกจากนี้การใช้หลัก 4 C's หรือ กลยุทธ์การตลาดที่คัดกรองจากมุมมองความต้องการของผู้บริโภค ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ส่วน จากการสำรวจพบว่า

1. ความจำเป็นและความต้องการของลูกค้า (Customer Needs and Wants) จากการสำรวจกลุ่มเกษตรกร การเข้าใจความคาดหวังในผลิตภัณฑ์จากลูกค้า ในระดับน้อยที่สุด และการวิเคราะห์และความรู้ความเข้าใจความต้องการพิเศษหรือเฉพาะทางของลูกค้าและกลุ่มเกษตรกรสามารถตอบสนองได้ และความต้องการของลูกค้าส่งผลต่อการกำหนดปัจจัยและประโยชน์ที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์ของกลุ่มเกษตรกรฯ ในระดับน้อยที่สุด

2. ต้นทุนของลูกค้า (Cost to the Customer) จากการสำรวจพบว่า ความสามารถในการวิเคราะห์และการประเมินความคุ้มค่าของข่าวอินทรีย์ที่เสนอให้กับลูกค้ามีค่าและเกิดประโยชน์ต่อลูกค้าเพียงใด อยู่ในระดับน้อย และการวิเคราะห์และการประเมินความพร้อมในการจ่ายค่าใช้จ่ายสำหรับผลิตภัณฑ์ อยู่ในระดับน้อย

3. ความสะดวกสบายของลูกค้า (Convenience) จากการสำรวจพบว่าความสามารถในการวิเคราะห์ลูกค้าตามความคาดหวังในความสะดวกสบายในการเข้าถึงผลิตภัณฑ์ และคุณสมบัติ สรรพคุณของผลิตภัณฑ์ ในระดับน้อยที่สุด นอกจากนี้ความสามารถในการวิเคราะห์ศักยภาพและความสามารถในการจัดหาผลิตภัณฑ์สะดวกสบายให้แก่ลูกค้า อยู่ในระดับน้อย

4. การติดต่อสื่อสาร (Communication) ความสามารถของกลุ่มเกษตรกร จากการสำรวจพบว่า ความรู้ความเข้าใจในการวิเคราะห์ความคาดหวังการติดต่อสื่อสารที่ชัดเจน และมีประสิทธิภาพจากกลุ่มเกษตรกรนั้น อยู่ในระดับน้อย และความรู้ความเข้าใจและความเหมาะสมในวิธีการสื่อสารกับลูกค้าในแต่ละขั้นตอนการซื้อและการบริการในช่องทางการจัดจำหน่ายที่มี อยู่ในระดับน้อยที่สุด นอกจากนี้ความสามารถในการวิเคราะห์ความพร้อมของลูกค้าในการรับรู้และเข้าถึงข้อมูลสื่อสาร เช่น การวิเคราะห์ลูกค้ามีความสนใจในการรับรู้และเข้าถึงข้อมูลสื่อสารจากเราในช่องทางใด และความพร้อมและสามารถเข้าถึงข้อมูลสื่อสารจากเราได้อย่างสะดวก อยู่ในระดับน้อย

จากข้อมูลการสำรวจความรู้ความเข้าใจในส่วนประสมการตลาดของการขายผลิตภัณฑ์ข่าวอินทรีย์ ในอำเภอพาน จังหวัดเชียงราย นั้นจะเห็นได้ว่าความรู้ความเข้าใจในส่วนประสมของการตลาดนั้นอยู่ในเกณฑ์ระดับน้อย และน้อยที่สุด ซึ่งส่งผลให้การจำหน่ายผลิตภัณฑ์นั้นยังไม่ทั่วถึงของตลาดในปัจจุบันหรือช่องทางการจัดจำหน่ายที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพสำหรับผลิตภัณฑ์ เช่น ช่องทางการจัดจำหน่ายทางตรง (Direct Channel) หรือการขายในตลาดชุมชน ซึ่งยังขาดประสิทธิภาพในการ

พัฒนาต่อยอดการจำหน่ายสินค้าให้ได้อย่างรวดเร็วและการกลับมาซื้อซ้ำเพิ่มมากขึ้นและช่องทางการจัดจำหน่ายทางอ้อม (Indirect Channel) หรือการวางจำหน่ายในแพลตฟอร์มออนไลน์ต่างๆ ซึ่งกลุ่มเกษตรกรจะขาดโอกาสทางการค้าหากไม่ส่งเสริมความรู้ความเข้าใจและไม่สร้างช่องทางการจำหน่ายสินค้าช่องทางการจัดจำหน่ายทางอ้อม (Indirect Channel) หรือช่องทางออนไลน์ และช่องทางการจัดจำหน่ายทางตรง (Direct Channel) หรือช่องทางออฟไลน์ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการจำหน่ายสินค้า การส่งเสริมความรู้จะช่วยเพิ่มความเข้าใจของลูกค้าในผลิตภัณฑ์หรือบริการของกลุ่มเกษตรกร ในขณะเดียวกันการสร้างช่องทางการจำหน่ายทางออนไลน์และออฟไลน์จะช่วยให้กลุ่มเกษตรกร สามารถเข้าถึงลูกค้าในทุกภาคตลาด และเพิ่มโอกาสในการขายสินค้าอย่างมีประสิทธิภาพขึ้น

4. สรุป

กลุ่มเกษตรกรผู้ผลิตข้าวอินทรีย์ในอำเภอบางบาล จังหวัดเชียงราย โดยประธานกลุ่มคือ นายจันทร์ ศรีดี เกษตรกรผู้ปลูกข้าวอินทรีย์แปลงใหญ่และเป็นผู้นำในการตั้งกลุ่มเพื่อสร้างความเข้มแข็งให้กับเกษตรกรผู้ปลูกข้าวอินทรีย์ โดยมีสมาชิกจำนวน 18 ราย ช่องทางการจัดจำหน่ายข้าวอินทรีย์ของกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกข้าวอินทรีย์ อำเภอบางบาล จังหวัดเชียงราย คือขายที่บ้านของหัวหน้ากลุ่มเกษตรกร โดยผู้บริโภคส่วนใหญ่จะเป็นผู้บริโภคประจำ ทางกลุ่มไม่มีการขายผ่านสื่อออนไลน์เนื่องจากสมาชิกในกลุ่มส่วนใหญ่เป็นผู้สูงอายุไม่มีความรู้ในด้านการทำสื่อออนไลน์

ข้อมูลความคิดเห็นของสมาชิกกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกข้าวอินทรีย์ในอำเภอบางบาล จังหวัดเชียงราย จำแนกเป็น 3 ประเด็นหลักได้ดังนี้

4.1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามการพัฒนาช่องทางการจัดจำหน่ายให้กับผลิตภัณฑ์ข้าวอินทรีย์ในอำเภอบางบาล จังหวัดเชียงรายของกลุ่มวิสาหกิจกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกข้าวอินทรีย์ อำเภอบางบาล จังหวัดเชียงราย พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ เป็นเพศหญิง มีสถานภาพสมรส/อยู่ด้วยกัน ประกอบอาชีพอื่นๆ โดยมีรายได้เฉลี่ยต่อเดือนอยู่ที่ 10,001-20,000 บาท และระดับการศึกษาต่ำกว่าปริญญาตรี

4.2 ภูมิหลังการขายผลิตภัณฑ์ข้าวอินทรีย์ในอำเภอบางบาล จังหวัดเชียงรายของผู้ตอบแบบสอบถาม พบว่า ช่วงเวลาที่ขายผลิตภัณฑ์ข้าวอินทรีย์มากที่สุด คือไม่แน่นอน/กำหนดไม่ได้ วัตถุประสงค์หลักของผู้บริโภคผลิตภัณฑ์ข้าวอินทรีย์ มากที่สุด คือ เพื่อบริโภคเองในครอบครัว ในการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ข้าวอินทรีย์ของผู้บริโภคให้ความสำคัญในด้านใดมากที่สุด คือคุณค่าทางอาหาร/ประโยชน์ของข้าวอินทรีย์ และในการขายข้าวอินทรีย์ในอำเภอบางบาลเคยขายจากแหล่งใด มากที่สุด คือขายที่บ้านสมาชิกกลุ่ม

4.3 การประเมินความรู้ความเข้าใจในส่วนประสบการณ์ตลาดของการขายผลิตภัณฑ์ข้าวอินทรีย์ในอำเภอบางบาล จังหวัดเชียงราย จากแบบสอบถามการพัฒนาช่องทางการจัดจำหน่ายให้กับผลิตภัณฑ์ข้าวอินทรีย์ในอำเภอบางบาล จังหวัดเชียงราย ในหลักส่วนประสบการณ์ตลาดหลัก 4 P's ค่าเฉลี่ยสูงสุดซึ่งมีความสามารถวิเคราะห์ด้านคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ต่อการตอบสนองความต้องการของลูกค้าในระดับน้อยที่สุด และรองลงมาคือความสามารถในการเลือกใช้บรรจุภัณฑ์ การจัดการขนส่งผลิตภัณฑ์ให้มีประสิทธิภาพอยู่ในระดับน้อยที่สุด นอกจากนี้ค่าเฉลี่ยต่ำสุดคือความสามารถในการวิเคราะห์และองค์ความรู้การสร้างแบรนด์และสร้างความนิยมและความสนใจของลูกค้าต่อผลิตภัณฑ์นั้นอยู่ในระดับน้อยที่สุด ประกอบกับความสามารถในการส่งเสริมการตลาด (Promotion) ตามหลัก 4 P's การสร้างกลยุทธ์การส่งเสริมการตลาดอยู่ในระดับน้อย การใช้สื่อและช่องทางการส่งเสริมการตลาดที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพนั้นอยู่ในระดับน้อยที่สุด และช่องทางการจำหน่าย กิจกรรมส่งเสริมการตลาดเพื่อเพิ่มความสนใจต่อผู้บริโภคผลิตภัณฑ์ข้าวอินทรีย์ อยู่ในระดับน้อยที่สุด นอกจากนี้การวิเคราะห์ราคาตามหลัก 4 P's วิธีการกำหนดราคาให้มีความเหมาะสมสำหรับสินค้ามีค่าเฉลี่ยเกณฑ์ระดับน้อยที่สุด รองลงมาคือ ความรู้และความสามารถในการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการกำหนดราคา มีค่าเฉลี่ยระดับน้อยที่สุด และค่าเฉลี่ยต่ำสุดอยู่ในเกณฑ์น้อยที่สุด คือความสามารถในการวิเคราะห์ และความรู้ความเข้าใจในการกำหนดราคาพิเศษหรือโปรโมชั่นสำหรับผลิตภัณฑ์ ซึ่งจะเห็นได้ว่า ความสามารถในการวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ ราคา และความต้องการของลูกค้า วิสาหกิจยังมีความรู้และความสามารถในการวิเคราะห์ที่ยังไม่ครอบคลุม ซึ่งในการจำหน่ายสินค้าให้ได้มีประสิทธิภาพนั้น ต้องอาศัยกระบวนการทางการตลาด คือ กระบวนการทางการตลาดที่ผู้ผลิตสินค้าจะทำให้สินค้าของตัวเองไปสู่ผู้บริโภค หรือ ทำให้ผู้บริโภคหาซื้อสินค้าได้อย่างสะดวกในราคาที่เหมาะสมตามเวลาที่ต้องการไม่ใช่เรื่องง่ายตาย หากตีภาพโรงงานของผู้ผลิตตั้งอยู่ ณ จุดใดจุดหนึ่งในขณะที่ผู้บริโภคกระจายอยู่ทั่วประเทศ ผู้บริโภคมีความต้องการสินค้าใน เวลาที่แตกต่างกัน จึงเป็นไปได้ที่ผู้ผลิตจะสนองความต้องการ “โดยตรง” ถึงผู้บริโภคให้ได้รับความพึงพอใจหรือ “อรรถประโยชน์” ทั้งในด้านปริมาณสินค้า ต้นทุนสินค้า และเวลาได้ (ซีวรรณ เจริญสุข, 2557) ซึ่งจะเป็นการเสริมช่องทางการจัดจำหน่ายให้กับผลิตภัณฑ์ข้าวอินทรีย์ของวิสาหกิจได้อย่างแพร่หลายมากขึ้น ประกอบกับความสามารถในการจัดจำหน่าย ตามหลัก 4 P's นั้น วิสาหกิจยังมี

ความสามารถและความรู้ความเข้าใจในการวิเคราะห์ช่องทางสำหรับการจัดจำหน่ายที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพสำหรับผลิตภัณฑ์ เช่น ช่องทางการจัดจำหน่ายทางตรง (Direct Channel) และช่องทางการจัดจำหน่ายทางอ้อม (Indirect Channel) ของกลุ่มเกษตรกรอยู่ในระดับน้อย และการวิเคราะห์การติดต่อสื่อสาร ตามหลัก 4 C's ในวิธีการสื่อสารกับลูกค้าและความพร้อมของกลุ่มเกษตรกรในการเข้าถึงข้อมูลการสื่อสารอยู่ในระดับน้อยที่สุด

หลักการวิเคราะห์จุดแข็งจุดอ่อน หรือ SWOT จากการใช้เครื่องมือการสัมภาษณ์แบบเจาะลึกรายบุคคล (In-depth interview) ร่วมกับการใช้เครื่องมือแบบสอบถาม (questionnaire) พบว่า การขายผลิตภัณฑ์ข้าวอินทรีย์ในอำเภอพาน จังหวัดเชียงรายเป็นสินค้าที่ผู้บริโภคหันมาสนใจมากขึ้น และเป็นที่รู้จักภายในชุมชนและเคยมีประสบการณ์ขายสินค้าระหว่างผลิตภัณฑ์ข้าวอินทรีย์ในอำเภอพาน จังหวัดเชียงรายและร้านค้าชั้นนำ ซึ่งเป็นจุดแข็งของการตลาดของผลิตภัณฑ์นี้

นอกจากนี้โอกาสของกลุ่มเกษตรกร คือ คู่แข่งในตลาดของชุมชนและจังหวัดตอนนี้ยังไม่แพร่หลายมากนัก ยังมีช่องทางการพัฒนาช่องทางการจัดจำหน่ายได้เพิ่มมากขึ้น ช่องทางการจัดจำหน่าย (Distribution Channel) หรือ (Trade Channel) หมายถึง กลุ่มบุคคลหรือองค์กรที่สัมพันธ์ระหว่างกัน ในกระบวนการนำผลิตภัณฑ์จากผู้ผลิตไปยังผู้บริโภคหรือผู้ใช้ กลุ่มบุคคลหรือองค์กรที่ทำหน้าที่ต่าง ๆ ในช่องทางการจัดจำหน่ายรวมเรียกว่า คนกลางทางการตลาด (วิทยาลัยเทคโนโลยีการจัดการเพชรเกษม, 2558) เพื่อให้การจัดจำหน่ายเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ โดยแบ่งการจัดจำหน่ายเป็น 2 ประเภทคือ การจัดจำหน่ายทางตรง และการจัดจำหน่ายทางอ้อม ซึ่งเป็นการขายผลิตภัณฑ์จากผู้ผลิตไปยังผู้บริโภค หรือผู้ใช้ทางอุตสาหกรรมโดยไม่มีคนกลาง หรือช่องทางศูนย์ระดับ คือ ผู้ผลิตถึงผู้บริโภค และผู้ผลิตถึงผู้ใช้ทางอุตสาหกรรมโดยตรง (Nanosoft & Solution 2565) ซึ่งผู้วิจัยได้สร้างความรู้ แนวคิด และวางแผนการตลาดร่วมกับวิสาหกิจฯ โดยแบ่งออกเป็น 2 กิจกรรมดังนี้

1) กิจกรรมที่ 1 Focus group วิเคราะห์สินค้า ปัญหาและอุปสรรค

กิจกรรม Focus group วิเคราะห์สินค้าแก้ปัญหาและอุปสรรค โดยกิจกรรมร่วมกับสมาชิกกลุ่มในรูปแบบของกิจกรรม Focus group ทั้งหมด 3 ประเด็นคือ ประเด็นแรกวิเคราะห์สินค้าและศักยภาพตนเอง ประเด็นที่สองวิเคราะห์การตลาดที่มีอยู่ และประเด็นที่สามเป้าประสงค์และแผนการตลาดในอนาคต ซึ่งสรุปประเด็นได้ว่าผู้ผลิตมีความพร้อมในการผลิตสินค้าข้าวอินทรีย์ และต้องการความรู้เพิ่มเติมในช่องทางการตลาดที่หลากหลายมากขึ้นหรือเพิ่มช่องทางการจัดจำหน่าย โดยให้ความรู้ส่วนประสมของตลาด คือ หลัก 4 P's และหลัก 4 C's คือ ผลิตภัณฑ์ (Product) ราคา (Price) ช่องทางการจัดจำหน่าย (Place) และการส่งเสริมการตลาด (Promotion) และหลัก 4 C's คือ ตรงความต้องการของลูกค้า ผู้บริโภค (Customer) ความคุ้มค่าของลูกค้า (Cost) ความสะดวกต่อการซื้อสินค้า หรือการรับบริการ (Convenience) และ สื่อสารส่งเสริมการขายตรงกลุ่มเป้าหมาย (Communication) ซึ่งเป็นหลักส่วนประสมของตลาดเพื่อสอดคล้องกับพฤติกรรมของผู้บริโภค คือ กระบวนการตัดสินใจของผู้บริโภคนั้นจะประกอบไปด้วยกระบวนการต่าง ๆ จำนวน 6 ขั้นตอน โดยขั้นตอนแรกเป็นขั้นตอนการรับรู้ว่าเป็นการกระตุ้นทำให้ผู้บริโภคเกิดแรงจูงใจทำให้เกิดความต้องการสินค้านั้น ๆ จึงนำมาสู่ขั้นตอนที่สองการรับรู้ปัญหาเป็นขั้นตอนที่ทำให้ผู้บริโภคเกิดความต้องการที่จะส่งผลเป็นพฤติกรรมที่อยากจะบรรลุสิ่งที่ปรารถนา ขั้นตอนที่สามการแสวงหาข้อมูลเป็นขั้นตอนที่ผู้บริโภคเริ่มค้นหาข้อมูลเกี่ยวกับสินค้าจากช่องทางต่าง ๆ เพื่อนำมาประกอบการตัดสินใจ ขั้นตอนที่สี่การประเมินทางเลือกเป็นขั้นตอนที่ผู้บริโภคนำข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ ที่รวบรวมมาได้นำมาพิจารณาทางเลือกความคุ้มค่าหรือความเสี่ยง แล้วจึงเลือกช่องทางที่ดีที่สุด ขั้นตอนที่ห้าการซื้อเป็นขั้นตอนที่ผู้บริโภคตัดสินใจซื้อสินค้าหลังจากการประเมินทางเลือกเรียบร้อยแล้ว และขั้นตอนที่หกขั้นตอนสุดท้ายพฤติกรรมหลังการซื้อ โดยหลังจากผู้บริโภคได้ใช้สินค้านั้น ๆ แล้ว ผู้บริโภคจะทำการประเมินว่าสินค้านั้น ๆ สามารถตอบสนองความต้องการของตนได้หรือไม่ ซึ่งจะส่งผลต่อการซื้อสินค้าในครั้งต่อไปและอาจจะส่งผลต่อบุคคลรอบข้างของผู้บริโภคที่เกิดจากการพูดคุยและบอกเล่าประสบการณ์ระหว่างผู้บริโภคกันเอง (พัชรภรณ์ เมธีการย์, 2561) จึงวางแผนการตลาดทั้ง 2 ช่องทางคือ ช่องทางออฟไลน์ หรือช่องทางการจำหน่ายทางตรง คือ วางจำหน่ายสินค้าในตลาดชุมชน และห้างสรรพสินค้าชั้นนำทั่วไป ภายใต้แบรนด์รักจัง และช่องทางออนไลน์ หรือช่องทางการจำหน่ายทางอ้อม คือ ทางเพจ ข้าวอินทรีย์ไร้สาร เมืองพานเนือเจ้าเพื่อส่งเสริมให้กลุ่มเกษตรกรมีช่องทางการจำหน่ายที่ครอบคลุมและเพิ่มประสิทธิภาพในการจำหน่าย

2) กิจกรรมที่ 2 สร้างความรู้และวางแผนการจำหน่ายช่องทางการตลาดทั้งทางออฟไลน์และออนไลน์

ปัญหาที่พบของกลุ่มเกษตรกร คือ ความรู้และความเข้าใจในการวิเคราะห์การตลาดการวางแผนการผลิตให้สอดคล้องกับช่องทางจำหน่ายที่ตนเองมีอยู่ ซึ่งความเข้าใจในการวิเคราะห์การตลาดจะช่วยให้ผู้ประกอบการสามารถวางแผนการตลาดที่เหมาะสมและสามารถสร้างกลยุทธ์การตลาดที่เหมาะสมกับกลุ่มลูกค้าในการตัดสินใจซื้อ ซึ่งเป็นกระบวนการตัดสินใจจากการรวบรวมข้อมูลที่ศึกษา ข้อมูลพบเจอ และความรู้สึกรู้สึก ในสินค้านั้น หรือประเภทเดียวกันนำมาประกอบเป็นเหตุผลหรือความพึงพอใจในการเลือกซื้อสินค้านั้นอันเป็นผลให้เกิดพฤติกรรมการซื้อซ้ำในอนาคต ซึ่งหากผู้บริโภคมีพฤติกรรมซื้อซ้ำกับผลิตของผู้ผลิตเองจะทำให้ความน่าเชื่อถือและจงใจให้ผู้บริโภคท่านอื่นตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์นั้นได้รวดเร็วขึ้น ตามหลักพฤติกรรมการตัดสินใจซื้อ โดยการตัดสินใจของมนุษย์โดยทั่วไปที่จะเกิดจากการเรียนรู้และการรับรู้ในสิ่งต่าง ๆ ที่เข้ามาเกี่ยวข้องในสภาพแวดล้อม นั้น ๆ

กระบวนการเรียนรู้และการรับรู้มีความสัมพันธ์ต่อการตัดสินใจเนื่องจากการเรียนรู้และการรับรู้จะก่อให้เกิดการสั่งสมและประสบการณ์ (วิเชียร วิทย์อุดม. 2556)

ดังนั้น จึงได้จัดกิจกรรมส่งเสริมความรู้ด้านการตลาดทางออฟไลน์ หรือการตลาดทางตรง โดยให้ผู้ผลิตเห็นสามารถวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการจำหน่ายผลิตภัณฑ์ของตนเอง และวิเคราะห์และวางแผนการผลิต จำหน่ายสินค้าของตัวเองได้อย่างมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น และส่งเสริมความรู้ด้านการตลาดออนไลน์ หรือช่องทางการจำหน่ายทางอ้อม ซึ่งการตลาดดิจิทัล (Digital Marketing) เป็นพัฒนาการของการตลาดที่จะเกิดขึ้นในอนาคต โดยมีช่องทางสื่อดิจิทัลเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งจะสามารถแสดงความคิดเห็นและทำให้เกิดการสื่อสารสองทาง (Two-Way Communication) หรือผ่านสื่อสังคมออนไลน์ ส่งผลให้รูปแบบการตลาดมีการพัฒนาโดยการผสมผสานเทคโนโลยีเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคให้ดียิ่งขึ้น โดยใช้เครื่องมือทางอิเล็กทรอนิกส์ในระบบดิจิทัล เช่น การใช้เครือข่ายอินเทอร์เน็ตผ่านมือถือ เว็บไซต์ เป็นต้น (ชนกพร จักรชุม. 2564) โดยส่งเสริมความรู้ให้กับกลุ่มเกษตรกร เพื่อวางแผนในการจัดจำหน่ายในช่องทางออนไลน์เพิ่มมากขึ้น เพื่อสอดคล้องกับพฤติกรรมผู้บริโภคปัจจุบัน

ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าการเพิ่มช่องทางการขายทั้งช่องทางการจำหน่ายโดยอ้อม (Indirect Channel) หรือช่องทางออนไลน์ และช่องทางการจัดจำหน่ายทางตรง (Direct Channel) หรือออฟไลน์เป็นการส่งเสริมองค์ความรู้ให้กับวิสาหกิจและสร้างช่องทางการจำหน่ายที่ครอบคลุมผู้บริโภคทั้งตลาดอย่างมีประสิทธิภาพ การเพิ่มช่องทางการขายออนไลน์ยังช่วยเพิ่มองค์ความรู้ให้กับกลุ่มเกษตรกร เนื่องจากการทำธุรกิจออนไลน์ต้องมีความเข้าใจในเทคโนโลยีและการตลาดออนไลน์ การพัฒนาทักษะและความรู้ใหม่ๆ เพื่อการสื่อสารและการปฏิสัมพันธ์กับลูกค้าผ่านช่องทางออนไลน์ ทำให้วิสาหกิจมีการเปิดตัวให้กับกลุ่มลูกค้าที่แตกต่างกันได้มากขึ้น และเพิ่มโอกาสในการตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ และการเพิ่มช่องทางการขายออฟไลน์เป็นการสร้างช่องทางการจำหน่ายที่ครอบคลุมผู้บริโภคทั้งตลาด ซึ่งสามารถเข้าถึงลูกค้าที่มีนิยมการช้อปปิ้งแบบดั้งเดิม หรือที่ต้องการการติดต่อแบบโดยตรง การเพิ่มช่องทางการขายออฟไลน์อาจเป็นการสร้างร้านค้าหรือจุดขายผลิตภัณฑ์ข้าวอินทรีย์ที่ตั้งอยู่ในพื้นที่ที่สะดวกสบายและมีความสะดวกสบายสำหรับลูกค้า ซึ่งจะช่วยสร้างความไว้วางใจและความสัมพันธ์กับลูกค้าให้ดียิ่งขึ้น

5. เอกสารอ้างอิง

- กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม. (2565). ช่องทางการขายในยุคปัจจุบัน. สืบค้นจาก <https://bsc.dip.go.th/th/category/marketing2/fs-salechannelpresent>.
- ก้องนเรนทร์ ใจคำปัน. (2564). กลยุทธ์ทางการตลาดที่มีผลต่อการบริโภคข้าวสารในจังหวัดเชียงราย. วิทยานิพนธ์เศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาบัณฑิต สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์ประยุกต์ สำนักบริหารและพัฒนาวิชาการ มหาวิทยาลัยแม่โจ้.
- กุลรัตน์ นิมตงเสนะ. (2564). แนวทางการพัฒนารูปแบบการให้บริการศูนย์การค้าที่สอดคล้องกับรูปแบบการดำเนินชีวิตวิถีใหม่. งานนิพนธ์บริหารธุรกิจมหาบัณฑิตสำหรับผู้บริหาร วิทยาลัยพาณิชยศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.
- ชนกพร จักรชุม. (2564). ความคาดหวังของการส่งเสริมการตลาดดิจิทัลเพื่อเพิ่ม คุณค่าทางการท่องเที่ยว เชี่ยวเชิงวัฒนธรรมของวัดธาตุพนมรวมมหาวิทยาลัย จังหวัดนครพนม. วารสารมนุษยศาสตร์ ฉบับบัณฑิตศึกษา ปีที่ 10 มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- ชีวรรณ เจริญสุข. (2557). กลยุทธ์ทางการตลาด. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีปทุม.
- จารวี แยมพิกุล. (2563). โมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของอิทธิพลของผู้มีชื่อเสียง ภาพลักษณ์ร้านค้า และการตลาดผ่านช่องทางดิจิทัลที่ส่งผลให้เกิดการตัดสินใจซื้อของผู้ใช้บริการร้านขายรองเท้าสเก็ตแบบมัลติแบรนด์. วิทยานิพนธ์บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต คณะการจัดการและการท่องเที่ยว มหาวิทยาลัยบูรพา.
- จีเอเบิล. (2564). ความสัมพันธ์ระหว่าง Online Marketing กับ Offline Marketing. สืบค้นจาก <https://www.gable.com/digital-review/online-marketing-and-offline-marketing/>.
- เด่น รักซ้อนและคณะ. 2563. การถ่ายทอดเทคโนโลยี นวัตกรรมในกระบวนการผลิต และการตลาดในยุค 4.0 เพื่อพัฒนาศักยภาพผู้ประกอบการเยาวชน คนรุ่นใหม่ ของชุมชนเครื่องปั้นดินเผาด่านเกวียน. คณะศิลปกรรมและออกแบบอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน.
- ไทยวินเนอร์. (2564). การตลาด Offline คืออะไร? มีตัวอย่างอะไรบ้าง (Offline Marketing). สืบค้นจาก <https://thaiwinner.com/offline-marketing/>
- พรกมล วงศ์ข้าหลวง. (2564). การตัดสินใจซื้อสินค้าอาหารสำเร็จรูปแช่แข็งผ่านช่องทางออนไลน์ของวัยทำงานในเขต กทม. บทความวิชาการค้นคว้าอิสระ คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

- พรรณภา สรสิทธิ์. (2564). กลยุทธ์การตลาดแบบออฟไลน์ และออนไลน์กับการสนับสนุนจากภาครัฐที่ส่งผลต่อความสำเร็จทางการตลาดของวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. ปรัญญาปรัชญาดุสิตบัณฑิต สาขาวิชาบริหารธุรกิจและนวัตกรรมดิจิทัล มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- พัชรภรณ์ เมธีการย์. (2561). ปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อของธุรกิจการจำหน่ายเครื่องสำอางผ่านเฟซบุ๊ก : บทความวิชาการ คั่นคว้ออิสระ คณะวิชาการบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
- ภาสกร รอดผลง. (2564). การพัฒนาช่องทางการตลาดออนไลน์ของผลิตภัณฑ์จกสานงอบไทยลาวแก้วของ เอนอำเภอนิธิบุรี จังหวัดสิงห์บุรี. วารสารสังคมศาสตร์และมานุษยวิทยาเชิงพุทธ, ปีที่ 6(3), หน้า 35-45.
- มนตรี รัตมี. (2560). ความสัมพันธ์ระหว่างการเปิดรับสื่อทางการตลาด ทศนคติ และพฤติกรรมการซื้อสินค้าจากห้างสรรพสินค้าออนไลน์ของผู้บริโภค. วิทยานิพนธ์วารสารศาสตรมหาบัณฑิต คณะวารสารศาสตร์และสื่อสารมวลชน มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- มนัสชนก อริยะเดช และบุษกรณ์ สีใจยะระ. (2563). ปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดในมุมมอง ของลูกค้า (7C's) ที่ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้ออุปกรณ์วิทยาศาสตร์ของผู้บริโภคออนไลน์. วารสารการพัฒนาการเรียนรู้สมัยใหม่, ปีที่ 5(5), 100-111.
- มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี. (2565). บทที่ 2 ระดับของช่องทางการจัดจำหน่าย. สืบค้นจาก https://hiperc.sru.ac.th/pluginfile.php/168973/mod_resource/content/2/Ch2.pdf.
- วิทยาลัยเทคโนโลยีการจัดการเพชรเกษม. (2558). Marketing. สืบค้นจาก <https://sites.google.com/site/lakkantalad/chxng-thangkar-cad-cahnay>.
- วินดา ชื่อดตรงและคณะ. (2562). แนวทางการพัฒนาวิสาหกิจชุมชนกลุ่มการผลิตสินค้าในเขตจังหวัดนครราชสีมา. คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน.
- วิเชียร วิทยอม. (2556). พฤติกรรมองค์การฉบับแนวใหม่. กรุงเทพฯ : วิทยอุดมสาส์น.
- ศศิพร ต่ายคำ. (2562). การพัฒนารูปแบบการสื่อสารการตลาดออนไลน์สินค้าเกษตรอินทรีย์ของวิสาหกิจชุมชน. รายงานการวิจัย มหาวิทยาลัยสวนดุสิต.
- สามารถ สิทธิมณี. (2562). ปัจจัยที่ส่งผลต่อการซื้อสินค้าผ่านทางช่องทาง Online: กรณีศึกษาจังหวัดน่านและกรุงเทพมหานคร. สารนิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารจัดการองค์การ คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกริก.
- สำนักงานราชบัณฑิตยสภา. (2565). พจนานุกรม ฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2554. สืบค้นจาก <https://dictionary.orst.go.th/>.
- สุชาติ แสงดวงดี. (2564). การพัฒนากลยุทธ์การประชาสัมพันธ์การตลาดตราสินค้าผักปลอดภัยจังหวัดนครปฐมแบบมีส่วนร่วม. วารสารสหวิทยาการมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์, ปีที่ 4(2), หน้า 744-756.
- สุนาด ทองสองยอด. (2561). แนวทางการพัฒนาช่องทางการตลาดของผลิตภัณฑ์เกลือตำบลดานา จังหวัดปัตตานี. วารสารบริหารธุรกิจ เศรษฐศาสตร์และการสื่อสาร, ปีที่ 13(1), หน้า 14-28.
- Nanosoft & Solution Ltd. (2565). ช่องทางการจำหน่าย (Channel of Distribution). สืบค้นจาก <https://www.nanosoft.co.th/tips-business/94.php>.

นวัตกรรมการบริหารจัดการเกษตรวิถีใหม่ด้วยเทคโนโลยีสารสนเทศดิจิทัล

ชุมชนบ้านคลองขุด จ.สมุทรสงคราม

Innovation of New Agricultural Management with Digital Information Technology

Ban Khlong Khut Community Samut Songkhram Province

ศิริรัตน์ ชำนาญรบ¹ และ ชมพูนุท โภคณิตถานนท์²

Sirirat Chamnanrob¹ and Chompoonud Phokanittanon²

¹สาขาวิชาการบริหารสารสนเทศ คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

²สาขาวิชาการตลาด คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

Faculty of Business Administration Rajamangala University of Technology Phra Nakhon

sirirat.c@rmutp.ac.th : 0616354798

บทคัดย่อ

การวิจัย นวัตกรรมการบริหารจัดการเกษตรวิถีใหม่ด้วยเทคโนโลยีสารสนเทศดิจิทัล ชุมชนบ้านคลองขุด จ.สมุทรสงคราม วัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาการทำเกษตรวิถีใหม่ด้วยเทคโนโลยีสารสนเทศดิจิทัล เพื่อพัฒนาระบบบริหารจัดการเกษตรชุมชนบ้านคลองขุด และเพื่อประเมินความพึงพอใจที่มีต่อนวัตกรรมทางการเกษตรที่พัฒนาขึ้น โดยใช้เครื่องมือในการสร้างแอปพลิเคชัน คือ Glide App, Google Sheet และ Google Drive สำหรับจัดเก็บแอปพลิเคชันและข้อมูลต่างๆ และใช้แบบสอบถามเพื่อประเมินประสิทธิภาพของแอปพลิเคชัน โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน และประเมินความพึงพอใจที่มีต่อแอปพลิเคชัน โดยผู้ใช้งานซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง จากชุมชนบ้านคลองขุด จำนวน 30 คน ผลการวิจัย พบว่า แอปพลิเคชันที่สร้างขึ้นใช้งานง่าย เป็นประโยชน์ต่อการบริหารจัดการในชุมชน ได้นวัตกรรมในการทำเกษตรวิถีใหม่ ช่วยให้หมู่บ้านมีเทคโนโลยีดิจิทัลทันสมัย สะดวกต่อการบริหารจัดการในชุมชน ผลการประเมินความพึงพอใจที่มีต่อแอปพลิเคชันระบบบริหารจัดการเกษตรชุมชนบ้านคลองขุด อยู่ในระดับมากที่สุด สามารถนำไปใช้งานได้

คำสำคัญ: นวัตกรรม บริหารจัดการ การเกษตรวิถีใหม่ เทคโนโลยีสารสนเทศดิจิทัล

Abstract

study New Agricultural Management Innovations Using Digital Information Technology Samut Songkhram Province: Ban Khlong Khut Community. The goal is to create innovative farming techniques using digital information technology, to create an agricultural management system for the community of Ban Khlong Khut, and to gauge community satisfaction with the innovations created in agriculture. Glide App, Google Sheet, and Google Drive for app and data storage are tools used to construct applications. Five experts evaluated the program's performance using the questionnaire, and the users who made up the sample for the experiment evaluated how satisfied they were with the application. 30 persons from the Ban Khlong Khut Community. The outcomes demonstrated how user-friendly the developed program is. It is advantageous to community management. innovative farming practices. The village benefits from having contemporary digital technology. convenient for the local administration. Application of the Ban Khlong Khut Community Agricultural Management System: Evaluation of User Satisfaction at its most basic. Can be put into action.

Keywords: Innovation, Management, New Normal Agriculture, Digital Information Technology

1. บทนำ

นโยบายและยุทธศาสตร์การอุดมศึกษา-วิทยาศาสตร์-วิจัยและนวัตกรรม พ.ศ.2563-2570 และ แผนด้านวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม พ.ศ.2563-2565 ได้ให้ความสำคัญต่อการพัฒนาเศรษฐกิจฐานราก เป็นการดำเนินการที่สำคัญในการพัฒนา และยกระดับประเทศให้เป็นประเทศรายได้สูง ที่มีการกระจายรายได้อย่างทั่วถึง เป็นการวางรากฐานที่มั่นคงให้กับเศรษฐกิจไทยในอนาคต การส่งเสริมเศรษฐกิจระดับชุมชนท้องถิ่นให้สามารถมีความเข้มแข็ง มีศักยภาพในการแข่งขัน พึ่งพาตนเองได้ องค์การบริหารส่วนตำบลวัดประดู่ อ.อัมพวา จ.สมุทรสงคราม มีพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นที่ราบลุ่ม มีลำคลองหลายสาย พื้นที่บางส่วนเป็นดินเค็ม

น้ำส่วนใหญ่เป็นน้ำกร่อย ราษฎรประกอบอาชีพทำสวนมะพร้าว สวนส้มโอ นาข้าวและเลี้ยงปลา รับจ้าง มีจำนวนหมู่บ้านทั้งสิ้น 10 หมู่บ้าน คือ หมู่ที่ 1 บ้านวัดประคู้ หมู่ที่ 2 บ้านบางกระวี หมู่ที่ 3 บ้านคลองประคู้ หมู่ที่ 4 บ้านดอนบุง หมู่ที่ 5 บ้านต้นมูก หมู่ที่ 6 บ้านศาลาแดง หมู่ที่ 7 บ้านคลองขุด หมู่ที่ 8 บ้านสี่แยก หมู่ที่ 9 บ้านส้มโชติ และหมู่ที่ 10 บ้านท่าเนียน มีประชากรทั้งสิ้น 5,477 (ณ เดือนมิถุนายน 2557) ชาย 2,733 คน หญิง 3,011 คน จำนวน 1,626 ครัวเรือน จากการสำรวจพื้นที่พบว่า ชุมชนบ้านคลองขุด หมู่ 7 มีการพัฒนาด้านเกษตรอินทรีย์ ผักปลอดสารพิษ การทำปุ๋ย การทำโรงสีชุมชน เป็นชุมชนที่พร้อมจะพัฒนา แต่ยังคงเป็นเกษตรรูปแบบเดิม ขาดการนำเทคโนโลยีสารสนเทศดิจิทัล เข้าไปช่วยบริหารจัดการ ให้เป็นระบบมากขึ้น ดังนั้นเพื่อเป็นการพัฒนารูปแบบการบริหารจัดการเกษตรชุมชน โดยนำเอานวัตกรรมการบริหารจัดการเกษตรวิถีใหม่ ด้วยเทคโนโลยีสารสนเทศดิจิทัล ในการบริหารทั้งด้านการเกษตร การปลูกข้าว การเพาะปลูกพืชปลอดสารพิษ การออมเงินของสมาชิกในชุมชน โรงสีข้าวชุมชน ระบบการแจ้งเตือนการทำงาน

วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาการทำเกษตรวิถีใหม่ด้วยเทคโนโลยีสารสนเทศดิจิทัล
2. เพื่อพัฒนาแอปพลิเคชันบริหารจัดการเกษตรชุมชนบ้านคลองขุด
3. เพื่อประเมินความพึงพอใจที่มีต่อนวัตกรรมทางการเกษตรที่พัฒนาขึ้น

บททวนวรรณกรรม

โรงสีข้าว เป็นโรงสีข้าวเครื่องจักร แปรรูปข้าวเปลือกเป็นข้าวสาร เป็นผลจากการเปิดค้าข้าวอย่างเสรี ทำให้โรงสีข้าวเครื่องจักรเกิดขึ้น ในปี พ.ศ. 2401-2419 เดิมจะขยายตัวอยู่เฉพาะในบริเวณกรุงเทพมหานคร ตามสองฝั่งแม่น้ำเจ้าพระยาและคลองสายต่างๆ เป็นกิจการขนาดใหญ่ที่ใช้ทุนสูง คุณภาพในการทำงานดี แรงงานทั้งหมดเป็นชาวจีน จาก พ.ศ. 2420 ได้เริ่มขยายตัวไปยังแหล่งเพาะปลูกต่างจังหวัด เริ่มที่ จ.ฉะเชิงเทรา แล้วขยายไปในจังหวัดต่างๆ ทั่วภาคกลาง โดยการรับซื้อข้าวเปลือกจากชาวนาพ่อค้ารวบรวมท้องถิ่นหรือขายให้กับพ่อค้าข้าวในกรุงเทพมหานคร และจังหวัดอื่น ๆ รวมทั้งผู้ส่งออกโดยมีหลงจู๊ เป็นนายหน้า หรือตัวแทนในการติดต่อซื้อขายธุรกิจ โรงสีข้าวเครื่องจักร สามารถสีข้าวได้ในปริมาณมาก ในเวลารวดเร็ว สีข้าวได้วันละ 15,000 – 20,000 หาบ ทำการติดตั้งขึ้นในกรุงเทพฯ ครั้งแรกใน พ.ศ.2401 เพื่อสีข้าวส่งออกขายต่างประเทศ เป็นการเริ่มต้นนำเอาเทคโนโลยีด้านอุตสาหกรรมการสีข้าวเข้ามาเผยแพร่ในประเทศไทย (ถนอม ตนะนา, 2527)

พ.ศ.2419-2421 มีการตั้งโรงสีมากกว่า 15 โรง พ.ศ.2436 มีโรงสีรวมทั้งสิ้น 23 โรง โรงสีที่ตั้งขึ้นนี้ส่วนใหญ่อยู่ในกรุงเทพมหานคร ผู้ประกอบการเป็นชาวยุโรปและชาวจีน ในระยะแรกๆ ที่มีการตั้งโรงสีนั้นมีการผลิตวันละ 150-200 ตัน ซึ่งสูงกว่าความสามารถในการส่งออกในขณะนั้น (ในปี พ.ศ.2436 ประเทศไทยส่งข้าวออก ปีละประมาณ 800,000 เมตริกตัน) การขยายตัวของโรงสีเครื่องจักรไอน้ำ ทำให้การแปรสภาพข้าวเปลือกเป็นข้าวสารด้วยมือล้าสมัยและค่อยๆ สลายตัวไป ยังหลงเหลืออยู่บ้างในท้องที่ทุรกันดารในชนบทที่ห่างไกลความเจริญเท่านั้นที่ยังใช้วิธีตำข้าวอยู่ สำหรับข้าวสารที่จำหน่ายในท้องตลาด ทุกวันนี้ล้วนต้องผ่านการแปรรูปจากโรงสีแล้วทั้งสิ้น

โรงสีข้าว แบ่งออกเป็น 4 ประเภท คือ โรงสีข้าวเครื่องจักรไอน้ำ โรงสีข้าวเครื่องจักรน้ำมัน โรงสีข้าวเครื่องจักรไฟฟ้า และโรงสีข้าวเครื่องจักรแก๊ส แต่ละประเภทความแตกต่างกัน ดังนี้

1. โรงสีข้าวเครื่องจักรไอน้ำ อาศัยความดันไอน้ำไปดันลูกสูบและมู่เล่ ให้โรงสีทำงาน หรืออีกระบบหนึ่ง อาศัยความดันไอน้ำไปหมุนเทอร์บายและมอเตอร์ เพื่อผลิตกำลังไฟฟ้า ไปหมุนมอเตอร์ให้เครื่องจักรทำงาน มักจะใช้ในโรงสีขนาดกลาง และใหญ่ คุณภาพข้าวสารที่ได้คุณภาพของข้าวจะขึ้นอยู่กับความสม่ำเสมอของการสี ซึ่งจะขึ้นอยู่กับแรงดันไอน้ำที่ใช้ในการดันเครื่องจักร แรงดันไอน้ำจะมีความสม่ำเสมอมากน้อยเพียงใดนั้น ขึ้นอยู่กับผู้ควบคุมไฟให้มีความสม่ำเสมอตลอดระยะเวลา เวลาการผลิต ผู้ประกอบการสามารถใช้แกลบ ซึ่งเป็นผลพลอยได้จากการผลิต มาใช้เป็นเชื้อเพลิงในการต้มน้ำได้ แต่ปัญหาที่เกิดขึ้น คือ จะก่อให้เกิดมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อม ไม่สามารถตั้งอยู่ในแหล่งชุมชนได้

2. โรงสีข้าวเครื่องจักรน้ำมัน ใช้น้ำมันดีเซลไปจุดระเบิดเครื่องยนต์ เพื่อให้เครื่องจักรทำงาน มีประสิทธิภาพต่ำและมักใช้ในโรงสีข้าวขนาดเล็ก ที่มีการสีข้าวในปริมาณไม่มากนัก ส่วนใหญ่จะเป็นการรับจ้างสีข้าวให้เกษตรกรเพื่อใช้บริโภคในครัวเรือน โรงสีจะคิดค่าจ้างเป็นปลายข้าวและรำข้าว ต้นทุนในการผลิตของโรงสีประเภทนี้ จะผันแปรตามราคาข้าวเปลือก และผันแปรตามราคาน้ำมันดีเซลอีกด้วย ปัจจุบันโรงสีประเภทนี้ ได้เลิกกิจการไปแล้วเป็นจำนวนมาก เนื่องจากโรงสีมีรายได้จากการขายปลายข้าวและรำข้าว ต่ำกว่าต้นทุนการผลิตโดยรวม ทำให้โรงสีต้องประสบภาวะขาดทุนและต้องปิดกิจการลง

3. โรงสีข้าวเครื่องจักรไฟฟ้า ใช้กำลังไฟฟ้าหมุนมอเตอร์ให้เครื่องจักรทำงานมักใช้ในโรงสีขนาดกลาง – ใหญ่ ถึงแม้จะเป็นเครื่องมือสีข้าวที่มีประสิทธิภาพการผลิต สูงกว่าเครื่องสีข้าวประเภทอื่น สามารถใช้เครื่องสีข้าวพลังไอน้ำเปลี่ยนมาใช้ผลิตแบบไฟฟ้าได้ โดยการติดตั้งมอเตอร์เพิ่ม ผู้ประกอบการ มีความเสี่ยงในด้านต้นทุนการผลิตมากขึ้น เนื่องจากพลังผลิตสมดุลกับค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้น ซึ่งปริมาณการผลิตที่เหมาะสมจะขึ้นอยู่กับขนาด และกำลังการผลิตโดยรวมของแต่ละโรงสี

4. โรงสีข้าวเครื่องจักรแก๊ส เป็นโรงสีข้าวที่ใช้ความดันจากแก๊สโดยการเผาถ่านเปิดเครื่องยนต์เพื่อจุดเครื่องจักรให้ทำงาน ปัจจุบันแทบไม่มีแล้ว

ขนาดของโรงสีข้าวออกเป็น 3 ขนาด คือ โรงสีขนาดใหญ่ กำลังการผลิตวันละ 30 ตัน ข้าวเปลือกเกินวันละ 30 เกวียน และโรงสีมีคนงานเกิน 10 คนขึ้นไป โรงสีขนาดกลาง กำลังการผลิตระหว่าง 18-30 ตันข้าวเปลือกอยู่ระหว่าง 18-30 เกวียนต่อวัน และโรงสีมีคนงานไม่เกิน 10 คน และโรงสีขนาดเล็ก กำลังการผลิตไม่เกิน 18 ตันข้าวเปลือกหรือ 18 เกวียน และโรงสีจะใช้คนภายในครัวเรือนเท่านั้น

การแปรสภาพข้าวเปลือกเป็นข้าวสารมีขั้นตอน 2 ขั้นตอน ขั้นตอนแรก การกะเทาะเปลือกที่ห่อหุ้มเมล็ดออกจะได้ข้าวกล้อง และส่วนที่ถูกกะเทาะออกเรียกว่า แกลบ (Rice Husk) สามารถนำไปใช้ทำประโยชน์อย่างอื่นได้หลากหลาย เช่น ใช้เป็นเชื้อเพลิงทำวัสดุก่อสร้าง เช่น อิฐ หรือไว้เพาะเห็ด เป็นต้น ขั้นตอนที่ 2 การขัดเอาส่วนของเยื่อหุ้มเมล็ดข้าวกล้องออกจะได้ข้าวสาร ส่วนของเยื่อหุ้มเมล็ดที่ขัดออกนี้จะเรียกว่า รำข้าว (Rice bran) เป็นส่วนชั้นของเยื่อหุ้มผล (Pericarp) เยื่อหุ้มเมล็ด (Tegument) เยื่ออาลูโรน (Aleurone Layer) เชื้อพันธุ์ (Embryo) และผิวนอกๆ ของเมล็ดข้าวสาร (Outer Part of Endosperm)

ยุครัตนโกสินทร์ - ปัจจุบัน รัชกาลที่ 1-3 การแปรสภาพข้าวเปลือกเป็นข้าวสาร เพื่อใช้บริโภคยังทำด้วยครก ด้วยแรงงานคนเป็นหลัก แต่เมื่อถึงสมัยรัชกาลที่ 4-5 เปิดเสรีในการค้าข้าว เริ่มมีการส่งข้าวออกต่างประเทศเพิ่มมากขึ้นทุกปี ทำให้มีความต้องการแปรสภาพข้าวเปลือกเป็นข้าวสารมากขึ้น การแปรสภาพข้าวจึงเริ่มมีการพัฒนาจากวิธีดั้งเดิมที่ใช้แรงงานคนเปลี่ยนเป็นการนำเครื่องสีข้าวเข้ามาใช้กัน ในสมัยรัชกาลที่ 4 มีการตั้งโรงสีข้าวขนาดใหญ่หลายโรงแต่ส่วนใหญ่ตั้งอยู่ในภาคใต้ โรงสีที่ตั้งขึ้นเป็นแห่งแรกในประเทศไทย คือ โรงสีไฟอเมริกัน สตรีมมิลล์ มิลลิ่ง แอนโก (American Steam Rice Milling & Co.) และบริษัท เจ เอส มาร์กเกอร์ (J.S. Marker Company) ตั้งขึ้นในปี พ.ศ.2436 ในรัชกาลที่ 5 หรือประมาณ 36 ปีต่อมา มีจำนวนโรงสีเล็กขึ้นมากกระจายอยู่ทั่วไปในประเทศเพื่อสีข้าวสำหรับใช้บริโภคในท้องถิ่นของตนเอง ต่อมาได้มีการปรับปรุงพัฒนาเปลี่ยนแปลงเพื่อให้เครื่องสีข้าวมีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้นเป็นระยะๆ จนถึงปี พ.ศ.2539 มีโรงสีข้าวตั้งอยู่ทั่วประเทศ 44,436 โรง มีทั้งโรงสีขนาดใหญ่ สีข้าวได้วันละ 20 ตันขึ้นไป โรงสีขนาดกลางสีข้าวได้วันละ 5-20 ตันและโรงสีขนาดเล็กสีข้าวได้วันละไม่เกิน 5 ตัน เครื่องสีที่ซื้ออยู่ในโรงสีต่างๆ มีทั้งที่นำเข้าจากต่างประเทศและที่ผลิตขึ้นเองภายในประเทศโดยโรงงานของคนไทย (นรากร นาเมืองรักษ์, 2552)

การเกษตร การเพาะปลูก และการเลี้ยงสัตว์

การเกษตร หรือการเกษตรกรรม (Agriculture) หมายถึงการเพาะปลูกพืชต่าง ๆ รวมทั้งการเลี้ยงสัตว์ และการประมง ผู้ที่ทำการเกษตรนั้นเรียกว่า เกษตรกร ส่วนคำว่า กลสิกร นั้นหมายถึงผู้ที่ทำการกลสิกรคือ ผู้ที่ปลูกพืชเพียงอย่างเดียว เช่น ชาวไร่ ชาวนา ชาวสวน การเกษตรจึงเป็นการจัดการกับทรัพยากรธรรมชาติ แรงงาน และทุน โดยอาศัยความรู้และประสบการณ์ เพื่อให้ได้มาซึ่งผลผลิตจากทั้งพืชและสัตว์ เรียกว่า ผลผลิตทางการเกษตร นอกจากนี้ การเกษตร ยังเป็นวิธีการยังชีพอย่างหนึ่งของมนุษย์ เกี่ยวข้องสัมพันธ์กับการปลูกพืช และเลี้ยงสัตว์ การเกษตร เป็นการทำงานเพื่อควบคุมธรรมชาติเพื่อที่จะผลิตพืชและสัตว์ให้ได้ตามความต้องการของมนุษย์ โดยอาศัยการเจริญเติบโตของพืชและสัตว์เป็นพื้นฐาน ควบคุมดำเนินการอย่างมีระบบแบบแผน มีการวางแผนปฏิบัติงานล่วงหน้า คิดคำนวณรายได้-รายจ่ายในการดำเนินการทั้งหมด ในการเกษตร พืช หมายถึง พืชสวน พืชไร่ ป่าไม้ สัตว์ หมายถึง สัตว์บก สัตว์น้ำ ทั้งที่เป็นสัตว์เลี้ยงและสัตว์ป่า ดังนั้น การเกษตรจึงมีขอบเขตครอบคลุมการปลูกพืช การเลี้ยงสัตว์ และการประมง นอกจากนี้ยังรวมถึงการสร้างเสริมบรรยากาศ การอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ ซึ่งในปัจจุบันประเทศไทยเริ่มดำเนินการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างจริงจัง เพราะทรัพยากรธรรมชาติ โดยเฉพาะป่าไม้ถูกทำลายลงอย่างมาก อีกทั้งยังขาดการดูแลบำรุงรักษาป่าไม่อย่างต่อเนื่อง จนเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดน้ำท่วม ฝนแล้ง และไฟไหม้ป่าเป็นประจำทุกปี

การเพาะปลูก การเพาะปลูกพืชที่สำคัญของประเทศไทย ได้แก่ กลุ่มพืชไร่ ได้แก่ ข้าว ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ถั่วเหลือง กลุ่มพืชพลังงานทดแทน ได้แก่ มันสำปะหลัง อ้อยโรงงาน ปาล์มน้ำมัน กลุ่มพืชสวน ได้แก่ ยางพารา กาแฟ สับปะรด ลำไย ทุเรียน มังคุด มันฝรั่ง กัญชง เป็นต้น

การเลี้ยงสัตว์ หรือการปศุสัตว์และประมงที่สำคัญของประเทศไทย ได้แก่ กลุ่มปศุสัตว์และประมง ไก่เนื้อ ไข่ไก่ สุกร โค เนื้อ โคนม กุ้ง ปลาป่น เป็นต้น

การเกษตรมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ตั้งแต่อดีตมาโดยตลอด โดยมนุษย์รู้จักใช้ประโยชน์อย่างหลากหลายจากพืช สัตว์ ในชีวิตประจำวัน โดยใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตปัจจัย 4 คือ อาหาร เครื่องนุ่งห่ม ที่อยู่อาศัยและยารักษาโรค โดยมนุษย์รู้จักเก็บเกี่ยวผลผลิตทางการเกษตร นำไปประกอบอาหารรับประทาน สร้างความเจริญเติบโตแก่ร่างกาย นำส่วนต่างๆ ของพืชเส้นใยไปผลิตสิ่งทอ หรือใช้หนังสัตว์ทำเครื่องนุ่งห่ม ปลูกป่าเพื่อนำไม้ไปเป็นอุปกรณ์การก่อสร้าง สร้างที่พักอาศัย อาคารสถานที่ ทำเฟอร์นิเจอร์ เครื่องใช้ต่างๆ และปลูกพืชสมุนไพร เพื่อนำไปใช้เป็นยารักษาโรค ซึ่งสิ่งเหล่านี้ล้วนมีความจำเป็นต่อการดำรงชีวิตของ

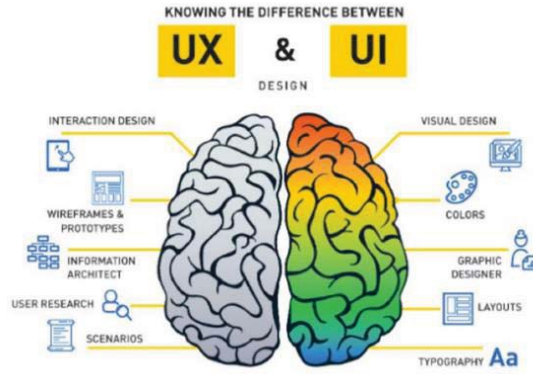
มนุษย์ทั้งสิ้น ประโยชน์ของการเกษตรที่สำคัญ ได้แก่ เป็นอาชีพเสริมอาชีพหลัก คือการทำเกษตรเป็นอาชีพที่เสริมอาชีพอื่นที่ทำงานหลักอยู่แล้ว เช่น เลี้ยงสุกร เลี้ยงไก่ เลี้ยงปลา เป็นอาชีพธุรกิจและบริการทางการเกษตร เช่น จำหน่ายไม้ดอกไม้ประดับ รับผิดชอบหอย่อม จำหน่ายเครื่องมือทางการเกษตร จำหน่ายผลผลิตเกษตร เป็นอาชีพหลัก ได้แก่การทำเกษตรเพื่อเป็นรายได้หลักของครอบครัว เช่นปลูกผัก เลี้ยงไก่ไข่ เลี้ยงกุ้ง ฯลฯ การเกษตรกรรมยังมีบทบาทที่สำคัญ ต่อประเทศในหลายๆ ด้าน ได้แก่ ด้านเศรษฐกิจ ด้านสังคม ด้านการเมืองการปกครอง และด้านความสัมพันธ์ระหว่างประเทศ อีกด้วย

ทฤษฎีการออม การออม (Saving) พจนานุกรม ฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ.2542 ได้ให้ความหมายของคำว่า ออม หมายถึง เก็บหอมรอมริบ เช่น ออมทรัพย์ ออมสิน การออมทรัพย์ จึงหมายถึง การเก็บทรัพย์สินไว้เพื่อใช้ในอนาคต เป็นการเก็บไว้ที่ละเล็กที่ละน้อย ใช้จ่ายอย่างประหยัด การออมเป็นกิจกรรมทางเศรษฐกิจ หมายถึง ส่วนหนึ่งของรายได้ปัจจุบันที่ไม่ได้ใช้จ่ายไปเพื่อการบริโภค หากแต่เก็บไว้โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อการใช้จ่ายต่าง ๆ ในอนาคต หรือการนำเงินออมไปลงทุนเพื่อหาผลประโยชน์ตอบแทน ในทางเศรษฐศาสตร์แบ่งการออมของประเทศออกเป็น การออมภาครัฐและการออมภาคเอกชน โดยที่การออมภาคเอกชนแบ่งออกเป็น การออมภาคธุรกิจและการออมภาคครัวเรือน การออมของประชาชนทั่วไปจัดเป็นการออมภาคครัวเรือน ในทางเศรษฐศาสตร์ (เกษมศรี ปุชนียวงศ์, 2558) ทฤษฎีการออมระบุว่า การออมหมายถึงรายได้สุทธิหลังหักภาษีเป็นส่วนที่เหลือจากการใช้จ่ายหรือการบริโภค (กฤตภาส เลิศสงคราม, 2555) ถ้ารายได้สุทธิอยู่ในเกณฑ์ต่ำ การออมย่อมต่ำไปด้วย และการออมจะเพิ่มสูงขึ้นเมื่อรายได้สูง ดังนั้นการออมย่อมมีความสัมพันธ์กับรายได้สุทธิของบุคคลและการบริโภค (สถาบันวิทยาการตลาดทุน, 2562) การออมเงิน คือ การประหยัดรายได้ที่ไม่ได้ใช้จ่ายหรือไม่ได้นำไปใช้ในการบริโภคหรือรายได้ที่หักค่าใช้จ่ายต่างๆ แล้วมีส่วนคงเหลืออยู่ ซึ่งส่วนของรายได้ที่เหลือนี้แบ่งไว้สำหรับเก็บ การออมเงินเกิดขึ้นได้จากหลายปัจจัย ทั้งในส่วนของเป้าหมายของอนาคต ความต้องการสิ่งต่าง ๆ เช่น การมีรถ การมีบ้าน การมีบัญชีเงินฝากตามจำนวนเป้าหมายที่ต้องการ ไปจนการออมเงินสำหรับการใช้จ่ายยามฉุกเฉิน เช่น การเจ็บป่วย การเกิดอุบัติเหตุ เป็นต้น

Glide Application คือ โปรแกรมช่วยจัดการในด้านการแสดงผลข้อมูลต่างๆ จาก Google Sheet ที่มีให้มาอยู่บนสมาร์ตโฟน สามารถเลือกรูปแบบการแสดงผลได้หลายแบบตามต้องการ โดยข้อมูลใน Google Sheet จะเปลี่ยนเป็นโมบายแอปพลิเคชัน คุณสมบัติของ Glide App คือ เป็นบัญชีที่ผูกกับบัญชี Google Drive ทำให้สามารถใช้ Google Sheet เป็นฐานข้อมูล สามารถใช้งานได้ฟรี ตอบสนองการทำงานของคนที่ใช้งานส่วนใหญ่ได้ และสามารถแชร์แอป ที่สร้างขึ้นกับคนอื่น ๆ ได้ ข้อดีของ Glide App คือ สามารถออกแบบได้ดีทั้งบน iPhone, iPad, Android และแท็บเล็ต การเปลี่ยนแปลงข้อมูลจะมีผลทันทีในแอปพลิเคชัน สามารถซิงค์ข้อมูลแบบเรียลไทม์ แชร์พอร์ทัลเป็นลิงก์ออนไลน์ได้ง่าย การเปลี่ยนแปลงข้อมูลใน Glide App ข้อมูลจะซิงค์กลับไป Google Sheets, Excel หรือฐาน Airtable สามารถเพิ่มคนอื่น ๆ ที่ต้องการทำงานกับแอปพลิเคชันเข้าในทีมได้ ข้อเสียของ Glide App ธีมสำหรับวิดเจ็ต ธีม UI และการวางแนวมีข้อจำกัดทั้งหมด ไม่เหมาะสำหรับการพัฒนาแอประดับไฮเอนด์ที่มีฟังก์ชันหลากหลาย Glide App เวอร์ชันฟรี ขาดคุณสมบัติหลายอย่าง ทำให้ต้องซื้อเวอร์ชันเชิงพาณิชย์ เมื่อเปิด Glide App จะมีอาการกระตุกเล็กน้อย และใช้คุณสมบัติต่าง ๆ การใช้งาน Glide App สร้าง Folder สำหรับเก็บข้อมูลต่างๆ ที่สร้างแอปใน Google Drive สร้าง Google Sheet เพื่อเป็นฐานข้อมูลในการสร้างแอปที่จะสร้างขึ้น เข้าเว็บไซต์ glideapps.com หลังจากนั้น สมัครใช้ Glide App ด้วยบัญชี Gmail จึงเริ่มต้นเข้าใช้งาน Glide App

Google Sheet คือ สเปรดชีตออนไลน์สำหรับสร้างและจัดรูปแบบสเปรดชีตและทำงานร่วมกับคนอื่น ๆ สามารถสร้างและแก้ไขสเปรดชีตร่วมกับทีมพร้อมกันในเบราว์เซอร์ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยแผนภูมิและตัวกรอง จัดการรายการงาน สร้างแผนโครงการ และอื่น ๆ อีกมากมาย โดยระบบจะบันทึกการเปลี่ยนแปลงทั้งหมดโดยอัตโนมัติ

UX/UI Design UX หรือ User Experience คือ การออกแบบที่เข้าใจประสบการณ์ของผู้ใช้งานที่พอใจกับผลิตภัณฑ์ (product) ระบบ (system) หรือการให้บริการ (service) ซึ่งจะต้องคำนึงถึงว่า ผู้ใช้งานต้องการอะไร เป้าหมายของผู้ใช้งานเป็นแบบใด ผู้ใช้งานต้องการจะทำอะไรเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์หรือระบบ สิ่งสำคัญที่ทำให้บริษัท นักออกแบบ หรือผู้สร้างต่างๆ ควรคำนึงถึงมากที่สุดคือการสร้าง UX ให้ได้ดีที่สุด เพราะว่า UX เป็นเครื่องมือที่สามารถวัดความพึงพอใจของผู้ใช้งาน UI หรือ User Interface คือ การออกแบบที่ผู้ใช้งานสามารถใช้งานกับผลิตภัณฑ์หรือระบบได้ จะมุ่งเน้นไปที่เรื่องของหน้าตาการออกแบบ เช่น หน้าจอ แพลตฟอร์ม เมนู รูปแบบต่าง ๆ การวางภาพ ขนาดตัวอักษร ปุ่ม แบนพิมพ์ เสียง หรือแม้แต่แสงไฟ เป็นต้น สิ่งสำคัญสำหรับ UI คือการออกแบบที่ดูสะอาด สวยงาม ดึงดูดใจ เข้าใจง่าย ใช้งานง่าย มีมาตรฐานและเป็นมิตรต่อผู้ใช้งาน นอกจากนี้ยังต้องมีฟังก์ชันที่น่าสนใจ อีกด้วย



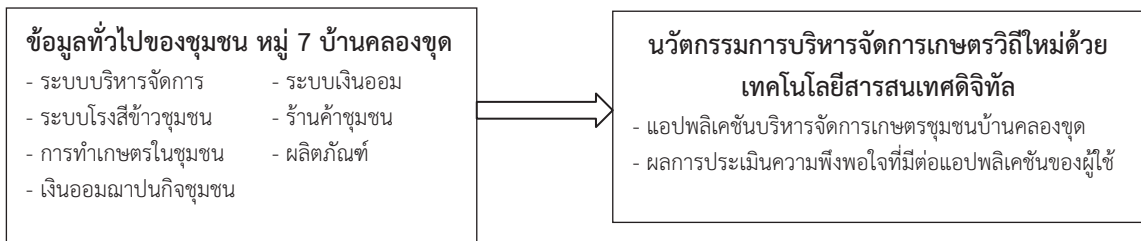
รูปที่ 1 หน้าที่ของ UX/UI

ที่มา : <https://www.springboard.com/blog/design/ux-vs-ui/>

ประจักษ์ ผลเรือง (2545) ได้ศึกษาการพัฒนาารูปแบบการบริหารกองทุนหมู่บ้าน ผลการศึกษาพบว่า กองทุนหมู่บ้านส่วนใหญ่ประสบปัญหาที่มีสภาพความรุนแรงในระดับปานกลาง ปัญหาที่มีความรุนแรงมากที่สุดตามลำดับได้แก่ด้านระบบหมู่บ้าน ด้านสมาชิก ด้านการสนับสนุน และด้านองค์กร การบริหาร ปัจจัยที่มีอิทธิพลทางตรงและทางอ้อมต่อผลสัมฤทธิ์ การบริหารจัดการกองทุนหมู่บ้านมากที่สุด คือ ระบบองค์กรการบริหารจัดการ รองลงมาได้แก่ ระบบสนับสนุน ระบบหมู่บ้าน และระบบสมาชิก ตามลำดับ ตัวแบบยุทธศาสตร์การบริหารจัดการกองทุนหมู่บ้านแบบมุ่งผลสัมฤทธิ์ที่สร้างขึ้น และผ่าน 82 กระบวนการพัฒนาแล้ว สามารถสังเคราะห์หลักนกรอบ และคิดสรรไว้เฉพาะที่สำคัญ 4 ยุทธวิธีคือ (1) การพัฒนาระบบงานกองทุน (2) การพัฒนาองค์กรการบริหารกองทุน (3) การกำหนดทิศทางและยุทธศาสตร์การพัฒนาหมู่บ้าน และ (4) การเสริมสร้างบรรยากาศการบริหารจัดการกองทุน

จรรยาลักษณ์ เกตุปมา (2551) ได้ศึกษาแนวทางการพัฒนารูปแบบการบูรณาการ เครือข่ายกองทุนสวัสดิการชุมชน ผลการศึกษาพบว่า มีการจัดสวัสดิการแก่ครอบครัวคนตายมากที่สุด ประเภทการช่วยเหลือได้แก่ ด้านการเงิน สิ่งของ การให้ความรู้ด้านอาชีพ สุขภาพ แหล่งการช่วยเหลือ ส่วนใหญ่มาจากการรวบรวมจากทุกหลังคาเรือน ผู้รับผิดชอบในการจัดสวัสดิการได้แก่ผู้นำในชุมชน อาสาสมัครสาธารณสุขหมู่บ้าน

กรอบแนวคิดงานวิจัย



รูปที่ 2 กรอบแนวคิดงานวิจัย

2. วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัย นวัตกรรมการบริหารจัดการเกษตรวิถีใหม่ด้วยเทคโนโลยีสารสนเทศดิจิทัล ชุมชนบ้านคลองขุด จ.สมุทรสงคราม มีวิธีดำเนินการวิจัย ดังนี้

ประชากร คือ ประชากร หมู่ 7 บ้านคลองขุด ต.วัดประดู่ อ.อัมพวา จ.สมุทรสงคราม จำนวน 76 ครัวเรือน ชาย 141 คน หญิง 149 คน รวมทั้งสิ้น 290 คน กลุ่มตัวอย่าง ประกอบด้วย ผู้นำชุมชน คณะกรรมการวิสาหกิจชุมชน ข้าราชการ และสมาชิกชุมชนบ้านคลองขุด ที่มีสมาร์โฟน เลือกแบบเจาะจง จำนวน 30 คน ทำการติดตั้ง ทดสอบแอปพลิเคชัน และประเมินความพึงพอใจที่มีต่อแอปพลิเคชันที่สร้างขึ้น ผู้เชี่ยวชาญประเมินประสิทธิภาพของแอปพลิเคชัน 5 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล เป็นแบบสอบถามที่ผ่านการตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญ ทำการสำรวจความคิดเห็นและความต้องการของสมาชิกในชุมชน ด้วยวิธีสัมภาษณ์ผู้นำชุมชน และเกษตรกรที่เป็นสมาชิกในชุมชนบ้านคลองขุด ต้องการพัฒนารูปแบบการบริหารงานชุมชนบ้านคลองขุด ด้วยนวัตกรรมเกษตรวิถีใหม่ นำเอาเทคโนโลยีสารสนเทศดิจิทัล ตามรูปแบบที่ชุมชนต้องการคือ การใช้แอปพลิเคชันบนสมาร์โฟน จะช่วยให้การบริหารจัดการได้รวดเร็วยิ่งขึ้น จึงทำการพัฒนาแอปพลิเคชันบริหารจัดการชุมชนบ้านคลองขุด ประกอบด้วย แอปพลิเคชันโรงสีบ้านคลองขุด แอปพลิเคชันเงินออมฌาปนกิจชุมชนบ้านคลองขุด และแอปพลิเคชันแจ้งเตือน

การทำนา สำหรับเกษตรกรในชุมชนบ้านคลองขุด โดยใช้ Glide app เป็นเครื่องมือในการพัฒนาแอปพลิเคชันบนสมาร์ตโฟน ใช้ Google Sheet เป็นฐานข้อมูล และ Google Drive เป็นเครื่องมือในการจัดเก็บข้อมูล และแอปพลิเคชันที่สร้างขึ้น เนื่องจากเป็นแอปพลิเคชันที่ใช้งานฟรี เหมาะกับชุมชนที่มีสมาชิกในชุมชนไม่มาก และมีผู้นำชุมชนที่สามารถใช้งานและให้คำแนะนำในการใช้แอปพลิเคชันได้อย่างต่อเนื่อง การดำเนินการพัฒนาแอปพลิเคชัน เป็นไปตามกระบวนการของการวิเคราะห์และออกแบบระบบ ทำการสร้างและทดสอบแอปพลิเคชัน โดยผู้นำชุมชน 2 คน ทำการปรับปรุงแก้ไข เพื่อให้สอดคล้องต่อการใช้งานของชุมชนอย่างแท้จริง ก่อนนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินประสิทธิภาพของแอปพลิเคชัน ทำการปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ ก่อนนำไปใช้งาน การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ โดยนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจความคิดเห็นด้วยแบบสอบถามและสัมภาษณ์ ประกอบด้วยการประเมินประสิทธิภาพของระบบ โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน และการประเมินความพึงพอใจที่มีต่อระบบโดย กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน ทำการวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้สถิติ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ขั้นตอนการพัฒนาแอปพลิเคชัน ดำเนินการตามหลักการวิเคราะห์และออกแบบระบบ ดังนี้

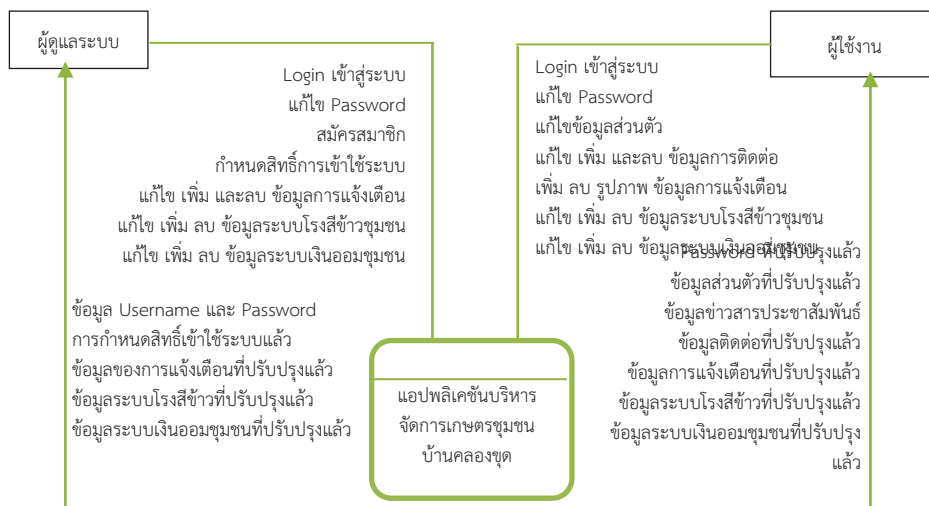


รูปที่ 3 วงจรการพัฒนากระบวน SDLC (Software/System Development Life Cycle)

จากการศึกษาปัญหาและความต้องการของชุมชนบ้านคลองขุด พบว่า ชุมชนบ้านคลองขุดอยู่ระหว่างการพัฒนาชุมชนที่มีระบบการทำเกษตรปลอดสารพิษ ทำนา ปลูกพืช ผลิตปุ๋ย ฯลฯ โดยยึดหลักเศรษฐกิจพอเพียง ในวิถีชุมชน คือ การช่วยเหลือตนเอง และช่วยเหลือกันภายในชุมชน โดยมีผู้ใหญ่บ้าน และคณะกรรมการบริหารชุมชน เป็นผู้นำ เช่น การสร้างโรงสีข้าวชุมชน เพื่อรองรับการทำนาของสมาชิก นำเข้ามาจำหน่ายให้โรงสีชุมชน และขายให้กับร้านค้าชุมชน การจัดให้มีการออมเงินเพื่อการอุปโภคบริโภคของชุมชนรองรับปัญหาการชำระหนี้ให้กับกองทุนหมู่บ้านของสมาชิก เมื่อสมาชิกเสียชีวิต การมีระบบเตือนในการทำนา เช่น การใส่ปุ๋ย รดน้ำ เก็บเกี่ยว ข้อมูลสมาชิกที่มีการแบ่งสายพันธุ์ข้าวในการทำนา ไม่ให้ซ้ำซ้อนกันมากเกินไป เป็นต้น ชุมชนหมู่บ้านคลองขุด ต้องการให้มี แอปพลิเคชันบริหารจัดการหมู่บ้านคลองขุด ที่ประกอบไปด้วย แอปพลิเคชันโรงสีข้าว สำหรับเก็บข้อมูลสมาชิกและผู้ที่มาซื้อข้าวเปลือกมาขาย จัดเก็บข้อมูลรายได้ รายจ่าย ที่เกิดจากการรับซื้อและขายข้าว แอปพลิเคชันออมเงินอุปโภคบริโภค และแอปพลิเคชันแจ้งเตือนการทำนา

การศึกษาค้นคว้า ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ทำการวิเคราะห์ระบบงานเดิม การนำเอาเทคโนโลยีสารสนเทศดิจิทัลมาใช้ ในการพัฒนาแอปพลิเคชันที่เหมาะสม และสอดคล้องกับความต้องการ จึงเลือกใช้โปรแกรมประเภทโอเพนซอร์ส เหมาะสมที่สุด

การออกแบบระบบ (Design)



รูปที่ 4 Context Diagram แอปพลิเคชันบริหารจัดการเกษตรชุมชนบ้านคลองขุด

การพัฒนาแอปพลิเคชัน โดยใช้ Glide App, Google Sheet และ Google Drive เป็นเครื่องมือที่เหมาะสมในการทำงานในชุมชนบ้านคลองซุด เนื่องจากชุมชนมีขนาดเล็ก ข้อมูลไม่เกินข้อกำหนดของ Glide App และเป็น โอเพนซอร์ส สามารถใช้งานได้ฟรี การใช้งานง่าย สอดคล้องกับผู้ดูแล และผู้ใช้งาน

การทดสอบแอปพลิเคชัน โดยให้กลุ่มตัวอย่าง 2 คนซึ่งเป็นผู้ที่จะดูแลระบบเป็นผู้ทดลองใช้งาน แอปพลิเคชันออกแบบให้ใช้งานง่าย ดูแลปรับปรุงง่าย ไม่ซับซ้อน ใช้เอกลักษณ์ของชุมชนในการออกแบบ หลังจากปรับปรุงตามความต้องการของผู้ใช้แล้วนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินประสิทธิภาพของระบบ และปรับปรุงตามคำแนะนำ

นำแอปพลิเคชันที่ผ่านการปรับปรุงแล้ว ไปติดตั้ง และทำการประเมินผลความพึงพอใจที่มีต่อแอปพลิเคชัน โดยกลุ่มตัวอย่างจาก ชุมชนหมู่บ้านคลองซุด ต.วัดประดู่ อ.อัมพวา จ.สมุทรสงคราม จำนวน 30 คน

การพัฒนาระบบ (Implement)



รูปที่ 5 ตัวอย่าง Use Case Diagram ระบบโรงสีข้าว

รูปที่ 6 หน้าจอหลักของแอปพลิเคชันระบบโรงสีข้าว

ประเภท (type)	ราคา (price)	วันที่ (date)	กรอกราคา (enter price)	รูป (photo)
ข้าวหอมมะลิ	45 บาท / กก.	11/2/2023	45	
ข้าวกล้องแดง	53 บาท / กก.	11/2/2023	53	
ข้าวไรซ์เบอร์รี่	55 บาท / กก.	11/2/2023	55	
ข้าว กข 43	45 บาท / กก.	11/2/2023	45	
ข้าวหอมปทุม	40 บาท / กก.	11/2/2023	40	

รูปที่ 7 ตัวอย่างการใช้ Google Sheet เป็นฐานข้อมูลราคาจำหน่ายข้าวแต่ละประเภท

3. ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ผลการวิจัย นวัตกรรมการบริหารจัดการเกษตรวิถีใหม่ด้วยเทคโนโลยีสารสนเทศดิจิทัล ชุมชนบ้านคลองขุด จ.สมุทรสงคราม ตั้งแต่การเก็บรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ระบบ การออกแบบระบบ จนกระทั่งพัฒนาระบบเสร็จสิ้น โดยมีผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามวัตถุประสงค์ของการดำเนินการวิจัย ดังนี้

ผลการพัฒนาการทำเกษตรวิถีใหม่ด้วยเทคโนโลยีสารสนเทศดิจิทัล พบว่า เป็นที่พึงพอใจต่อสมาชิกในชุมชน ทำให้ชุมชนมีแอปพลิเคชันทันสมัยมาช่วยในการบริหารจัดการเกษตรชุมชน การใช้แอปพลิเคชันระบบโรงสีข้าว ช่วยให้การเก็บข้อมูลข้าวสมาชิกที่นำข้าวเปลือกมาขาย การคำนวณ รายได้ รายจ่าย และรายงานในแอปพลิเคชัน ได้อย่างรวดเร็วและถูกต้อง แอปพลิเคชันออมเงินฌาปนกิจกองทุนหมู่บ้าน ช่วยในการบันทึกข้อมูลสมาชิกที่เป็นสมาชิกกองทุนหมู่บ้านและไม่ได้เป็นสมาชิก สามารถออมเงินกับกองทุนเงินออมฌาปนกิจได้ เมื่อสมาชิกเสียชีวิต กองทุนเงินออมฌาปนกิจ จะจ่ายเงินช่วยเหลือทันที 10,000 บาท เพื่อนำไปชำระหนี้เงินกู้กองทุนหมู่บ้าน ทำให้ไม่เป็นภาระต่อครอบครัว ไม่รวมค่าช่วยเหลืองานฌาปนกิจจากกองทุนเงินออมฌาปนกิจ นอกจากนี้ แอปพลิเคชันแจ้งเตือนการทำนา ยังช่วยให้การจัดการสมาชิกทำนาตามสายพันธุ์ข้าว ไม่ซ้ำซ้อน หรือใช้พื้นที่ปลูกข้าวพันธุ์เดียวกันมากเกินไป ทำให้ข้าวล้มความต้องการ การแจ้งเตือนสามารถระบุ วัน เวลา ในการรดน้ำ ใส่ปุ๋ย เก็บเกี่ยว โดยเตือนล่วงหน้าได้ ตามที่ระบุ และยังสามารถประยุกต์ใช้ในการแจ้งเตือน แจ้งข่าวสาร นัดหมายต่าง ๆ จากผู้นำชุมชน ได้อีกด้วย



รูปที่ 9 การติดตั้งแอปพลิเคชันด้วย QR-Code

ผลการสร้างและหาประสิทธิภาพของแอปพลิเคชันระบบบริหารจัดการหมู่บ้านคลองขุด

การสร้างแอปพลิเคชันแอปพลิเคชันระบบบริหารจัดการเกษตรชุมชนบ้านคลองขุด เป็นการสร้างแอปพลิเคชันในการบริหารจัดการหลายระบบให้อยู่ในแอปพลิเคชันเดียวกัน ได้แก่ แอปพลิเคชันระบบโรงสีข้าว แอปพลิเคชันออมเงินมาปณิกกิจกองทุนหมู่บ้าน แอปพลิเคชันแจ้งเตือนการทำงาน ผลการประเมินประสิทธิภาพของแอปพลิเคชันระบบบริหารจัดการเกษตรชุมชนบ้านคลองขุด จ.สมุทรสงคราม โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 คน มีดังนี้

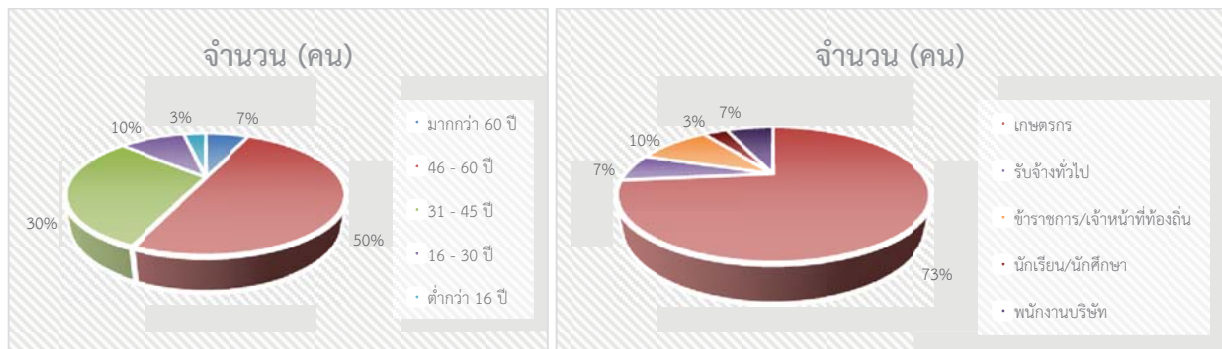
ตารางที่ 1 ผลการประเมินประสิทธิภาพของแอปพลิเคชันระบบบริหารจัดการเกษตรชุมชนบ้านคลองขุด

การประเมินประสิทธิภาพ	\bar{X}	SD	ความหมาย
1. ด้านการใช้งาน			
1.1 ประสิทธิภาพของการทำงานของแอปพลิเคชัน	4.60	0.55	มากที่สุด
1.2 ความพึงพอใจโดยรวมของแอปพลิเคชัน	4.80	0.45	มากที่สุด
1.3 ความพึงพอใจโดยรวมของการจัดเก็บข้อมูลและการบริหารจัดการข้อมูล	4.40	0.55	มาก
1.4 ข้อมูลเป็นปัจจุบันและถูกต้อง	4.80	0.45	มากที่สุด
1.5 ข้อมูลที่นำเสนอครบถ้วนตรงกับความต้องการ	4.60	0.55	มากที่สุด
1.6 ความง่ายในการใช้งานแอปพลิเคชัน	4.80	0.45	มากที่สุด
1.7 มีความสะดวก รวดเร็วในการบริหารจัดการข้อมูล	5.00	0.00	มากที่สุด
เฉลี่ย	4.71	0.29	มากที่สุด
2. ด้านการออกแบบ			
2.1 ตัวอักษรอ่านง่าย ชัดเจน และถูกต้อง	4.60	0.55	มากที่สุด
2.2 ภาพ สี และการออกแบบมีความเหมาะสม	4.20	0.45	มาก
เฉลี่ย	4.50	0.42	มาก
3. ด้านการใช้ประโยชน์			
สามารถใช้ประโยชน์จากแอปพลิเคชันระบบบริหารจัดการเกษตรฯ ได้อย่างคุ้มค่า	5.00	0.00	มากที่สุด
เฉลี่ย	5.00	0.00	มากที่สุด
4. โดยภาพรวมทั้งหมด			
รวมค่าเฉลี่ย	4.70	0.29	มากที่สุด

จากตารางที่ 1 แสดงให้เห็นว่า แอปพลิเคชันระบบบริหารจัดการเกษตรชุมชนบ้านคลองขุด จ.สมุทรสงคราม ทำการประเมินประสิทธิภาพโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน พบว่า ประสิทธิภาพด้านการใช้งานเฉลี่ย 4.71 ด้านการออกแบบเฉลี่ย 4.50 ด้านการใช้ประโยชน์เฉลี่ย 5.50 โดยภาพรวมเฉลี่ย 4.70 ผู้เชี่ยวชาญประเมินประสิทธิภาพของแอปพลิเคชันที่สร้างขึ้น เฉลี่ย 4.70 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เฉลี่ย 0.29 ดังนั้นแอปพลิเคชันที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพในระดับมากที่สุด สามารถนำไปใช้งานได้

ผลการประเมินความพึงพอใจต่อแอปพลิเคชันระบบบริหารจัดการเกษตรชุมชนบ้านคลองขุด จ.สมุทรสงคราม

การประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้แอปพลิเคชัน จำนวน 30 คน แบ่งออกเป็น 2 ตอน ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับผู้ตอบแบบสอบถาม ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงจำนวน 21 คน คิดเป็นร้อยละ 70 รองลงมาเป็นเพศชายจำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 30 จำแนกตามอายุ ส่วนใหญ่อายุ 46 - 60 ปี จำนวน 15 คน คิดเป็นร้อยละ 50 รองลงมาอายุ 31 - 45 ปี จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 30 ผู้ตอบแบบสอบถามน้อยที่สุด อายุต่ำกว่า 16 ปี จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 3.33 จำแนกตามอาชีพ ส่วนใหญ่เป็นเกษตรกร จำนวน 22 คน คิดเป็นร้อยละ 73.33 รองลงมาเป็น ข้าราชการ/เจ้าหน้าที่ท้องถิ่น 3 คน คิดเป็นร้อยละ 10 ผู้ตอบแบบสอบถามน้อยที่สุด คือ นักเรียน/นักศึกษา จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 3.33



รูปที่ 10 แสดงจำนวนผู้ตอบแบบสอบถาม จำนวน 30 คน จำแนกตามอายุ และ จำแนกตามอาชีพ

ตารางที่ 2 ผลการประเมินความพึงพอใจจากผู้ใช้งานที่มีต่อแอปพลิเคชันบริหารจัดการเกษตรชุมชนบ้านคลองชุด

การประเมินความพึงพอใจ	\bar{X}	SD	ความหมาย
1. ความพึงพอใจด้านข้อมูล			
1.1. มีชื่อหน่วยงาน/แหล่งข้อมูล	4.50	0.51	มาก
1.2. ภาษาเข้าใจง่าย กระชับ อธิบายชี้แจงข้อมูลได้ชัดเจน	4.33	0.71	มาก
1.3. ข้อมูลเป็นปัจจุบันและถูกต้อง	4.57	0.50	มากที่สุด
1.4. ข้อมูลที่นำเสนอครบถ้วนตรงกับความต้องการ	4.57	0.50	มากที่สุด
เฉลี่ย	4.49	0.56	มาก
2. ความพึงพอใจด้านการใช้งาน			
2.1. ความรวดเร็วในการเข้าถึงหน้าแอปพลิเคชัน	4.63	0.49	มากที่สุด
2.2. ใช้งานง่ายและสะดวกในการใช้งาน	4.70	0.47	มากที่สุด
เฉลี่ย	4.67	0.48	มากที่สุด
3. ความพึงพอใจด้านรูปแบบ			
3.1. ตัวอักษรอ่านง่าย ชัดเจน และถูกต้อง	4.70	0.47	มากที่สุด
3.2. ภาพ สี และการออกแบบมีความเหมาะสม	4.63	0.48	มากที่สุด
เฉลี่ย	4.67	0.47	มากที่สุด
4. ความพึงพอใจด้านการใช้ประโยชน์			
ท่านได้รับประโยชน์จากการใช้แอปพลิเคชัน	4.57	0.50	มากที่สุด
5. โดยภาพรวมทั้งหมดท่านมีความพึงพอใจในระดับใด			
รวมเฉลี่ย	4.52	0.51	มากที่สุด

จากตารางที่ 2 ผลการประเมินความพึงพอใจจากผู้ใช้งานที่มีต่อแอปพลิเคชันบริหารจัดการเกษตรชุมชนบ้านคลองชุด จ.สมุทรสงคราม จำนวน 30 คน ด้านข้อมูลเฉลี่ย 4.49 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ย 0.56 ด้านการใช้งานเฉลี่ย 4.67 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ย 0.48 ด้านรูปแบบเฉลี่ย 4.67 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ย 0.47 ด้านการใช้ประโยชน์เฉลี่ย 4.57 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.50 และภาพรวมของความพึงพอใจเฉลี่ย 4.47 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.51 โดยรวมแล้วการประเมินความพึงพอใจรวมเฉลี่ย 4.52 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เฉลี่ย 0.51 ความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด แอปพลิเคชันที่สร้างขึ้นสามารถนำไปใช้งานได้

อภิปรายผล การพัฒนาแอปพลิเคชันระบบบริหารจัดการเกษตรชุมชนบ้านคลองชุด จ.สมุทรสงคราม พบว่าแอปพลิเคชันที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพจากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน ผลการประเมินประสิทธิภาพของแอปพลิเคชันเฉลี่ย 4.70 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เฉลี่ย 0.29 อยู่ในระดับดีที่ที่สุด และเมื่อนำไปให้กลุ่มตัวอย่างจากหมู่บ้านคลองชุด หมู่ 7 จำนวน 30 คน ทำการประเมินความพึงพอใจที่มีต่อการใช้งานแอปพลิเคชันระบบบริหารจัดการเกษตรชุมชนบ้านคลองชุด จ.สมุทรสงคราม พบว่าผลการประเมินความพึงพอใจที่มีต่อแอปพลิเคชัน ที่สร้างขึ้นเฉลี่ย 4.52 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ย 0.29 อยู่ในระดับมากที่สุด

ผลจากการตอบแบบสอบถามของผู้เชี่ยวชาญได้แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการออกแบบ ตัวอักษรอ่านง่าย ชัดเจน ถูกต้อง และ ภาพ สี และการออกแบบ มีความเหมาะสมในระดับมาก ด้านการใช้งานแอปพลิเคชันมีประสิทธิภาพ การใช้งาน

ระบบ การจัดเก็บข้อมูล การนำเสนอข้อมูล การใช้งานง่าย ความสะดวก รวดเร็วในการบริหารจัดการข้อมูล มีความเหมาะสมมากที่สุด แอปพลิเคชันที่สร้างขึ้นมีประโยชน์สามารถนำไปใช้งานได้อย่างคุ้มค่า อยู่ในระดับมากที่สุด

ผลการวิจัยในครั้งนี้ ยืนยันได้ว่า การใช้แอปพลิเคชันระบบบริหารจัดการเกษตรชุมชนบ้านคลองขุด จ.สมุทรสงคราม ช่วยให้ชุมชนสามารถบริหารจัดการข้อมูลของชุมชน ช่วยบริหารจัดการผลิตภัณฑ์ชุมชน ช่วยบริหารจัดการโรงสีข้าว ช่วยบริหารจัดการกองทุนเงินออมชุมชน ได้ ผลจากการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานแอปพลิเคชันระบบบริหารจัดการเกษตรชุมชนบ้านคลองขุด จ.สมุทรสงคราม มีความพึงพอใจต่อการใช้อุปกรณ์ระบบบริหารจัดการเกษตรชุมชนบ้านคลองขุด จ.สมุทรสงคราม ในระดับมากที่สุด

4. สรุป

การวิจัยนวัตกรรมการบริหารจัดการเกษตรวิถีใหม่ด้วยเทคโนโลยีสารสนเทศดิจิทัล ชุมชนบ้านคลองขุด จ.สมุทรสงคราม ด้วยการพัฒนาแอปพลิเคชันบริหารจัดการเกษตรชุมชนบ้านคลองขุด เพื่อเป็นการส่งเสริมชุมชนให้มีการพัฒนาอย่างเป็นระบบระเบียบ ทันสมัย สะดวกในการบริหารจัดการ กลุ่มตัวอย่าง ประกอบด้วย คณะกรรมการชุมชน ผู้นำชุมชน ข้าราชการ และสมาชิกชุมชนผู้ใช้ระบบ และมีความรู้ สามารถใช้สมาร์ตโฟน แท็บเล็ต หรือเครื่องคอมพิวเตอร์ได้ วิเคราะห์กลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง เพื่อทำการทดสอบระบบ และประเมินความพึงพอใจที่มีต่อระบบ 30 คน ผู้เชี่ยวชาญประเมินประสิทธิภาพของระบบ 5 คน

การพัฒนาแอปพลิเคชันบริหารจัดการเกษตรชุมชนบ้านคลองขุด เริ่มตั้งแต่การสำรวจข้อมูลของชุมชน ผลิตภัณฑ์ชุมชน ความต้องการของชุมชน ความพร้อมในการดูแลระบบของชุมชน โดยทำการสัมภาษณ์ ผู้นำชุมชน คณะกรรมการของชุมชน และสมาชิกในชุมชน ดำเนินการออกแบบแอปพลิเคชันร่วมกับผู้ใช้งานในชุมชน และได้นำไปให้ตัวแทนชุมชนซึ่งจะทำหน้าที่ดูแลระบบได้ทดลองใช้งาน ให้ข้อคิดเห็นเพื่อทำการปรับปรุงให้เป็นไปตามความต้องการของผู้ใช้งาน เมื่อปรับปรุงแล้วจึงนำมาให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน ทำการประเมินประสิทธิภาพของแอปพลิเคชันที่สร้างขึ้น พบว่า ประสิทธิภาพของแอปพลิเคชันที่สร้างขึ้น เฉลี่ย 4.70 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เฉลี่ย 0.29 แอปพลิเคชันที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพในระดับมากที่สุด สามารถนำไปใช้งานได้ และเมื่อนำไปให้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน ทดลองใช้งาน และทำการประเมินความพึงพอใจที่มีต่อแอปพลิเคชันที่สร้างขึ้น พบว่า มีความพึงพอใจเฉลี่ย 4.52 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เฉลี่ย 0.51 อยู่ในระดับมากที่สุด และมีประสิทธิภาพมากที่สุด ผลการวิจัยสรุปได้ว่า แอปพลิเคชันบริหารจัดการเกษตรชุมชนบ้านคลองขุด จ.สมุทรสงคราม ที่สร้างขึ้น เป็นนวัตกรรมทางการเกษตรแบบใหม่สามารถนำไปใช้ในการบริหารจัดการตามวัตถุประสงค์ได้

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ ผู้เชี่ยวชาญ ผู้นำชุมชน กลุ่มตัวอย่าง จาก หมู่ 7 บ้านคลองขุด ต.วัดประดู่ อ.อัมพวา จ.สมุทรสงคราม และ คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่อนุเมตตงบประมาณเงินรายได้ 2565 เพนทุนในการทำวิจัยครั้งนี้

6. เอกสารอ้างอิง

กฤตภาส เลิศสงคราม และ อ้อทิพย์ ราชภูริเนียม. 2555. พฤติกรรมการออมและปัจจัยที่มีผลต่อการออมของพนักงานบริษัท พัฒนาอสังหาริมทรัพย์. วิทยานิพนธ์. กรุงเทพฯ. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

เกษมศรี ปุชนิย์วงศ์. 2558. การตระหนักรู้และพฤติกรรมการออมเพื่อเตรียมตัวเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุของกลุ่มบุคคลช่วงอายุระหว่าง 25-35 ปี. การค้นคว้าอิสระ. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

จรรยาลักษณ์ เกตุปมา. 2551. แนวทางการพัฒนารูปแบบการบูรณาการเครือข่ายกองทุนสวัสดิการ. ชุมชน. ปริญญารัฐประศาสนศาสตร์มหาบัณฑิต. ขอนแก่น : มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ถนอม ตะนา. 2527. กิจการโรงสีข้าวในที่ราบภาคกลางของประเทศไทย พ.ศ.2401-2481. วิทยานิพนธ์อักษรศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาประวัติศาสตร์เอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ภาควิชาประวัติศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย. มหาวิทยาลัยศิลปากร.

นรากร นาเมืองรักษ์. 2552. กิจการการจัดการธุรกิจโรงสีข้าวในเขตอำเภอเมือง จังหวัดร้อยเอ็ด. วิทยานิพนธ์ธุรกิจมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

ประจักษ์ ผลเรือง. 2546. การพัฒนารูปแบบการบริหารจัดการกองทุนหมู่บ้าน. การศึกษาค้นคว้าอิสระ ร.ม. ขอนแก่น : มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สถาบันวิทยาการตลาดทุน. 2562. การออมเพื่อประชากรวัยเริ่มทำงาน. สืบค้นเมื่อ 20 สิงหาคม 2565. จาก

<https://www.cma.in.th>

<https://www.springboard.com/blog/design/ux-vs-ui/>

<https://watpradoo.go.th/public/list/data/index/menu/1144>

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ไอศกรีมมังสวิรัติจากนมถั่วเหลือง

Development of Vegan Ice Cream Products from Soy Milk

ณรัชชอร์ ช่างสี¹ พรรณดาว เอี่ยมสำอาง¹ พิมพ์มาดา สุขประเสริฐ¹ ม่านฟ้า สินเจริญ¹
วารีย์ กาลศิริศิลป์¹ และพลอยไพลิน พร้าโน็ต^{1,*}

Naraschaorn Changsee¹, Phandao lamsamang¹, Pimmada Sukprarroeth¹,
Manfha Sincharoen¹, Waree Kalsirisilp¹ and Ploypilin Pranote^{1,*}

¹โรงเรียนสาธิตนวัตกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี อ.ธัญบุรี จ.ปทุมธานี 12110

¹Innovation Demonstration School Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Thanyaburi, Pathumthani 12110, THAILAND

*E-mail : waree_k@mutt.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาหาอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมของไอศกรีมจากนมถั่วเหลือง และศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อไอศกรีมนมถั่วเหลืองทั้ง 4 สูตร โดยอัตราส่วนระหว่าง นมถั่วเหลือง ไขมันพืช เต้าหู้อ่อน และ น้ำตาลทราย ที่ศึกษาได้แก่ สูตรที่ 1 อัตราส่วน 1:1:1:0.75 โดยน้ำหนัก สูตรที่ 2 อัตราส่วน 2:1:1:0.75 โดยน้ำหนัก สูตรที่ 3 ศึกษาที่อัตราส่วน 3:1:1:0.75 และสูตรที่ 4 ศึกษาที่อัตราส่วน 4:1:1:0.75 ค่าซีพีผลในการศึกษาได้แก่ อัตราการละลายของไอศกรีม การขึ้นฟูของไอศกรีม ลักษณะปรากฏของไอศกรีมจากถั่วเหลือง สี กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัสของไอศกรีม ผลการศึกษาพบว่า อัตราส่วนที่เหมาะสมของไอศกรีมจากโปรตีนถั่วเหลืองได้แก่ 3:1:1:0.75 มีค่าเปอร์เซ็นต์การขึ้นฟูที่ 6.68 เปอร์เซ็นต์ อัตราการละลายที่ 52 กรัมต่อชั่วโมง ในขณะที่ไอศกรีมสูตรที่ 1 2 และ 4 มีค่าเปอร์เซ็นต์การขึ้นฟูที่ 8.86 8.96 และ 2.93 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ค่าอัตราการละลายของไอศกรีมสูตรที่ 1 2 และ 4 เท่ากับ 75 77 และ 62 กรัมต่อชั่วโมงตามลำดับ ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของไอศกรีมทั้ง 4 สูตร พบว่า ความชอบโดยรวมของไอศกรีมสูตรที่ 3 มีคะแนนความชอบโดยรวมสูงสุดในขณะที่ผลการประเมินด้าน สี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และ ลักษณะปรากฏ ไอศกรีมสูตรที่ 3 มีคะแนนความชอบมากกว่าไอศกรีมสูตรที่ 1, 2 และสูตรที่ 4

คำสำคัญ: ไอศกรีม มังสวิรัต นมถั่วเหลือง

Abstract

The purpose of this research was to investigate the optimum mixing ratio of soy milk ice cream and to study the satisfaction toward soy milk ice cream of all 4 formulations. The ratio between soy milk, vegetable fat, soft tofu and sugar studied were varied into 4 formulas. The first was 1:1:1:0.75 by weight, the second formula was studied at the ratio of 2:1:1:0.75, the third formula was studied at the ratio of 3:1:1:0.75 and the fourth formula was 4:1:1:0.75, respectively. Indicators of this studies were ice cream melting rate, percentage of overrun of ice cream, appearance of soy ice cream, color, odor, taste and texture of ice cream. The study found that the optimum ratio of soy protein ice cream was 3:1:1:0.75. The overrun percentage was 6.68% and the melting rate was 52 g/hr. While the ice cream formula 1, 2 and 4 had overrun percentage of 8.86 8.96 and 2.93% respectively. The melting rate of ice cream formula 1, 2 and 4 were 75, 77 and 62 g/hr, respectively. Sensory test results of all 4 ice cream formulas revealed that the overall accepting of ice cream formula 3 had the highest score. While the results of color, odor, taste, texture and appearance, ice cream formula 3 had more favorable scores than ice cream formula 1 2 and formula 4.

Keywords: Ice cream, Vegan, Soy milk

1. บทนำ

อาหารเพื่อสุขภาพ คือ การรับประทานอาหารให้ถูกหลักโภชนาการโดยรับประทานอาหารครบ 5 หมู่ และเพียงพอกับความต้องการของร่างกาย ไม่จำเป็นต้องเป็นอาหารเสริมสุขภาพจากต่างประเทศ ที่มีราคาแพงมาก ๆ แต่จะเป็นอาหารที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพทั้งในด้านป้องกันโรค บำบัดอาการ และด้านรักษาทำให้สุขภาพร่างกายแข็งแรง อาหารที่ดีต่อสุขภาพ ไม่ได้อยู่ที่รสชาติ กลิ่น หรือ สีสีน แต่จะเป็นอาหารที่สมดุล มีความพอดี มีสารอาหารที่สำคัญครบถ้วน ทั้งโปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน วิตามิน เกลือแร่ รวมทั้งสารอาหารอื่นๆ เช่น โยอาหาร และมีไขมันอิ่มตัวหลายชนิด มีโปรตีนที่ย่อยสลายง่าย มีวิตามิน และเกลือ

แร่ที่หลากหลาย และอาจมีสารต้านอนุมูลอิสระด้วย เพื่อปรับสภาวะในร่างกายให้สมดุล อันได้แก่ อาหารมังสวิรัต และอาหารเจ รวมทั้งอาหารชีวจิต และแมคโครไบโอติกส์ (รชตพรรณ ยงพาณิชย์, 2544) มังสวิรัต สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่มใหญ่ ได้แก่ 1. มังสวิรัต ที่ดื่มนมและกินไข่ (Lacto -ovo-vegetarian) 2. มังสวิรัต ที่ดื่มนม (Lacto vegetarian) 3. มังสวิรัต บริสุทธิ์ (Pure vegetarian) ซึ่งจะกินอาหารจากพืชอย่างเดียว ไม่กินอาหารที่มีเนื้อสัตว์ ไข่ นม เป็นส่วนประกอบเลย

ไอศกรีม นับเป็นอาหารหวานที่เป็นที่นิยมไปทั่วโลก โดยเฉพาะประเทศที่อยู่ในเขตร้อน เช่นประเทศไทย เนื่องจากรสชาติหอมหวาน และความเย็นช่วยดับกระหายคลายร้อนได้ ดังนั้น ไอศกรีมจึงเป็นที่นิยมอย่างแพร่หลายในประเทศ ไม่ว่าจะเด็กหรือผู้ใหญ่ ก็นิยมชมชอบในการรับประทานไอศกรีม เพื่อดับร้อนทั้งนั้น อย่างไรก็ตามปริมาณการบริโภคไอศกรีมของคนไทย เมื่อเทียบกับต่างประเทศ เช่น ประเทศมาเลเซีย พบว่า ยังต่ำกว่ามาก ดังนั้นการขยายตลาดในประเทศจึงเปิดกว้างสำหรับอาหารหวานประเภทไอศกรีม โดยทั่วไป ไอศกรีมมีส่วนประกอบหลักได้แก่ นม ไขมันนม สารให้ความหวาน หรือน้ำตาล ซึ่งนมเป็นผลิตภัณฑ์ ที่ได้จากสัตว์ ทำให้ผู้บริโภคที่เป็นมังสวิรัตประเภทบริสุทธิ์ หรือผู้บริโภคที่แพ้นมวัว ไม่สามารถรับประทานได้ นอกจากนี้ น้ำตาลแลคโทสที่พบในนมจากสัตว์ มีผลทำให้ไอศกรีมที่ผลิตได้ มีลักษณะรสชาติและเนื้อสัมผัส แตกต่างกันไป โดยถ้ามีปริมาณน้ำตาลแลคโทสมาก จะทำให้ไอศกรีมมีลักษณะเนื้อสัมผัสที่หยาบคล้ายเม็ดทราย (sandiness) ลักษณะดังกล่าวเกิดจากผลึกของน้ำตาลแลคโทสในไอศกรีม ซึ่งถือเป็นลักษณะเนื้อสัมผัสที่ทำให้คุณภาพของไอศกรีมด้อยลง ไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค นอกจากนี้ น้ำตาลแลคโทสยังก่อให้เกิดปัญหาในระบบการย่อยของผู้บริโภคที่ขาดเอนไซม์แลคเตส ซึ่งทำให้เกิดอาการแพ้ที่เรียกว่า Lactose intolerance ได้แก่ อาการเวียนศีรษะ ท้องอืด แน่นท้อง เสียดท้อง (สภากาชาดไทย, 2562) ซึ่งเป็นผลทำให้ผู้บริโภคกลุ่มนี้ปฏิเสธการดื่มนม และรวมทั้งไอศกรีมที่มีส่วนประกอบของนมจากเนื้อสัตว์

ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณค่าทางอาหารสูงจากพืช เช่น พืชตระกูลถั่ว เป็นการใช้น้ำมันถั่วเหลืองมาทดแทนผลิตภัณฑ์นมจากสัตว์ จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่ง ซึ่งนอกจากจะช่วยลดต้นทุนการผลิตลง ยังให้สารอาหารประเภทโปรตีนในระดับที่สูงกว่า จึงนับเป็นหนทางที่เหมาะสม และทำให้กลุ่มผู้บริโภคที่เป็นมังสวิรัต สามารถรับประทานไอศกรีมได้ ซึ่งจะเป็นการขยายตลาดของผู้บริโภคไอศกรีมในประเทศไทยได้มากขึ้น ไอโซฟลาโวนส์ เป็นสารอีกกลุ่มหนึ่งที่มีประโยชน์ ที่พบมากในถั่วเหลือง ประมาณ 1-4 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้งของถั่วเหลือง ประกอบด้วยไดเซอิน (Daidzein) จินิสเติน (Genistein) และ ไกลซินิน (Glycinin) ซึ่งสารเหล่านี้มีส่วนช่วยในเรื่องโรคกระดูกพรุน ในหญิงวัยหมดประจำเดือน และโรคมะเร็งเต้านม (Joseph, 2001) และช่วยควบคุมน้ำหนักตัว ทำให้มีสุขภาพแข็งแรงดี นอกจากนี้ ถั่วเหลืองยังจัดเป็นธัญพืชที่มีโปรตีนที่ร่างกายสามารถดูดซึมไปใช้ประโยชน์ได้มากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ และยังมีกรดไขมันไม่อิ่มตัว (Unsaturated Fatty Acid) ซึ่งไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ คือ กรดไลโนเลอิก และพอสโพลีเลอิด และที่สำคัญถั่วเหลืองมีเลซิทิน (Lecithin) ที่ช่วยลดระดับคอเลสเตอรอล ในเลือดได้ (ชินกฤต, 2563) จากการทดลองใช้น้ำมันถั่วเหลืองทดแทนไขมันในปริมาณ 10, 15, 20 และ 30 กรัม น้ำมันถั่วเหลืองต่อกรัมส่วนผสมพบว่า พบว่าการขึ้นฟูและความหนืดของไอศกรีมจะเพิ่มขึ้นตามปริมาณน้ำมันถั่วเหลืองที่เพิ่มขึ้นในขณะที่อัตราการละลายจะลดลงเมื่อเพิ่มปริมาณน้ำมันถั่วเหลือง ผลการประเมินทางประสาทสัมผัสพบว่าไอศกรีมน้ำมันถั่วเหลืองที่ระดับ 15% มีคะแนนความชอบโดยรวมมากที่สุดจากการทดสอบองค์ประกอบทางเคมีพบว่าไอศกรีมน้ำมันถั่วเหลืองสูตร 15% มี ปริมาณโปรตีน ไขมัน ความชื้น ถ้า คาร์โบไฮเดรตและพลังงานเท่ากับ 3.88, 5.01, 0.81, 69.9, 20.4% และ 142.27 กิโลแคลอรี/กรัมตามลำดับซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับไอศกรีมนมสดสูตรมาตรฐาน (จิรนาถ, 2548) วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้มีแนวคิดผลิตไอศกรีมที่ทำจากนมถั่วเหลือง โดยศึกษาหาสูตรไอศกรีมที่เหมาะสม มีลักษณะและคุณภาพใกล้เคียงกับไอศกรีมที่มีจำหน่ายทั่วไปตามท้องตลาด ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่ออุตสาหกรรมการผลิตไอศกรีมในระดับประเทศต่อไป



รูปที่ 1 ไอศกรีมชาเขียวอัญพิช



รูปที่ 2 ไอศกรีมจากน้ำเต้าหู้ผสมงาดำ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อศึกษาอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมในการทำไอศกรีมจากนมถั่วเหลือง
2. เพื่อศึกษาค่าคงตัวต่อการละลายและค่าการขึ้นโฟมของไอศกรีมจากนมถั่วเหลือง
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อไอศกรีมจากนมถั่วเหลือง จำนวน 4 สูตร

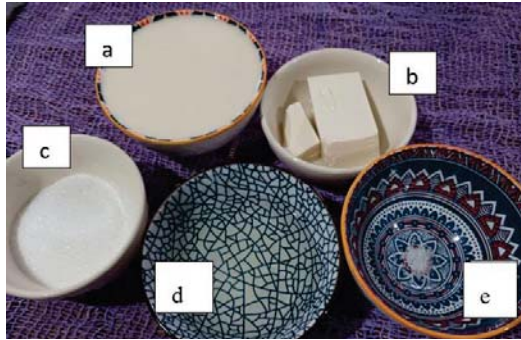
2. วิธีดำเนินการวิจัย

การเตรียมไอศกรีม สูตรนมถั่วเหลือง สูตรที่ 1 อัตราส่วนผสมระหว่างนมถั่วเหลือง ไขมันพืช เต้าหู้อ่อน และ น้ำตาลทราย ที่ศึกษาได้แก่ สูตรที่ 1 อัตราส่วน 1:1:1:0.75 โดยน้ำหนัก ส่วนผสม ประกอบด้วย นมถั่วเหลืองรสหวาน 100 กรัม ไขมันพืช 100 กรัม เต้าหู้ขาวชนิดนุ่ม 100 กรัม น้ำตาลทรายแดง 75 กรัม สูตรที่ 2 อัตราส่วน 2:1:1:0.75 โดยน้ำหนัก ส่วนผสม ประกอบด้วย นมถั่วเหลืองรสหวาน 200 กรัม ไขมันพืช 100 กรัม เต้าหู้ขาวชนิดนุ่ม 100 กรัม น้ำตาลทรายแดง 75 กรัม การเตรียมไอศกรีมสูตรที่ 3 อัตราส่วน 3:1:1:0.75 โดยน้ำหนัก ส่วนผสม ประกอบด้วย นมถั่วเหลืองรสหวาน 300 กรัม ไขมันพืช 100 กรัม เต้าหู้ขาวชนิดนุ่ม 100 กรัม น้ำตาลทรายแดง 75 กรัม การเตรียมไอศกรีมสูตรที่ 4 อัตราส่วน 4:1:1:0.75 โดยน้ำหนัก ส่วนผสม ประกอบด้วย นมถั่วเหลืองรสหวาน 400 กรัม ไขมันพืช 100 กรัม เต้าหู้ขาวชนิดนุ่ม 100 กรัม น้ำตาลทรายแดง 75 กรัม โดยมีขั้นตอนการทำไอศกรีมจากนมถั่วเหลืองดังนี้

1. ใส่ นมถั่วเหลือง ไขมันพืช เต้าหู้ขาวชนิดนุ่ม น้ำตาลทรายขาว และเกลือสมุทร ผสมรวมกันปริมาณน้ำหนักของส่วนผสมตามสูตรที่ 1 นำมาปั่นให้ส่วนผสมละลายกลายเป็นเนื้อเดียวกันนาน 5 นาที นำมาพาสเจอร์ไรส์ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที
2. นำส่วนผสมไปต้มที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง
3. นำตัวอย่างผสมพร้อมทำไอศกรีม ที่ผ่านการบ่มที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง มาบรรจุใส่กล่องพลาสติก ที่ซั้งและทราบน้ำหนักแน่นอนแล้ว ชั่งน้ำหนักของส่วนผสมพร้อมทำไอศกรีม จากนั้นนำไปปั่นด้วยเครื่องปั่น

ไอศกรีมนาน 15 นาที หลังจากนั้น ตักไอศกรีม ที่ผ่านการปั่นแล้วบรรจุลงในกล่องพลาสติกเดิม ซึ่งน้ำหนักของไอศกรีมที่ได้และคำนวณหาค่าการขึ้นโฟมของไอศกรีม

4. ตักไอศกรีมด้วยช้อนตักไอศกรีมให้ได้ลักษณะทรงกลม (ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3.5 เซนติเมตร และน้ำหนักประมาณ 50 กรัม) ซึ่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่ง 2 ตำแหน่ง บันทึกเป็นน้ำหนักไอศกรีมเริ่มต้น จากนั้นวางก้อนไอศกรีมบนตะแกรงสแตนเลส ที่มีรูตะแกรงขนาด 42 รูต่อตารางเซนติเมตร ที่อุณหภูมิห้อง 25 องศาเซลเซียส ซึ่งน้ำหนักไอศกรีมส่วนที่ละลายทุกๆ 10 นาที และนำน้ำหนักที่ได้ไปคำนวณหาร้อยละการละลาย
5. ทำซ้ำตามข้อ 1 ถึง 4 เปลี่ยนสูตรผสมไอศกรีมเป็น สูตรที่ 2 ถึง 4 ตามลำดับ



รูปที่ 3 ส่วนประกอบไอศกรีมจากนมถั่วเหลือง a)นมถั่วเหลืองรสหวาน b) เต้าหู้อ่อน c) น้ำตาลทรายขาว d) ไขมันพืช e) เกลือ



รูปที่ 4 การเตรียมไอศกรีม สูตรนมถั่วเหลือง 1) ปั่นส่วนผสมทั้งหมดเข้าด้วยกัน 2) พาสเจอร์ไรส์ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส 3) เทส่วนผสมลงในภาชนะที่จัดเตรียม 4) ตีส่วนผสมเข้าด้วยกัน 5) เทไอศกรีมลงภาชนะสำหรับบรรจุ 6) นำไอศกรีมไปแช่ตู้เย็น

ตอนที่ 1 ศึกษาหาอัตราส่วนผสมสูตรไอศกรีมที่เหมาะสม

วัดค่าการคงตัวต่อการละลาย หรือ อัตราการละลายของไอศกรีม ดัดแปลงจากวิธีการของ Koxholt et al. (2001) ตักไอศกรีมด้วยช้อนตักไอศกรีมให้ได้ลักษณะทรงกลม (ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3.5 เซนติเมตร และน้ำหนักประมาณ 50 กรัม) ซึ่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่ง 2 ตำแหน่ง บันทึกเป็นน้ำหนักไอศกรีมเริ่มต้น จากนั้นวางก้อนไอศกรีมบนตะแกรงสแตนเลส ที่มีรูตะแกรงขนาด 42 รูต่อตารางเซนติเมตร ที่อุณหภูมิห้อง 25 องศาเซลเซียส ซึ่งน้ำหนักไอศกรีมส่วนที่ละลายทุกๆ 10 นาที และน้ำหนักที่ได้ไปคำนวณหาร้อยละการละลายดังสมการ

$$M (\%) = \frac{s}{b} \times 100 \quad (1)$$

เมื่อ

M = ร้อยละการละลาย (เปอร์เซ็นต์)

s = น้ำหนักไอศกรีมส่วนที่ละลาย (กรัม)

b = น้ำหนักไอศกรีมเริ่มต้น (กรัม)

การวัดอัตราการขึ้นโฟมของไอศกรีม (%Overrun) หลังผ่านกระบวนการผลิตไอศกรีม ตามวิธีการของ Marshal and Arbuckle (1996) นำตัวอย่างผสมพร้อมทำไอศกรีม ที่ผ่านการบ่มที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง มาบรรจุใส่กล่องพลาสติก ที่ซึ่งและทราบน้ำหนักแน่นอนแล้ว ซึ่งน้ำหนักของส่วนผสมพร้อมทำไอศกรีม จากนั้นนำไปปั่นด้วยเครื่องปั่นไอศกรีมนาน 15 นาที หลังจากนั้น ตักไอศกรีม ที่ผ่านการปั่นแล้วบรรจุลงในกล่องพลาสติกเดิม ซึ่งหาน้ำหนักของไอศกรีมที่ได้และคำนวณหาการขึ้นโฟมของไอศกรีมจากสมการข้างล่างนี้

$$O (\%) = \frac{Ms - Ic}{Ic} \times 100 \quad (2)$$

เมื่อ

O = ร้อยละอัตราการขึ้นโฟม

Ms = น้ำหนักของส่วนผสมพร้อมทำไอศกรีม (กรัม)

Ic = น้ำหนักของไอศกรีม (กรัม)

ตอนที่ 2 ศึกษาความพึงพอใจของผู้ทดสอบชิมที่มีต่อไอศกรีมทั้ง 4 สูตร

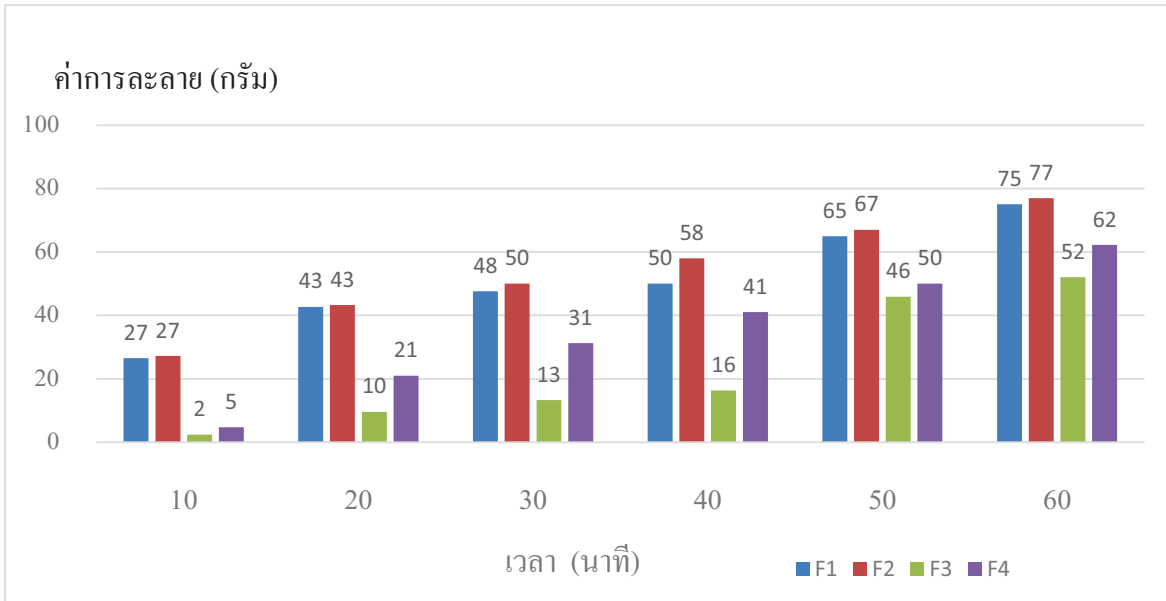
1. กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนในโรงเรียนสาธิตนวัตกรรมเทคโนโลยีราชชมงคลธัญบุรี จำนวน 30 คน
2. ผู้ทดสอบชิมไอศกรีมแต่ละสูตร ประเมินความ พึงพอใจ โดยที่ไม่บอกว่าไอศกรีมที่ชิมแต่ละสูตร เป็นไอศกรีมสูตรใด และให้ผู้ทดสอบชิมจับน้ำก่อนชิมไอศกรีมสูตรถัดไป
3. ผู้ทดสอบชิมทำแบบประเมินความพึงพอใจในด้านต่างๆ ได้แก่ ลักษณะที่ปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมของไอศกรีมทั้งหมดทุกสูตร ระดับความพึงพอใจมีอยู่ระดับ 1-5 เรียงจากพึงพอใจน้อยที่สุดไปมากที่สุด ข้อมูลเกี่ยวกับความพึงพอใจของไอศกรีมทั้ง 4 สูตรนำมา วิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าเฉลี่ย (Mean) โดยกำหนดเกณฑ์ในการแปลความหมาย ของค่าเฉลี่ย

3. ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

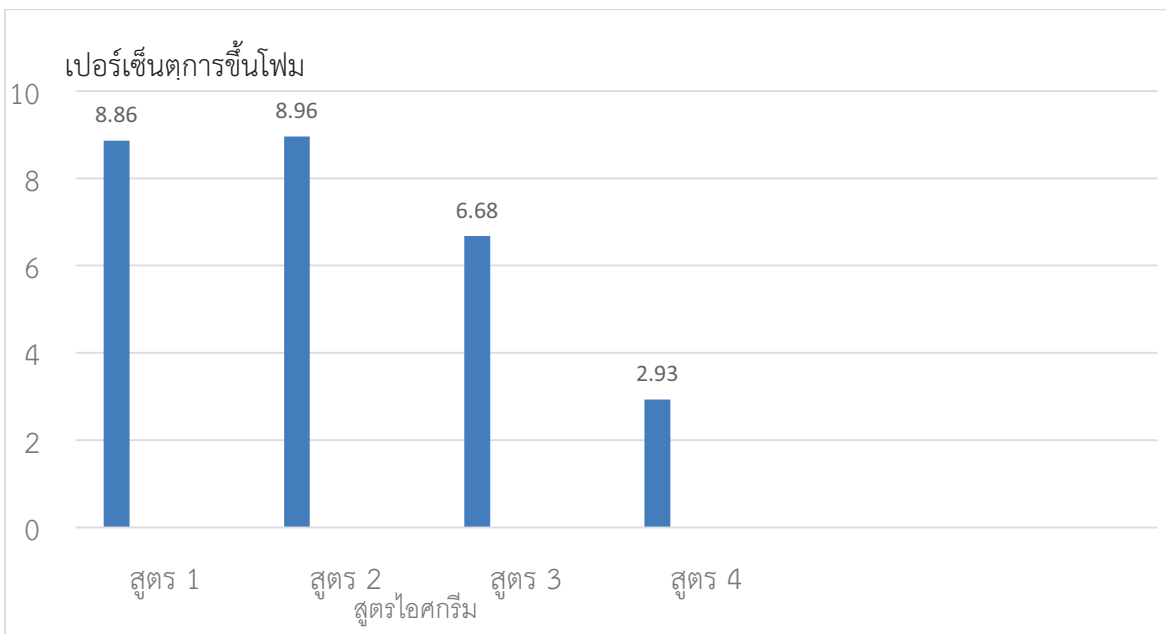
ผลการศึกษาหาอัตราการละลายและค่าการขึ้นโฟมของไอศกรีมถั่วเหลืองที่อัตราส่วนต่างๆ

กราฟแสดงอัตราการละลายของไอศกรีมทั้ง 4 สูตร แสดงในรูปที่ 5 พบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณนมถั่วเหลืองทำให้อัตราการละลายของไอศกรีมลดลง เนื่องมาจากในนมถั่วเหลืองมีเส้นใย และ oligosaccharide ซึ่งสามารถจับตัวกับน้ำ ได้ดี ดังนั้น จึงทำให้อัตราการละลายของไอศกรีมลดลง การที่ไอศกรีมถั่วเหลืองละลายได้ยากที่อุณหภูมิห้อง จึงเหมาะสำหรับทำไอศกรีมโคนหรือแท่งสำหรับเด็ก เพราะจะได้มีเวลารับประทานที่ยาวนานขึ้น จากกราฟจะเห็นได้ว่าที่เวลา 10 นาทีแรก สูตรไอศกรีมนมถั่วเหลืองสูตรที่ 1 อัตราส่วน 1:1:1:0.75 สูตรที่ 2 อัตราส่วน 2:1:1:0.75 ไอศกรีมสูตรที่ 3 อัตราส่วน 3:1:1:0.75 และไอศกรีมสูตรที่ 4 อัตราส่วน 4:1:1:0.75 โดยน้ำหนัก มีค่าการละลายที่ 27, 27, 2 และ 5 กรัมตามลำดับ ที่เวลา 30 นาที สูตรไอศกรีมนมถั่วเหลือง สูตรที่ 1 อัตราส่วน 1:1:1:0.75 สูตรที่ 2 อัตราส่วน 2:1:1:0.75 ไอศกรีมสูตรที่ 3 อัตราส่วน 3:1:1:0.75 และไอศกรีมสูตรที่ 4 อัตราส่วน 4:1:1:0.75 โดยน้ำหนัก มีค่าการละลายที่ 48, 50, 13 และ 31 กรัมตามลำดับ ที่เวลา 40 นาที สูตรที่ 1 อัตราส่วน 1:1:1:0.75 สูตรที่ 2 อัตราส่วน 2:1:1:0.75 ไอศกรีมสูตรที่ 3 อัตราส่วน 3:1:1:0.75 และไอศกรีมสูตรที่ 4 อัตราส่วน 4:1:1:0.75 โดยน้ำหนัก มีค่าการละลายที่ 50, 58, 16 และ 41 กรัมตามลำดับ ที่เวลา 60 นาที มีค่าการละลายที่ 75, 77, 52 และ 62 กรัมตามลำดับ ผลการทดสอบการขึ้นโฟมของไอศกรีมทั้ง

4 สูตร พบว่า ไอศกรีมสูตรที่ 1 สูตรที่ 2 สูตรที่ 3 และไอศกรีมสูตรที่ 4 มีค่าการขึ้นโฟมเท่ากับ 8.86, 8.96, 6.68 และ 2.93 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (รูปที่ 6) รูปที่ 7 แสดงภาพไอศกรีมที่ได้จากสูตรผสมที่ 1 ถึง 4 ตามลำดับ



รูปที่ 5 อัตราการละลายของไอศกรีมนมถั่วเหลืองที่อัตราส่วนผสมแตกต่างกัน



รูปที่ 6 การขึ้นโฟมของไอศกรีมนมถั่วเหลืองที่อัตราส่วนผสมแตกต่างกัน



รูปที่ 7 ไอศกรีมจากนมถั่วเหลือง a) สูตรที่ 1 b) สูตรที่ 2 c) สูตรที่ 3 d) สูตรที่ 4

การยอมรับทางประสาทสัมผัส

ผลความพึงพอใจที่มีต่อไอศกรีมแต่ละสูตร การศึกษาพบว่า ด้านลักษณะปรากฏ ไอศกรีมสูตรที่ 1 2 และ 4 มีคะแนนความพึงพอใจใกล้เคียงกัน แต่ไอศกรีมสูตรที่ 3 จะมีลักษณะปรากฏที่โดดเด่นกว่า ความพึงพอใจด้านสี กลิ่น และรสชาติของไอศกรีมถั่วเหลือง สูตร 1 2 และ 4 ได้รับการยอมรับทางด้านสี กลิ่น และรสชาติ ไม่แตกต่างกัน ในขณะที่ไอศกรีมสูตรที่ 3 จะได้รับการยอมรับที่มากกว่าอย่างมีนัยสำคัญ ถึงแม้การเติมนมถั่วเหลืองลงในไอศกรีม จะทำให้รสชาติแตกต่างกันกับไอศกรีมที่ไม่ได้ใส่นมถั่วเหลือง แต่ผู้บริโภคชาวไทยนั้น เคยชินกับอาหารที่ใช้ถั่วเหลืองเป็นส่วนประกอบ เช่น เต้าหู้ น้ำเต้าหู้ และนมถั่วเหลือง ทำให้ไอศกรีมจากถั่วเหลืองยังเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคชาวไทย ส่วนการยอมรับทางด้านเนื้อสัมผัส พบว่า มีคะแนนการยอมรับของสูตร 1 2 และ 4 ไม่แตกต่างกันมากนัก ในขณะที่ไอศกรีมสูตรที่ 3 จะได้รับการยอมรับที่มากกว่าอย่างมีนัยสำคัญ ด้านความชอบโดยรวม พบว่าไอศกรีมสูตรที่ 3 จะได้คะแนนการประเมินสูงที่สุด รายละเอียดแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ทดสอบชิมที่มีต่อไอศกรีมถั่วเหลือง ทั้ง 4 สูตร

สูตรไอศกรีมจากถั่วเหลือง	ความพึงพอใจโดยรวม					
	ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบโดยรวม
ไอศกรีมสูตรที่ 1	3.98	4.00	4.18	3.88	4.12	4.08 (มาก)
ไอศกรีมสูตรที่ 2	4.01	4.08	4.25	4.15	4.31	4.20 (มาก)
ไอศกรีมสูตรที่ 3	4.27	4.25	4.25	4.29	4.35	4.54 (มาก)
ไอศกรีมสูตรที่ 4	3.96	3.74	3.89	3.92	3.65	3.95 (มาก)

4. สรุป

ผลการศึกษาพบว่า อัตราส่วนที่เหมาะสมของไอศกรีมจากโปรตีนถั่วเหลืองได้แก่ 3:1:1:0.75 มีค่าเปอร์เซ็นต์การขึ้นฟูที่ 6.68 เปอร์เซ็นต์ อัตราการละลายที่ 52 กรัมต่อชั่วโมง ในขณะที่ไอศกรีมสูตรที่ 1, 2 และมีค่าเปอร์เซ็นต์การขึ้นฟูที่ 8.86, 8.96 และ 2.93 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ค่าอัตราการละลายของไอศกรีมสูตรที่ 1, 2 และ 4 เท่ากับ 75, 77 และ 62 กรัมต่อชั่วโมงตามลำดับ ซึ่งการเพิ่มปริมาณของนมถั่วเหลืองจะทำให้อัตราการละลายช้าลง ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของไอศกรีมทั้ง 4 สูตร พบว่า ความชอบโดยรวมของไอศกรีมสูตรที่ 3 มีคะแนนความชอบโดยรวมสูงสุด ในขณะที่ผลการประเมินด้าน สี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และลักษณะปรากฏ ไอศกรีมสูตรที่ 3 มีคะแนนความชอบมากกว่าไอศกรีมสูตรที่ 1, 2 และสูตรที่ 4

5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากโรงเรียนสาธิตนวัตกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ที่สนับสนุน สถานที่และอุปกรณ์ในการทดสอบ ตลอดจนคำแนะนำจากท่านอาจารย์และเจ้าหน้าที่ทุกท่าน คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

6. เอกสารอ้างอิง

- จิรนาด บุญคงและณรงค์ชวงษ์แก้ว (2548) การผลิตไอศกรีมน้ำมันถั่วเหลือง วารสารเทคโนโลยีการอาหารมหาวิทยาลัยสยามปีที่ 1 ฉบับที่ 1 มิถุนายน 2547-พฤษภาคม 2548 เข้าถึงได้จาก <https://li01.tci-thaijo.org/index.php/JFTSU/article/view/38469/31869>
- ชินกฤต ศรีนวล (2563) การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดและฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระของเลซิดินจากกัม ซึ่งเป็นผลผลิตพลอยได้ในกระบวนการผลิตน้ำมันรำข้าวและน้ำมันถั่วเหลือง วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยนเรศวร เข้าถึงได้จาก <http://dcms.lib.nu.ac.th/dcms/iThesis/61060836.pdf>
- รชตพรรณ ยงพาณิชย์. (2544) การศึกษาความเป็นไปได้ ในการลงทุนธุรกิจร้านอาหาร เพื่อสุขภาพในเขตอำเภอเมือง จังหวัด เชียงใหม่ โครงการวิจัยสำหรับนักศึกษาปริญญาโท สาขาบัญชี มหาวิทยาลัยสารคาม
- สภากาชาดไทย (2562) รู้ได้อย่างไรว่าน้ำตาลแลคโตส เข้าถึงได้จาก <https://chulalongkornhospital.go.th/kcmh/line>
- Joseph G.E. (2001) Soy Protein Products, Characteristic nutritional aspects and utilization. USA. AOCS PRESS.
- Koxholt, M.M.R., Eisenmann, B., and Hinrichst, J. (2001). Effect of the fat bule globule size on the meltdown of Ice cream. Journal of Dairy Science. 84: 31-37
- Marshall, R.T., and Arbuckle, W.S. (1996). Ice cream (5th ed). New York Chapman Hall

การพัฒนาผลิตภัณฑ์คุกกี้จากเห็ด

Product Development of Mushroom Cookies

ธัญชนก นันโต¹ มาริชา ฉิมประดิษฐ์¹ อาทิตยา วิมลพันธ์¹ สุตาทภัทร ไจหอม¹

พลอยไพลิน พร้าโนต์¹ และวารีย์ กาลศิริศิลป์¹

Thanchanok Nunto¹, Marisa Chimpradit¹, Artidtaya Vimonpun¹, Sutapat Jaihom¹,
Ploypilin Pranote¹ and Waree Kalsirisilp¹

โรงเรียนสาธิตนวัตกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี อ.ธัญบุรี จ.ปทุมธานี

¹Innovation Demonstration School of Rajamangala University of Technology Thanyaburi,

Thanyaburi, Pathumthani 12110, THAILAND

*Corresponding Author E-mail : plopypilin_p@mutt.ac.th Tel : 083-0896871

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์คุกกี้จากเห็ด โดยศึกษาคุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์คุกกี้ ได้แก่ ค่าเนื้อสัมผัส (texture) ศึกษาค่าความชื้น (Water Activity) และศึกษาคุณภาพทางเคมี ได้แก่ ศึกษาค่าสี (Color Measuring) ตลอดจนศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อคุกกี้จากเห็ดทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ เห็ดหอม เห็ดฟาง และเห็ดนางฟ้าเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์คุกกี้ในท้องตลาด พบว่าการศึกษาคุณภาพทางกายภาพด้านค่าเนื้อสัมผัส (texture) โดยทดสอบด้านแรงที่ใช้กดและความเหนียวของผลิตภัณฑ์คุกกี้ มีค่าแรงที่ใช้เครื่องใช้กดตัวผลิตภัณฑ์อยู่ที่ 1705.431 N., 3589.289 N., 2024.534 N. และ 1296.410 N. ตามลำดับ มีค่าความเหนียวอยู่ที่ 39.127 g.sec, 12.051 g.sec, 80.696 g.sec และ 14.611 g.sec ตามลำดับ พบว่าคุกกี้สูตรเห็ดหอมมีค่าแรงที่ใช้กดน้อยที่สุดใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์คุกกี้ในท้องตลาดมากที่สุด และความเหนียวของผลิตภัณฑ์คุกกี้พบว่าเห็ดฟางมีความเหนียวใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์คุกกี้ในท้องตลาดมากที่สุด จากการศึกษาค่าคุณภาพทางกายภาพด้านความชื้นวัดปริมาณน้ำอิสระ พบว่าผลิตภัณฑ์คุกกี้จากเห็ดสูตรเห็ดหอมมีค่าปริมาณความชื้นเท่ากับ 0.67 สูตรเห็ดฟางมีค่าปริมาณความชื้นเท่ากับ 0.66 สูตรเห็ดนางฟ้ามีค่าปริมาณความชื้นเท่ากับ 0.66 และคุกกี้ในท้องตลาดมีค่าปริมาณความชื้นน้อยที่สุดมีค่าเท่ากับ 0.43 ตามลำดับ พบว่าคุกกี้สูตรเห็ดหอม เห็ดฟางและเห็ดนางฟ้ามีค่าปริมาณความชื้นค่อนข้างมากส่งผลให้คุกกี้มีความกรอบน้อยกว่าผลิตภัณฑ์คุกกี้ในท้องตลาดซึ่งมีความชื้นน้อยส่งผลให้มีความกรอบมากกว่าคุกกี้เห็ดทั้งสามสูตร และจากการศึกษาคุณภาพทางเคมี พบว่าคุกกี้สูตรเห็ดหอมมีค่า $L^* = 55.33$ $a^* = 13.09$ $b^* = 28.96$ คุกกี้สูตรเห็ดฟาง $L^* = 55.23$ $a^* = 11.69$ $b^* = 27.53$ คุกกี้เห็ดนางฟ้า $L^* = 55.74$ $a^* = 12.71$ $b^* = 28.25$ และคุกกี้ตามท้องตลาด $L^* = 43.18$ $a^* = 12.64$ $b^* = 23.14$ ตามลำดับ และค่าความสว่าง (L^*) ของคุกกี้เห็ดทั้งสามชนิดมีค่าความสว่างมากกว่าผลิตภัณฑ์คุกกี้ในท้องตลาด ซึ่งผลิตภัณฑ์คุกกี้สูตรเห็ดนางฟ้ามีค่าความสว่างมากที่สุด และผลการศึกษาค่าสีแดง (a^*) และค่าสีเหลือง (b^*) ผลิตภัณฑ์คุกกี้สูตรเห็ดนางฟ้า มีค่าโทเนสีแดงและค่าสีเหลืองใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์คุกกี้ในท้องตลาด และจากการศึกษาความพึงพอใจภาพรวม พบว่าด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความพึงพอใจภาพรวม ผลิตภัณฑ์คุกกี้เห็ดฟางและผลิตภัณฑ์คุกกี้ในท้องตลาดมีคะแนนความพึงพอใจมากที่สุด

คำสำคัญ : ผลิตภัณฑ์คุกกี้ เห็ด

Abstract

The purposes of this research were to 1) develop a mushroom cookie product by studying the physical qualities of the cookie products such as texture, moisture content (Water Activity), and the chemical quality, including the color value (Color Measuring) and 2) determine the satisfaction towards the cookies with the three types of mushrooms such as shiitake, grey oyster, and straw mushrooms and with the cookie products from the market. The physical quality according to texture of grey oyster mushroom was compared to other cookie products from the market based on the grinding force and stickiness of cookie products. The force amounts of the machine used to grind the products were at 39.127 g.sec, 12.051 g.sec, 80.696 g.sec, and 14.611 g.sec. It was found that shiitake cookies had the lowest grinding force amount and was closely similar to other cookie products from the market. Based on the stickiness of cookie products, it was found that stickiness of straw mushroom was the closest to that of cookie products from the market. In the study of the physical quality based on moisture content, shiitake formula mushroom cookies got 0.67. The straw mushroom formula

had moisture content of 0.66. The oyster mushroom formula had a moisture content of 0.66. The lowest moisture content was found in cookies from common market at 0.43. From the three kinds of mushroom cookies, all were found to have relatively high moisture content resulting in cookies being less crispy than other cookie products from the market which have less moisture resulting in a crispier crust. In the study of chemical quality, shiitake cookie was at $L^* = 55.33$ $a^* = 13.09$ $b^* = 28.96$, straw mushroom cookie was at $L^* = 55.23$ $a^* = 11.69$ $b^* = 27.53$, the grey oyster mushroom cookie was at $L^* = 55.74$ $a^* = 12.71$ $b^* = 28.25$, and other cookie products from the market was at $L^* = 43.18$ $a^* = 12.64$ $b^* = 23.14$ levels. The Brightness (L^*) of the three types of mushroom cookies was higher than the cookie products from the market. The grey oyster mushroom cookie was the brightest.

The study showed red (a^*) and yellow (b^*) values from the oyster mushroom cookie formula. The red and yellow tones were similar to the cookie products from the market. In the satisfaction towards the cookies, it was found that based on the appearance, color, smell, taste, texture and overall satisfaction, straw mushroom cookies and general cookie products from the market had the highest satisfaction.

Keywords: Cookie Products, Mushroom

1. บทนำ

ปัจจุบันคนไทยมีพฤติกรรมการบริโภคที่แตกต่างไปจากเดิมเนื่องจากการดำรงชีวิตในสังคมปัจจุบันมีความจำกัดเรื่องเวลา ทำให้คนส่วนมากจึงนิยมบริโภคอาหารสำเร็จรูปและผู้ประกอบการผลิตและแปรรูปอาหารชนิดต่าง ๆ เพื่อสนองความต้องการของผู้บริโภค เช่น บะหมี่กึ่งสำเร็จรูป ขนมอบกรอบต่างๆ เค้ก โดนัท คุกกี้ เป็นต้น ซึ่งได้รับความนิยมโดยเฉพาะเด็กวัยรุ่น ถ้าพิจารณาถึงคุณค่าโภชนาการอาหารเหล่านี้แล้ว จะเห็นว่ามีองค์ประกอบของอาหารไม่สมดุล คือ มีความแห้งสูงและประกอบด้วยน้ำตาลเป็นส่วนใหญ่ ผลกระทบที่เกิดขึ้นกับสุขภาพคือทำให้เป็นโรคอ้วน ในขณะที่วัยรุ่นและวัยทำงานในสังคมเมืองมักจะมีภาวะโภชนาการที่เกินดุลโดยได้รับสารอาหารพวกแป้ง โปรตีน และไขมัน ในปริมาณที่มากเกินความต้องการของร่างกายอันเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดโรคอ้วน โรคเบาหวาน โรคความดันโลหิตสูง โรคหัวใจขาดเลือด ล้วนเป็นสาเหตุของการเสียชีวิตอันดับต้นๆ ของไทย (สถาบันวิจัยโภชนาการ, 2563)

คุกกี้เป็นอาหารว่างชนิดหนึ่งที่มีนิยมนับประทานระหว่างมื้อ ส่วนใหญ่จะรับประทานกับน้ำชา หรือเครื่องดื่มชนิดอื่นๆ เนื่องจากมีรสชาติ หวานมัน รับประทานได้ง่าย สะดวกต่อการพกพา และมีหลากหลายรสชาติให้เลือก คุกกี้มีหลายชนิด เช่น คุกกี้ธัญมด้า คุกกี้ผลไม้ และคุกกี้เพื่อสุขภาพ แต่เนื่องจากคุกกี้เหล่านี้ยังมีคุณค่าโภชนาการน้อยเพราะองค์ประกอบหลักเป็นแป้ง สาธิมิคุณค่าทางโภชนาการจากสารอาหาร 2 ประเภทโปรตีนต่ำ หากผู้บริโภครับประทานคุกกี้เป็นจำนวนมากหรือบ่อยๆ แทนอาหารมื้อหลักย่อมทำให้เกิดภาวะทุพโภชนาการได้ ข้อมูลจากกองโภชนาการกรมอนามัยได้ทำการวิจัยพบว่า คุกกี้เนยเพียง 3 ชิ้น (ประมาณ 30 กรัม) ให้พลังงานมากถึง 156 กิโลแคลอรี และมีปริมาณไขมันทรานส์ถึง 93 มิลลิกรัม หากผู้บริโภครับประทานคุกกี้เกิน 3 ชิ้นต่อครั้ง ร่างกายก็จะได้รับทั้งแคลอรี และไขมันทรานส์ ซึ่งเสี่ยงอันตรายต่อสุขภาพ เช่น ภาวะอ้วนลงพุง เสี่ยงโรคเบาหวาน โรคความดันโลหิตสูง ไขมันในเลือดสูง อัลไซเมอร์ โรคหัวใจและหลอดเลือดตามมา (กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข, 2561) โดยทั่วไปเค้กแห้งมีโปรตีนสูงถึงร้อยละ 7.6 - 17.5 มีไขมันน้อย และมีแร่ธาตุอื่นๆ เช่น แคลเซียม ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม โซเดียม เป็นต้น (มณฑิพย์และคณะ, 2542) จึงเหมาะสมอย่างมากที่จะนำมาเพิ่มคุณค่าทางอาหารให้กับคุกกี้ได้ นอกจากนี้เค้กยังมีคุณสมบัติมากมายในการรักษาโรคต่างๆ เช่น ต้อต่านโรคมะเร็ง ลดการอักเสบ ลดไขมันในเลือด กระตุ้นภูมิคุ้มกัน มีวิตามินช่วยให้ร่างกายดูดซึมแคลเซียมได้ดีทำให้กระดูกแข็งแรง และลดอาการภูมิแพ้อีกด้วย

ดังนั้นคณะผู้จัดทำจึงเล็งเห็นถึงความสำคัญ และมีความสนใจในการศึกษาค้นคว้าการพัฒนาผลิตภัณฑ์คุกกี้จากเห็ด เพื่อเป็นแนวทางให้ผู้บริโภคได้บริโภคคุกกี้ที่ไม่ส่งผลเสียต่อสุขภาพและได้รับสารอาหารเพิ่มมากขึ้น ซึ่งงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์คุกกี้จากเห็ด โดยศึกษาคุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์คุกกี้ ได้แก่ ค่าเนื้อสัมผัส (texture) ศึกษาค่าความชื้น (Water Activity) และศึกษาคุณภาพทางเคมี ได้แก่ ศึกษาค่าสี (Color Measuring) ของคุกกี้จากเห็ดและคุกกี้ในท้องตลาด ตลอดจนศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อผลิตภัณฑ์คุกกี้จากเห็ดและคุกกี้ในท้องตลาด เห็ดที่ศึกษาได้แก่ เห็ดหอม เห็ดฟาง และเห็ดนางฟ้า นอกจากนี้ยังเป็นการเพิ่มมูลค่าให้ผลผลิตจากการแปรรูปผลิตภัณฑ์ทางอาหารโดยการนำมาประยุกต์ให้เกิดประโยชน์อย่างสูงสุดอีกด้วย (ศพามาต และคณะ, 2563)



รูปที่ 1 ผลิตภัณฑ์คุกกี้



รูปที่ 2 อาหารที่แปรรูปมาจากเห็ด



รูปที่ 3 เห็ดชนิดต่าง ๆ

1.2 วัตถุประสงค์งานวิจัย

- 1) เพื่อศึกษาคุณภาพทางกายภาพด้านเนื้อสัมผัส และด้านความชื้นของคุกกี้จากเห็ดและคุกกี้ในท้องตลาด
- 2) เพื่อศึกษาคุณภาพทางเคมีด้านสีของคุกกี้จากเห็ดและคุกกี้ในท้องตลาด
- 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้ทดสอบชิมที่มีต่อผลิตภัณฑ์คุกกี้จากเห็ดและคุกกี้ในท้องตลาด

2. วิธีดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

2.1 เตรียมวัตถุดิบ

- | | |
|--|-----------------------|
| 2.1.1 เห็ดชนิดต่าง ๆ (เห็ดหอม , เห็ดนางฟ้า , เห็ดฟาง). | 2.1.2 ถั่วลิสงอบเกลือ |
| 2.1.3 น้ำมันมะกอก | 2.1.4 วานิลลา |
| 2.1.5 น้ำผึ้ง | 2.1.6 แป้งอัลมอนต์ |
| 2.1.7 น้ำตาลหญ้าหวาน | 2.1.8 ผงฟู |
| 2.1.9 ไข่ไก่เบอร์ 2 | |



รูปที่ 4 วัตถุดิบต่าง ๆ ในการทำคุกกี้จากเห็ด

2.2 ขั้นตอนการเตรียมผลิตภัณฑ์คุกกี้จากเห็ด

2.2.1 นำถั่วลิสงอบเกลือ 70 กรัม มาปั่นให้ละเอียด



รูปที่ 5 ถั่วลิสงอบเกลือปั่นละเอียด

2.2.2 นำเห็ดทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ เห็ดหอม เห็ดนางฟ้าและเห็ดฟาง อย่างละ 100 กรัม นำมาสับ แล้วนำไปรวนในกระทะ จากนั้นนำเข้าอบไฟบน-ล่าง เปิดพัดลม 170 องศา เป็นเวลา 10 นาที จากนั้นนำออกมาบีบน้ำแล้วนำไปอบต่ออีก 5 นาที (จุฑามาศ, 2562)

**หมายเหตุ : เห็ดนางฟ้าไม่ต้องนำไปรวน ให้ฉีกเป็นชิ้นบางๆ แล้วนำไปเข้าอบไฟบน-ล่าง เปิดพัดลม 170 องศา เป็นเวลา 5 นาที



รูปที่ 6 ขั้นตอนรวนเห็ดหอมและเห็ดฟาง



รูปที่ 7 ขั้นตอนนำเห็ดนางฟ้าเข้าอบ

2.2.3 ขณะรอเวลาอบเห็ด ให้นำน้ำมันมะกอก 1 ช้อนชา น้ำผึ้ง 1 ช้อนโต๊ะ และ วานิลลา 1 หยด ใส่ในถั่วลิสงที่ปั่นละเอียด และปั่นวัตถุดิบให้เป็นเนื้อเดียวกัน



รูปที่ 8 ขั้นตอนการปั่นถั่วลิสง

2.2.5 นำส่วนผสมที่ผสมได้จากขั้นตอนที่ 2 และเห็ดที่อบได้จากขั้นตอนที่ 4 มาผสมกับแป้งอัลมอนต์ปริมาณ 90 กรัม น้ำตาลหญ้าหวาน 20 กรัม ผงฟู ½ ช้อนชา และไข่ไก่ (เบอร์ 2) 1 ฟอง แล้วปั่นให้เข้ากัน



รูปที่ 9 ขั้นตอนนำส่วนผสมทั้งหมดมาปั่นให้เข้ากัน

2.2.6 นำมาชั่งน้ำหนักและปั้นให้เป็นรูปร่างกลม แล้วนำเข้าเตาอบ เปิดไฟบนล่าง เปิดพัดลม 180 องศา เป็นเวลา 20 นาที



รูปที่ 10 ขั้นตอนนำทั้งหมดมาชั่งและปั้นเป็นรูปร่างกลม แล้วนำเข้าเตาอบ

ขั้นตอนการศึกษาคุณภาพทางกายภาพและทางเคมี

ตอนที่ 1 การศึกษาคุณภาพทางกายภาพด้านเนื้อสัมผัสของคุกกี้จากเห็ดและคุกกี้ในท้องตลาด

- นำคุกกี้ทั้ง 3 สูตรและคุกกี้ในท้องตลาด มาทดสอบทางเนื้อสัมผัสด้วยวิธี Texture Profile Analysis โดยใช้เครื่อง Stable Micro Systems (ฉัญญาภรณ์ ศิริเลิศ, 2550 , Cville, G.V. and Szczesniak, S, 1973) และวิเคราะห์ผล วัดค่าความแข็ง (Hardness) ความเหนียว (Adhesiveness) ความหนึบ (Gumminess) และแรงกดทั้งหมด (Bourne, M.C, 1978)



รูปที่ 11 เครื่องทดสอบเนื้อสัมผัส โดยเครื่อง Stable Micro Systems

ตอนที่ 2 การศึกษาคุณภาพทางกายภาพด้านความชื้นของคุกกี้จากเห็ดและคุกกี้ในท้องตลาด

- นำคุกกี้ทั้ง 3 สูตรและคุกกี้ในท้องตลาดมาทดสอบหาค่าความชื้นวัดปริมาณน้ำอิสระ โดยใช้เครื่อง Water Activity Meter รุ่น AW-1A และวิเคราะห์ผล



รูปที่ 12 เครื่องทดสอบวัดความชื้น โดยเครื่อง Water Activity Meter รุ่น AW-1A

ตอนที่ 3 การศึกษาคุณภาพทางเคมีด้านสีของคุกกี้จากเห็ดและคุกกี้ในท้องตลาด

- นำคุกกี้ทั้ง 3 สูตรและคุกกี้ในท้องตลาดมาทดสอบหาค่าสี L^* , a^* , b^* ของคุกกี้จากเห็ดและคุกกี้ในท้องตลาด โดยใช้เครื่อง Colorimeter รุ่น NR200 และวิเคราะห์ผล



รูปที่ 13 เครื่องทดสอบหาค่าสี โดยเครื่อง Colorimeter รุ่น NR200

ตอนที่ 4 การศึกษาความพึงพอใจของผู้ทดสอบชิมที่มีต่อผลิตภัณฑ์คุกกี้จากเห็ดและคุกกี้ในท้องตลาด

1. กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนในโรงเรียนสาธิตนวัตกรรมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี จำนวน 20 คน โดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย
2. ผู้ทดสอบชิมผลิตภัณฑ์คุกกี้จากเห็ดและคุกกี้ในท้องตลาด จากนั้นประเมินความพึงพอใจ โดยที่ไม่บอกว่าเป็นคุกกี้ที่ชิมในแต่ละครั้งเป็นคุกกี้ชนิดใด
3. ผู้ทดสอบชิมทำแบบประเมินความพึงพอใจในด้านต่าง ๆ ได้แก่ ลักษณะที่ปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมของคุกกี้จากเห็ดทั้งหมดทุกชนิด ระดับความพึงพอใจมีอยู่ระดับ 1-5 เรียงจากพึงพอใจน้อยที่สุดไปหามากที่สุด

ขั้นตอนการนำเสนอผลงาน

เมื่อผู้วิจัยได้พัฒนาผลิตภัณฑ์คุกกี้จากเห็ดได้ตามวัตถุประสงค์แล้ว ผู้วิจัยได้นำเสนอผลงานต่อคณะผู้บริหาร คณะอาจารย์ และผู้ปกครอง ของโรงเรียนสาธิตนวัตกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ในวันปัจฉิมนิเทศ ดังรูปที่ 14

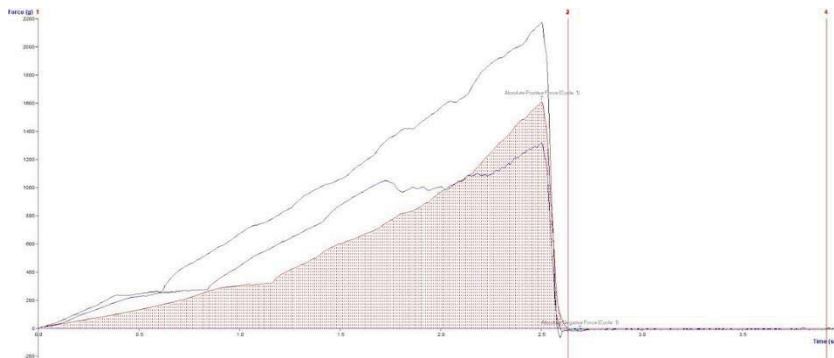


รูปที่ 14 นำเสนอผลงาน

3. ผลการศึกษา

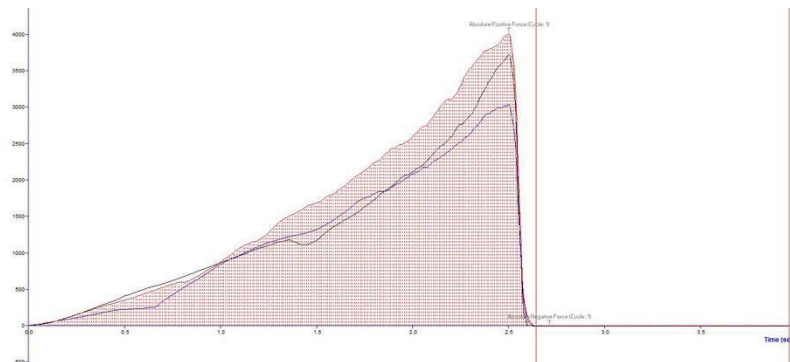
ตอนที่ 1 การศึกษาคุณภาพทางกายภาพด้านเนื้อสัมผัสของคุกกี้จากเห็ดทั้ง 3 ชนิดและคุกกี้ในท้องตลาด ด้วยวิธี Texture Profile Analysis (TPA) ดังรูปต่อไปนี้

Test ID	Batch	Absolute Positive Force (Cycle: 1)	Absolute Negative Force (Cycle: 1)	Positive Area (Cycle: 1)	Negative Area (Cycle: 1)
		g	g	g.sec	g.sec
		Absolute Positive Force (Cycle: 1)	Absolute Negative Force (Cycle: 1)	Area (Traditional) F-T 1:2	Area (Traditional) F-T 3:4
Start Batch CKhom_	CKhom_				
CKhom_1	CKhom_	2179.375	-68.973	2421.766	-14.150
CKhom_2	CKhom_	1322.488	-26.310	1653.495	-9.709
CKhom_3	CKhom_	1614.430	-22.098	1458.868	-12.733
End Batch CKhom_	CKhom_				
Average:	CKhom_ (F)	1705.431	-39.127	1844.710	-12.198
S.D.	CKhom_ (F)	435.631	25.933	509.132	2.269
Coef. of Variation	CKhom_ (F)	25.544	-66.280	27.600	-18.598
End of Test Data					



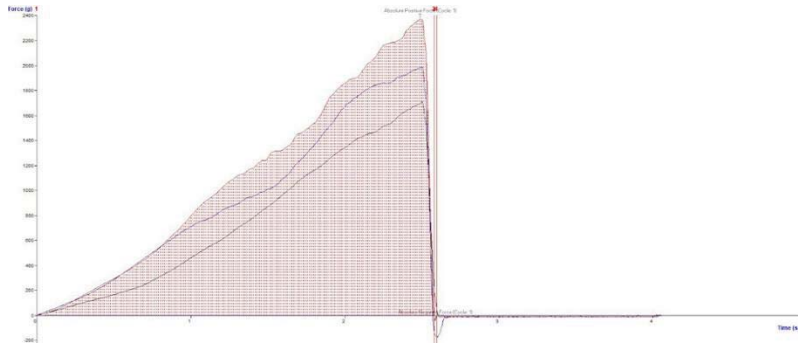
รูปที่ 15 ผลการศึกษาด้านเนื้อสัมผัสของคุกกี้จากเห็ดหอม

Test ID	Batch	Absolute Positive Force (Cycle: 1)	Absolute Negative Force (Cycle: 1)	Positive Area (Cycle: 1)	Negative Area (Cycle: 1)
		g	g	g.sec	g.sec
		Absolute Positive Force (Cycle: 1)	Absolute Negative Force (Cycle: 1)	Area (Traditional) F-T 1:2	Area (Traditional) F-T 3:4
Start Batch CKfang_	CKfang_				
CKfang_1	CKfang_	3723.080	-11.490	3355.427	-9.243
CKfang_2	CKfang_	3034.691	-13.049	3142.652	-13.262
CKfang_3	CKfang_	4010.095	-11.613	3959.578	-12.553
End Batch CKfang_	CKfang_				
Average:	CKfang_ (F)	3589.289	-12.051	3485.885	-11.686
S.D.	CKfang_ (F)	501.277	0.867	423.800	2.145
Coef. of Variation	CKfang_ (F)	13.966	-7.191	12.158	-18.359
End of Test Data					



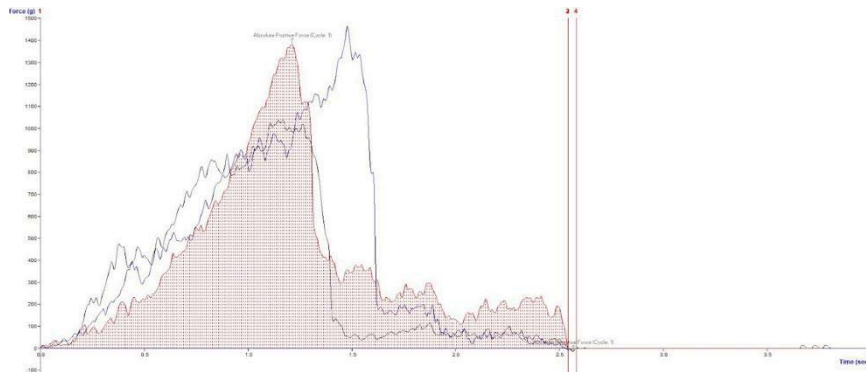
รูปที่ 16 ผลการศึกษาด้านเนื้อสัมผัสของคุกกี้จากเห็ดฟาง

Test ID	Batch	Absolute Positive Force (Cycle: 1)	Absolute Negative Force (Cycle: 1)	Positive Area (Cycle: 1)	Negative Area (Cycle: 1)
		g	g	g.sec	g.sec
		Absolute Positive Force (Cycle: 1)	Absolute Negative Force (Cycle: 1)	Area (Traditional) F-T 1:2	Area (Traditional) F-T 3:4
Start Batch CKnangfa_	CKnangfa_				
CKnangfa_1	CKnangfa_	1710.384	-23.928	1932.482	-14.265
CKnangfa_2	CKnangfa_	1990.013	-175.917	2423.641	-21.549
CKnangfa_3	CKnangfa_	2373.204	-42.244	2786.792	-0.418
End Batch CKnangfa_	CKnangfa_				
Average:	CKnangfa_ (F)	2024.534	-80.696	2380.972	-12.077
S.D.	CKnangfa_ (F)	332.755	82.971	428.750	10.734
Coef. of Variation	CKnangfa_ (F)	16.436	-102.819	18.007	-88.879
End of Test Data					



รูปที่ 17 ผลการศึกษาด้านเนื้อสัมผัสของคุกกี้จากเห็ดนางฟ้า

Test ID	Batch	Absolute Positive Force (Cycle: 1)	Absolute Negative Force (Cycle: 1)	Positive Area (Cycle: 1)	Negative Area (Cycle: 1)
		g	g	g.sec	g.sec
		Absolute Positive Force (Cycle: 1)	Absolute Negative Force (Cycle: 1)	Area (Traditional) F-T 1:2	Area (Traditional) F-T 3:4
Start Batch CKstandard_	CKstandard_				
CKstandard_1	CKstandard_	1039.783	-14.228	886.037	-0.260
CKstandard_2	CKstandard_	1466.501	-14.854	1122.663	-0.423
CKstandard_3	CKstandard_	1382.946	-14.751	988.024	-0.326
End Batch CKstandard_	CKstandard_				
Average:	CKstandard_ (F)	1296.410	-14.611	998.908	-0.336
S.D.	CKstandard_ (F)	226.138	0.336	118.688	0.082
Coef. of Variation	CKstandard_ (F)	17.443	-2.296	11.882	-24.400
End of Test Data					



รูปที่ 18 ผลการศึกษาด้านเนื้อสัมผัสของคุกกี้ในท้องตลาด

ตอนที่ 2 ผลการศึกษาคุณภาพทางกายภาพด้านความชื้นของคุกกี้จากเห็ดและคุกกี้ในท้องตลาด ได้ค่าดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 1 ผลการศึกษาด้านความชื้นของคุกกี้จากเห็ดและคุกกี้ในท้องตลาด

คุกกี้สูตรต่าง ๆ	ปริมาณความชื้นของคุกกี้			ค่า Ave
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	
สูตรเห็ดหอม	0.69	0.66	0.65	0.67
สูตรเห็ดฟาง	0.65	0.65	0.67	0.66
สูตรเห็ดนางฟ้า	0.67	0.65	0.65	0.66
คุกกี้ในท้องตลาด	0.43	0.44	0.43	0.43

ตอนที่ 3 ผลการศึกษาคุณภาพทางเคมีด้านสีของคุกกี้จากเห็ดและคุกกี้ในท้องตลาด

ตารางที่ 2 ผลการศึกษาคุณภาพทางเคมีด้านสีของคุกกี้จากเห็ดและคุกกี้ในท้องตลาด

คุกกี้สูตรต่าง ๆ	ค่าสีของคุกกี้		
	L*	a*	b*
สูตรเห็ดหอม	55.33	13.09	28.96
สูตรเห็ดฟาง	55.74	12.71	28.25
สูตรเห็ดนางฟ้า	55.23	11.69	27.53
คุกกี้ในท้องตลาด	43.18	12.64	23.14

หมายเหตุ - ค่าสี L* คือ ค่าความสว่าง, a* คือ ค่าสีแดงและ b* คือ ค่าสีเหลือง

ตอนที่ 4 ผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้ทดสอบชิมที่มีต่อผลิตภัณฑ์คุกกี้จากเห็ดและคุกกี้ในท้องตลาด

ตารางที่ 3 ผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้ทดสอบชิมที่มีต่อผลิตภัณฑ์คุกกี้จากเห็ดและคุกกี้ในท้องตลาด

คุกกี้สูตรต่าง ๆ	ความพึงพอใจภาพรวม					
	ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบภาพรวม
สูตรเห็ดหอม	4.06	3.88	4.12	4.00	3.29	4.12 (มาก)
สูตรเห็ดฟาง	4.24	3.94	4.24	4.29	3.59	4.12 (มาก)
สูตรเห็ดนางฟ้า	4.12	3.94	4.24	4.18	3.82	4.29 (มาก)
คุกกี้ในท้องตลาด	4.24	4.06	4.76	4.41	4.29	4.41 (มาก)

4. สรุป

จากผลการศึกษาคุณภาพทางกายภาพด้านเนื้อสัมผัสของคุกกี้จากเห็ดทั้ง 3 ชนิดได้แก่ เห็ดหอม เห็ดฟาง และเห็ดนางฟ้า เปรียบเทียบกับคุกกี้ในท้องตลาด ด้วยวิธี Texture Profile Analysis (TPA) โดยทดสอบด้านแรงที่ใช้กดและความเหนียวของผลิตภัณฑ์คุกกี้ มีค่าแรงที่ใช้กดตัวของผลิตภัณฑ์อยู่ที่ 1705.431 N., 3589.289 N., 2024.534 N. และ 1296.410 N. ตามลำดับ มีค่าความเหนียวอยู่ที่ 39.127 g.sec, 12.051 g.sec, 80.696 g.sec และ 14.611 g.sec ตามลำดับ จากผลการศึกษาจะพบว่าคุกกี้สูตรเห็ดหอมมีค่าแรงที่ใช้กดน้อยที่สุดใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์คุกกี้ในท้องตลาดมากที่สุด และจากการทดสอบความเหนียวของผลิตภัณฑ์คุกกี้พบว่าเห็ดฟางมีความเหนียวใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์คุกกี้ในท้องตลาดมากที่สุด ดังแสดงในรูปที่ 16-18

จากผลการศึกษาคูณภาพทางกายภาพด้านความชื้นวัดปริมาณน้ำอิสระ ของคุกกี้จากเห็ดทั้ง 3 ชนิดได้แก่ เห็ดหอม เห็ดฟาง และเห็ดนางฟ้าเปรียบเทียบกับคุกกี้ในท้องตลาด ด้วยเครื่อง Water Activity Meter รุ่น AW-1A พบว่าผลิตภัณฑ์คุกกี้จากเห็ดสูตรเห็ดหอมมีค่าปริมาณความชื้นเท่ากับ 0.67 สูตรเห็ดฟางมีค่าปริมาณความชื้นเท่ากับ 0.66 สูตรเห็ดนางฟ้ามีค่าปริมาณความชื้นเท่ากับ 0.66 และคุกกี้ในท้องตลาดมีค่าปริมาณความชื้นน้อยที่สุดมีค่าเท่ากับ 0.43 ตามลำดับ จากผลการศึกษาจะพบว่าคุกกี้สูตรเห็ดหอม เห็ดฟางและเห็ดนางฟ้ามีค่าปริมาณความชื้นค่อนข้างมากส่งผลให้คุกกี้มีความกรอบน้อยกว่าผลิตภัณฑ์คุกกี้ในท้องตลาดซึ่งมีความชื้นน้อยส่งผลให้มีความกรอบมากกว่าคุกกี้เห็ดทั้งสามสูตร ดังแสดงในตารางที่ 1

จากผลการศึกษาคูณภาพทางเคมี ของคุกกี้จากเห็ดทั้ง 3 ชนิดได้แก่ เห็ดหอม เห็ดฟาง และเห็ดนางฟ้าเปรียบเทียบกับคุกกี้ในท้องตลาด ด้วยเครื่อง Colorimeter รุ่น NR200 พบว่าคุกกี้สูตรเห็ดหอมมีค่า $L^* = 55.33$ $a^* = 13.09$ $b^* = 28.96$ คุกกี้สูตรเห็ดฟาง $L^* = 55.23$ $a^* = 11.69$ $b^* = 27.53$ คุกกี้เห็ดนางฟ้า $L^* = 55.74$ $a^* = 12.71$ $b^* = 28.25$ และคุกกี้ตามท้องตลาด $L^* = 43.18$ $a^* = 12.64$ $b^* = 23.14$ ตามลำดับ

จากการศึกษาพบว่าค่าความสว่าง (L^*) ของคุกกี้เห็ดทั้งสามชนิดมีค่าความสว่างมากกว่าผลิตภัณฑ์คุกกี้ในท้องตลาด ซึ่งผลิตภัณฑ์คุกกี้สูตรเห็ดนางฟ้ามีค่าความสว่างมากที่สุดแสดงให้เห็นว่าคุกกี้สูตรเห็ดนางฟ้าน่าจะดึงดูดใจผู้บริโภคได้มากที่สุดเนื่องจากมีสีน้ำตาลอ่อนน่ารับประทาน และผลการศึกษาค่าสีแดง (a^*) และค่าสีเหลือง (b^*) ผลิตภัณฑ์คุกกี้สูตรเห็ดนางฟ้า มีค่าโทนสีแดงและค่าสีเหลืองใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์คุกกี้ในท้องตลาด แสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์คุกกี้สูตรเห็ดนางฟ้ามีคุณภาพทางเคมีด้านสีดีที่สุดเมื่อเทียบกับผลิตภัณฑ์คุกกี้สูตรเห็ดหอม เห็ดฟาง และผลิตภัณฑ์คุกกี้ในท้องตลาด ดังแสดงในตารางที่ 2

และจากการศึกษาความพึงพอใจภาพรวม พบว่าด้านลักษณะปรากฏ ผลิตภัณฑ์คุกกี้เห็ดฟางและผลิตภัณฑ์คุกกี้ในท้องตลาดมีคะแนนความพึงพอใจมากที่สุด เพราะผลิตภัณฑ์คุกกี้ในท้องตลาดใช้เครื่องจักรในการขึ้นรูปเป็นชิ้น จึงได้ชิ้นคุกกี้ที่ออกมา มีขนาด และรูปร่างใกล้เคียงกันทุกชิ้น รวมถึงใช้ส่วนผสมเป็นถั่วอัลมอนต์ ซึ่งผู้บริโภคอาจจะมีความคุ้นชินกับคุกกี้รูปแบบนี้มากกว่าคะแนนความพึงพอใจจึงมากที่สุด แต่ในขณะที่เดียวกันคุกกี้เห็ดฟางก็มีคะแนนความพึงพอใจมากที่สุดเช่นกัน คาดว่าน่าจะเป็นเพราะชิ้นของเห็ดที่ใส่ไปมีขนาดกำลังพอดี และสีของเห็ดเป็นสีอ่อนๆ ทำให้น่ารับประทาน จึงทำให้มีความพึงพอใจด้านลักษณะที่ปรากฏมากที่สุดเช่นกัน ส่วนคุกกี้ชนิดอื่นๆที่มีความพึงพอใจระดับปานกลาง-น้อย เพราะเห็ดที่อยู่ในคุกกี้มีสีไม่น่ารับประทาน รวมถึงรูปร่างของเห็ด เมื่ออยู่ในตัวคุกกี้ มีรูปร่างที่ไม่น่ารับประทานส่งผลให้ความพึงพอใจในด้านนี้อยู่ในระดับน้อย ด้านสี คุกกี้จากเห็ดทั้ง 3 ชนิด มีสีที่คล้ายกันคือสีโทนเหลืองบัตเตอร์มิลค์และผลิตภัณฑ์คุกกี้ในท้องตลาดมีสีโทนน้ำตาลคาราเมล ความพึงพอใจด้านสีที่ออกมานี้น่าจะขึ้นอยู่กับสีของคุกกี้ที่ผู้ทดสอบชิมพบเห็นเป็นประจำ และคุ้นเคย ซึ่งผลิตภัณฑ์คุกกี้ในท้องตลาดมีความพึงพอใจด้านสีมากที่สุด เนื่องจากมีสีที่เข้มข้น น่ารับประทาน และดูมีกลิ่นหอม ส่วนคุกกี้จากเห็ดนั้นมีสีอ่อนกว่า ทำให้ตัวคุกกี้ดูไม่มีความเข้มข้น ด้านกลิ่น ผลิตภัณฑ์คุกกี้ในท้องตลาดได้รับคะแนนมากที่สุด เพราะมีการแต่งกลิ่นมอคคา ซึ่งแตกต่างกับคุกกี้จากเห็ดที่แต่งกลิ่นเพียงเล็กน้อย และเลือกใช้กลิ่นที่ไม่แรงเท่าไร คือกลิ่นวานิลลา ดังนั้นจึงมีเพียงกลิ่นอ่อนๆของเห็ดและวานิลลาเท่านั้น ด้านรสชาติ คุกกี้จากเห็ดทุกชนิดเมื่อทานเข้าไปจะเริ่มมีรสชาติหวานอ่อนๆ และหวานปลายลิ้น ซึ่งเป็นผลมาจากการใส่น้ำตาลหญ้าหวานแทนน้ำตาลทรายขาว ซึ่งคุกกี้ที่ได้รับคะแนนด้านรสชาติมากที่สุดคือผลิตภัณฑ์คุกกี้ในท้องตลาดเพราะเป็นคุกกี้ที่ถูกคิดค้น และปรับเปลี่ยนรสชาติให้ถูกใจผู้บริโภค ด้านเนื้อสัมผัส คุกกี้ทุกชนิดได้รับคะแนนความพึงพอใจที่ค่อนข้างแตกต่างกัน โดยมีตั้งแต่ 3.29-4.29 คะแนน และที่ได้รับคะแนนมากที่สุดคือผลิตภัณฑ์คุกกี้ในท้องตลาด เนื่องจากมีความกรอบของตัวคุกกี้ และกรอบได้นานมากกว่าคุกกี้จากเห็ดชนิดต่าง ๆ และด้านความชอบโดยรวม ผลิตภัณฑ์คุกกี้ในท้องตลาดได้รับคะแนนมากที่สุด คือ 4.41 คะแนน รองลงมาเป็น คุกกี้จากเห็ดนางฟ้า 4.29 คะแนน และสุดท้ายเป็นคุกกี้จากเห็ดหอมและคุกกี้จากเห็ดฟางมีคะแนนเท่ากัน คือ 4.12 คะแนน ดังแสดงในตารางที่ 3

5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากโรงเรียนสาธิตนวัตกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี และภาควิชาวิทยาศาสตร์ และการจัดการเทคโนโลยีอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และการจัดการเทคโนโลยีอาหาร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรีที่สนับสนุนสถานที่และอุปกรณ์ในการทดสอบ ตลอดจนคำแนะนำจากท่านอาจารย์และเจ้าหน้าที่ทุกท่าน คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

6. เอกสารอ้างอิง

- คชามาศ เข้าเมือง, (2563). การพัฒนาผลิตภัณฑ์คุกกี้เนยสดเสริมงาขี้ม่อน (จุลสาร). กรุงเทพมหานคร : คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.
- จุฑามาศ พีร์พัชระ. (2562). เอกสารประกอบการสอนวิชาเบเกอรี่ [เอกสารอัดสำเนา] .กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.
- ธัญญาภรณ์ ศิริเลิศ. (2550). การประเมินลักษณะเนื้อสัมผัสในอาหาร. วารสารเทคโนโลยีการอาหาร สถาบันวิจัยโภชนาการ. 2563 โภชนาการและการส่งเสริมสุขภาพ การประชุมวิชาการโภชนาการวันที่ 22-24 ธันวาคม 2563 โรงพยาบาลรามธิบดี มหาวิทยาลัยมหิดล กรุงเทพมหานคร.
- มณฑิพย์ และคณะ. 2542. ตารางคุณค่าทางอาหารไทย เล่ม 1 สถาบันวิจัยโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดล กรุงเทพมหานคร.
- Bourne, M.C. (1978). Texture profile analysis. Food Technology, 32 : 62-66.
- Civille, G.V. and Szczesniak, S. 1973. Guidelines to training a texture profile panel. J. Texture Stud. 4 : 204-223.

การพัฒนาสบู่กลีเซอรินผสมสารสกัดสมุนไพร Development of Herbal Glycerin Soap Bar

ชญชิตา สุวรรณคำ¹ กฤษชานนท์ ชูพงษ์¹ ศุภธีร์ มีแก้ว¹ ปวีศ คุณสมบัติ¹
ณปภา วาดเขียน¹ และ ปิยนันท์ พรประสิทธิ์^{1,*}

Chananchida Suwannakham¹, Kritchanon Chupong¹, Suratee Meekaew¹,
Napapha Wadkhan¹, Pawaris Koonsombat¹ and Piyanan Pornprasit^{1,*}

โรงเรียนสาธิตนวัตกรรมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี อ.ธัญบุรี จ.ปทุมธานี

¹Innovation Demonstration School of Rajamangala University of Technology Thanyaburi,
Thanyaburi, Pathumthani, THAILAND

*Corresponding Author E-mail: Piyanan_po@rmutt.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา 1) วิธีการทำสบู่กลีเซอรินผสมสารสกัดสมุนไพร 2) เปรียบเทียบปริมาณวิตามินซีในสารสกัดสมุนไพรทั้ง 2 ชนิด 3) ความเป็นกรด - ด่างของสบู่สมุนไพร 4) ความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อสบู่สมุนไพร โดยศึกษาการทำสบู่กลีเซอรินที่เหมาะสมในการทำผลิตภัณฑ์สบู่ นำสบู่กลีเซอรินผสมสมุนไพรมาวิเคราะห์ปริมาณวิตามินซี และวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) แล้วทำการศึกษาความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อสบู่กลีเซอรินผสมสมุนไพร โดยทำการทดสอบกับบุคลากรและนักเรียนโรงเรียนสาธิตนวัตกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี จำนวน 30 คน

ผลการวิจัยพบว่า วิธีการทำสบู่กลีเซอรินผสมสมุนไพร มีอัตราส่วนผสมระหว่างกลีเซอริน และสารสกัดสมุนไพรที่เหมาะสมในการทำสบู่กลีเซอรินผสมสมุนไพร คือ กลีเซอริน 500 กรัม ต่อสารสกัดสมุนไพร 80 กรัม ปริมาณวิตามินซีในสารสกัดมะเขือเทศ มีปริมาณวิตามินซีสูงกว่า สารสกัดฟ้าท้าว ปริมาณวิตามินซีในสารสกัดมะเขือเทศมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 20.75 mM และ ปริมาณวิตามินซีในสารสกัดฟ้าท้าวมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 16.39 mM ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของสบู่กลีเซอรินผสมสารสกัดจากฟ้าท้าวเฉลี่ยเท่ากับ 9.24±0.13 และสบู่กลีเซอรินผสมสารสกัดมะเขือเทศเฉลี่ยเท่ากับ 9.25±0.07 ความพึงพอใจของผู้บริโภคมีความพึงพอใจสบู่กลีเซอรินผสมสมุนไพร ในระดับความพึงพอใจมากทั้งในด้านคุณภาพและด้านผลิตภัณฑ์

คำสำคัญ: สารสกัดสมุนไพร, สบู่กลีเซอริน, สารสกัดมะเขือเทศ, สารสกัดฟ้าท้าว

Abstract

The objectives of this research were to: 1) determine the suitable ratio of glycerin and herbal extracts in making herbal glycerin soap 2) compare the vitamin C content in both herbal extracts 3) measure the acidity - alkalinity of herbal soaps 4) and determine consumers' satisfaction towards the use of both herbal soaps. The herbal glycerin soaps were examined for vitamin C content and were measured for acidity - alkalinity (pH). Then to determine the satisfaction of consumers towards the use of both herbal glycerin soaps, testing was done among 30 staff and students of Innovation Demonstration School Rajamangala University of Technology Thanyaburi.

The results showed that in making herbal glycerin soap, the suitable ratio of the mixture of glycerin and herbal extracts was 500 grams of glycerin per 80 grams of herbal extracts. The amount of vitamin C in tomato extract was higher than Gac extract. The average vitamin C content in tomato extract was 20.75 and the average vitamin C content of Gac extract was 16.39. The average pH of glycerin soap plus Gac extract was 9.24±0.13 and the average pH of glycerin soap mixed with tomato extract was at 9.25±0.07. Consumers were satisfied in the use of herbal glycerin soaps both in quality and products.

Keywords: Herbal Extracts, Glycerin Soap, Tomato Extract, Gac Extract

บทนำ

ปัจจุบันการใช้ผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดร่างกาย มีอยู่อย่างแพร่หลาย และมีรูปแบบแตกต่างกัน เช่น สบู่ก้อน สบู่เหลว ซึ่งสบู่เป็นส่วนผสมระหว่างกรดไขมันกับด่างในอัตราส่วนที่ทำให้ทำความสะอาดได้ดี และไม่อันตรายต่อผิว (ชนิษฐ พานวงศ์, 2555) แต่ในปัจจุบันกระบวนการผลิตสบู่มีการเพิ่มส่วนผสมอื่นๆ เพื่อให้สบู่มีสรรพคุณตรงตามความต้องการของผู้บริโภคมากขึ้น เช่น มีกลิ่นหอม มีสีสันทันสวยงามน่าใช้ และมีสรรพคุณทางยา ในทางการค้ามีการใช้สารสังเคราะห์เพิ่มขึ้นทำให้ผลิตภัณฑ์น่าใช้ แต่แฝงไปด้วยสารเคมีที่เป็นอันตราย มีพิษตกค้างและราคาสูง (นงเยาว์ เทพยา, 2549) สบู่มีหลากหลายประเภท ซึ่งสามารถแยกตามวัตถุดิบ และกระบวนการผลิต

สบู่กลีเซอรินใช้สำหรับทำความสะอาดร่างกายที่ได้จากปฏิกิริยาของด่างกับน้ำมันจากพืชหรือไขมันจากสัตว์ กลีเซอริน (Glycerin) เกิดจากกระบวนการไฮโดรไลซิส (Hydrolysis) ของน้ำมันจากพืชหรือไขมันจากสัตว์ (ณัฐพงศ์ ดันติวิวัฒน์พันธ์, 2565) มีการศึกษาพบว่ากลีเซอรินมีคุณสมบัติช่วยผิว เพราะมีคุณสมบัติเหมือนมอยซ์เจอร์โรเซอร์ช่วยให้ผิวชุ่มชื้น เมื่อนำมาผลิตเป็นสบู่กลีเซอริน นอกจากจะสามารถช่วยจัดสิ่งสกปรกที่ฝังแน่นออกจากร่างกายแล้ว สบู่กลีเซอริน ยังมีคุณสมบัติช่วยคงความชุ่มชื้นให้กับผิว ทำให้ผิวไม่แห้ง อ่อนโยนต่อผิว ขำระล้างออกง่ายจึงไม่ทำให้รูขุมขนอุดตัน อีกทั้งยังปลอดภัยต่อผิวหนังด้วยเพราะเป็นกลีเซอรินจากธรรมชาติ ในปัจจุบันนิยมใช้พืชสมุนไพรที่มีอยู่ในธรรมชาติมาเป็นส่วนผสมเพิ่มเติมในสบู่แทนการใช้สารเคมีสังเคราะห์ พืชสมุนไพรที่ใช้มีสารสำคัญและมีสรรพคุณทางยา เช่น มีน้ำมันหอมระเหยที่มีกลิ่นเฉพาะ มีสีสันทันสวยงาม หาง่าย ราคาถูก ประหยัด ปลอดภัย ไร้สารสังเคราะห์ และไม่มีพิษตกค้าง ทำให้สบู่สมุนไพรที่ผลิตขึ้นจากผลิตภัณฑ์ธรรมชาติมีคุณลักษณะเฉพาะที่หลากหลาย จึงเป็นทำให้เห็นถึงความ महत्त्वของสบู่สมุนไพรที่มีคุณค่า (อทิทยา กรรณาสूरียกุล, 2564)

จากข้อมูลทำให้ผู้วิจัยเห็นความสำคัญดังกล่าวในการศึกษาวิธีการทำและพัฒนาสบู่กลีเซอรินผสมสมุนไพร ซึ่งสมุนไพรที่นำมาผสมได้แก่สารสกัดผักขาว และสารสกัดจากมะเขือเทศ ผักขาวเป็นพืชที่ได้รับความนิยม เนื่องจากเป็นพืชพื้นบ้าน ในเยื่อหุ้มเมล็ดที่มีสีแดงในผลผักขาวมีสารเคมีกลุ่มแคโรทีนอยด์สูง โดยเฉพาะสารไลโคปีนและสารเบต้าแคโรทีน (ศิริรัตน์ พันธุ์เรือง, 2564) มะเขือเทศมีองค์ประกอบสำคัญที่พบได้ในผลมะเขือเทศ พบว่า วิตามินเอ ซี และอี สารแคโรทีนอยด์และโพลีฟีนอล เป็นองค์ประกอบที่สำคัญในกระบวนการต้านอนุมูลอิสระ (สุชาติทิพ ภมรประวัตติ, 2552) ผู้วิจัยจึงมีแนวความคิดที่จะนำสารสกัดจากพืชทั้ง 2 ชนิดมาเป็นส่วนผสมในการทำสบู่กลีเซอรินผสมสมุนไพร ที่มีความปลอดภัยสูง ไม่มีสารที่เป็นอันตราย จึงไม่ก่อให้เกิดโทษต่อร่างกายและเมื่อใช้อย่างต่อเนื่องสุขภาพผิวจะดีขึ้นและมีผิวพรรณที่สวยงามขึ้นด้วยคุณสมบัติจากสารสกัดธรรมชาติ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

- 1) เพื่อศึกษาวิธีการทำสบู่กลีเซอรินผสมสารสกัดสมุนไพร
- 2) เพื่อเปรียบเทียบปริมาณวิตามินซีในสบู่สมุนไพรทั้ง 2 ชนิด
- 3) เพื่อศึกษาความเป็นกรด-ด่างของสบู่สมุนไพร
- 4) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อสบู่สมุนไพร

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การเก็บรวบรวมข้อมูล/ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

ตอนที่ 1 เพื่อศึกษาวิธีการทำสบู่กลีเซอรินผสมสารสกัดสมุนไพร

ขั้นตอนการทำสบู่กลีเซอรินผสมสารสกัดสมุนไพร ศึกษาขั้นตอนการผลิตสบู่สมุนไพรจากงานวิจัยเรื่องการออกแบบและพัฒนากระบวนการผลิตสบู่สมุนไพร กรณีศึกษาศูนย์การเรียนรู้โครงการบ้านต่อยอด และนำมาปรับในส่วนผสมของสารสกัดจากผักขาวและสารสกัดจากมะเขือเทศ

- 1.1 หั่นกลีเซอรินเป็นชิ้นเล็กๆ ชั่งเตรียมไว้ 500 กรัม
- 1.2 นำกลีเซอรินไปตุ๋นให้ละลาย โดยใช้อุณหภูมิประมาณ 40 – 50 องศาเซลเซียส
- 1.3 เตรียมสบู่เหลว โดยการปอกเปลือก หั่น คั้นน้ำ และกรองด้วยผ้าขาวบาง
- 1.4 ตวงสบู่เหลวใส่ในปริมาณ 80 กรัม ผสมในกลีเซอรินที่ละลายแล้วในอุณหภูมิประมาณ 40 องศาเซลเซียสเทใส่เหยือก คนเบาๆ ทิ้งไว้ให้เย็นลงเล็กน้อย
- 1.5 เทสบู่สมุนไพรใส่พิมพ์ ทิ้งไว้ให้เย็นประมาณ 30 นาที และแกะออกจากพิมพ์



กลีเซอริน



สารสกัดมะเขือเทศ



สารสกัดฟักข้าว



กลีเซอรินหอมเหลว



เทสบูใส่พิมพ์



สปูกลีเซอรินผสมสารสกัดสมุนไพร

ภาพที่ 1 วัสดุอุปกรณ์การทำสปูกลีเซอรินผสมสารสกัดสมุนไพร

ตอนที่ 2 เพื่อเปรียบเทียบปริมาณวิตามินซีในสปูสมุนไพรทั้ง 2 ชนิด

การหาปริมาณวิตามินซีในสารสกัดสมุนไพร

ทำการหาปริมาณวิตามินซีในสารสกัดสมุนไพรโดยใช้วิธีการไทเทรตกับสารละลายไอโอดีน (ดัดแปลงจาก Babashahi-Kouhanestani et al., 2014) โดยเริ่มจากการปิเปตสารสกัดสมุนไพรมา 2 ml ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ เติมน้ำกลั่น 100 ml และน้ำแข็ง 5 ml ลงไป นำมาไทเทรตกับสารละลายไอโอดีนที่ทราบความเข้มข้นแน่นอน จนกระทั่งถึงจุดยุติ คือ สารละลายเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน บันทึกปริมาตรสารละลายไอโอดีนที่ใช้ในการไทเทรต ทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง นำปริมาตรที่ได้มาคำนวณหาปริมาณวิตามินซีในสารสกัดสมุนไพร

ตอนที่ 3 เพื่อศึกษาความเป็นกรด-ด่างของสปูสมุนไพร

วัดค่าความเป็นกรด-ด่างของสปูกลีเซอรินจากสมุนไพร โดยใช้เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH Meter)

ซึ่งตัวอย่างสปูกลีเซอรินผสมสมุนไพรทั้ง 2 สูตร ปริมาณ 20 กรัม เติมน้ำกลั่น 40 มิลลิลิตร คนให้เข้ากันและนำไปวัดความเป็นกรด-ด่างด้วยเครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH Meter)

ตอนที่ 4 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อสปูสมุนไพร

ความพึงพอใจของผู้บริโภค กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาในครั้งนี้เป็นนักเรียนและบุคลากรโรงเรียนสาธิตนวัตกรรมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างอย่างง่ายจำนวน 30 คน ทำการเก็บข้อมูลโดยเตรียมสปูกลีเซอรินผสมสารสกัดสมุนไพรพร้อมแบบประเมินเพื่อให้กลุ่มตัวอย่างได้ทดสอบ ลักษณะของแบบสอบถามจะเป็นมาตราส่วนประมาณค่าของลิเคอร์ท (Likert's Scale) 5 ระดับ ได้แก่คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 0.00 – 0.50 หมายถึง ระดับความพึงพอใจน้อยมาก คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 1.51 – 2.50 หมายถึง ระดับความพึงพอใจน้อย คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 2.51 – 3.50 หมายถึง ระดับความพึงพอใจพอสมควร คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 3.51 – 4.50 หมายถึง ระดับความพึงพอใจมาก คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 4.51 - 5.00 หมายถึง ระดับความพึงพอใจมากที่สุด โดยประเมิน 2 ด้าน ได้แก่ ด้านคุณภาพ ด้านผลิตภัณฑ์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าเฉลี่ย (\bar{x}) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation : S.D.)

ผลการศึกษา

ตอนที่ 1 เพื่อศึกษาวิธีการทำสปูกลีเซอรินผสมสารสกัดสมุนไพร

ศึกษาสูตรที่เหมาะสมของสปูกลีเซอรินผสมสารสกัดสมุนไพร ศึกษาขั้นตอนการผลิตสปูสมุนไพรจากงานวิจัยเรื่องการออกแบบและพัฒนากระบวนการผลิตสปูสมุนไพร กรณีศึกษาศูนย์การเรียนรู้โครงการบ้านต่อยอด และนำมาปรับในส่วนผสมของสารสกัดจากฟักข้าวและสารสกัดจากมะเขือเทศ จากการศึกษาพบว่า อัตราส่วนที่เหมาะสมคือ กลีเซอรินต่อสารสกัดสมุนไพรต่อน้ำมันหอมระเหยกลิ่นดอกแก้ว ในอัตราส่วน 500 g : 80 g : 0.5 g



สบู่กลีเซอรีนผสมสารสกัดมะเขือเทศ



สบู่กลีเซอรีนผสมสารสกัดฟักข้าว

ภาพที่ 2 สบู่กลีเซอรีนผสมสารสกัดสมุนไพรที่ต่างกัน

ตอนที่ 2 เพื่อเปรียบเทียบปริมาณวิตามินซีในสารสกัดสมุนไพรทั้ง 2 ชนิด

การวิเคราะห์ปริมาณวิตามินซีจากสารสกัดสมุนไพรด้วยการไทเทรตกับสารละลายไอโอดีน ได้ผลดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ปริมาณวิตามินซีจากสารสกัดฟักข้าวด้วยการไทเทรตกับสารละลายไอโอดีน

สารสกัดฟักข้าว	ค่าเฉลี่ยปริมาณวิตามินซี (mM)			$(\bar{X} \pm S.D)$
	ตัวอย่างที่ 1	ตัวอย่างที่ 2	ตัวอย่างที่ 3	
	16.54	16.76	15.88	16.39 \pm 0.46

จากตารางที่ 1 ปริมาณวิตามินซีในสารสกัดฟักข้าวมีค่าเฉลี่ยตัวอย่างที่ 1 ตัวอย่างที่ 2 และตัวอย่างที่ 3 เท่ากับ 16.54 16.76 และ 15.88 ตามลำดับ โดยทั้ง 3 ตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 16.39 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ ± 0.46

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ปริมาณวิตามินซีจากสารสกัดมะเขือเทศด้วยการไทเทรตกับสารละลายไอโอดีน

สารสกัดมะเขือเทศ	ค่าเฉลี่ยปริมาณวิตามินซี (mM)			$(\bar{X} \pm S.D)$
	ตัวอย่างที่ 1	ตัวอย่างที่ 2	ตัวอย่างที่ 3	
	21.05	20.67	20.54	20.75 \pm 0.27

จากตารางที่ 2 ปริมาณวิตามินซีในสารสกัดมะเขือเทศมีค่าเฉลี่ยตัวอย่างที่ 1 ตัวอย่างที่ 2 และตัวอย่างที่ 3 เท่ากับ 21.05 20.67 และ 20.54 ตามลำดับ โดยทั้ง 3 ตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 20.75 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ ± 0.27

ตอนที่ 3 เพื่อศึกษาความเป็นกรด-ด่างของสบู่สมุนไพร

การวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของสบู่กลีเซอรีนผสมสารสกัดฟักข้าว ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความเป็นกรด-ด่าง (pH) ในสบู่กลีเซอรีนผสมสารสกัดฟักข้าว

สารสกัดฟักข้าว	ค่าเฉลี่ยความเป็นกรด-ด่าง (pH)			$(\bar{X} \pm S.D)$
	ตัวอย่างที่ 1	ตัวอย่างที่ 2	ตัวอย่างที่ 3	
	9.37	9.22	9.12	9.24 \pm 0.13

จากตารางที่ 3 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของสบู่กลีเซอรีนผสมสารสกัดฟักข้าว มีค่าเฉลี่ยตัวอย่างที่ 1 ตัวอย่างที่ 2 และตัวอย่างที่ 3 เท่ากับ 9.37 9.22 และ 9.19 ตามลำดับ โดยทั้ง 3 ตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 9.24 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ ± 0.13

การวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของสปูกลีเซอรีนผสมสารสกัดมะเขือเทศ ดังตารางที่ 4
ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความเป็นกรด - ด่าง (pH) ในสปูกลีเซอรีนผสมสารสกัดมะเขือเทศ

สารสกัดมะเขือเทศ	ค่าเฉลี่ยความเป็นกรด - ด่าง (pH)			$(\bar{X} \pm S.D)$
	ตัวอย่างที่ 1	ตัวอย่างที่ 2	ตัวอย่างที่ 3	
	9.24	9.32	9.19	9.25±0.07

จากตารางที่ 4 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของสปูกลีเซอรีนผสมสารสกัดมะเขือเทศมีค่าเฉลี่ยตัวอย่างที่ 1 ตัวอย่างที่ 2 และตัวอย่างที่ 3 เท่ากับ 9.24 9.32 และ 9.19 ตามลำดับ โดยทั้ง 3 ตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 9.25 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ ±0.07

ตอนที่ 4 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อสปูสมุนไพโร

การวิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อสปูกลีเซอรีนผสมสมุนไพโรในแต่ละด้าน ซึ่งประกอบไปด้วยด้านคุณภาพและด้านผลิตภัณฑ์

ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อสปูกลีเซอรีนผสมสารสกัดสมุนไพโร

ความพึงพอใจในแต่ละด้าน	สปูกลีเซอรีนผสมสมุนไพโร	$(\bar{X} \pm S.D)$	ระดับความพึงพอใจ
ด้านคุณภาพ			
1. ผลิตภัณฑ์สปูไม่ก่อให้เกิดอาการแพ้	สารสกัดผักขำ	4.27±0.83	พอใจมาก
	สารสกัดมะเขือเทศ	4.30±0.75	พอใจมาก
2. ผลิตภัณฑ์ช่วยขจัดสิ่งสกปรกบนผิว	สารสกัดผักขำ	4.33±0.71	พอใจมาก
	สารสกัดมะเขือเทศ	3.93±0.78	พอใจมาก
3. อธิบายวิธีการใช้อย่างชัดเจน	สารสกัดผักขำ	4.30±0.70	พอใจมาก
	สารสกัดมะเขือเทศ	4.37±0.67	พอใจมาก
ด้านผลิตภัณฑ์			
1.. ผลิตภัณฑ์สปู มีสีสวยงามน่าใช้	สารสกัดผักขำ	3.67±0.96	พอใจมาก
	สารสกัดมะเขือเทศ	3.83±0.95	พอใจมาก
2. รูปลักษณ์ของผลิตภัณฑ์สวยงาม	สารสกัดผักขำ	3.90±0.88	พอใจมาก
	สารสกัดมะเขือเทศ	3.73±0.91	พอใจมาก
3. ผลิตภัณฑ์สปูมีกลิ่นหอม	สารสกัดผักขำ	3.90±0.92	พอใจมาก
	สารสกัดมะเขือเทศ	3.87±0.94	พอใจมาก

ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อสปูกลีเซอรีนผสมสมุนไพโรพบว่า ด้านคุณภาพ มีระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับ พอดี (4.25±0.74) และด้านผลิตภัณฑ์มีระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับ พอดี (3.82±0.93) ซึ่งผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าในแต่ละระดับของผู้บริโภคโดยรวมอยู่ในระดับมาก

สรุปผลและอภิปรายผล

จากการศึกษาวิธีการทำสปูกลีเซอรีนผสมสมุนไพโร พบว่า มีอัตราส่วนผสมระหว่าง กลีเซอรีน และสารสกัดสมุนไพโรที่เหมาะสมในการทำสปูกลีเซอรีนผสมสมุนไพโร คือ กลีเซอรีน 500 กรัม ต่อ สารสกัดสมุนไพโร 80 กรัม จากการทดสอบปริมาณวิตามินซีในสารสกัดสมุนไพโรทั้ง 2 ชนิด พบว่า สารสกัดมะเขือเทศ มีปริมาณวิตามินซีสูงกว่า สารสกัดผักขำ ปริมาณวิตามินซีในสารสกัดมะเขือเทศมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 20.75 mM และปริมาณวิตามินซีในสารสกัดผักขำมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 16.39 mM โดยในมะเขือเทศมีวิตามินซี วิตามินเอ และยังมีส่วนอนุมูลอิสระ (นิรมล ธรรมวิริยสดี, 2557) และในผักขำมีวิตามินซี สารพิษเคมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูง และยังพบว่าในผักขำมีสารที่สามารถยับยั้งเชื้อ *A.niger* (จารุชา ยี่แสง, 2560) ซึ่งเหมาะที่จะนำมาเป็นส่วนผสมในการทำผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับสุขภาพ ซึ่งวิตามินซีจะช่วยซ่อมแซมผิวจากความเสียหายของแสงแดดและปกป้องผิวจากความร่วงโรย ส่งเสริมสุขภาพผิวพรรณ สร้างเซลล์ผิวหน้าใหม่ๆ ป้องกันการเกิดภาวะริ้วรอยก่อนวัย ช่วยต้านการเกิดเม็ดสีเมลานิน อันเป็นต้นเหตุของการเกิดฝ้า ช่วยเร่งกระบวนการการรักษาแผล (ฉัตรชัย ไตรทอง, 2553) ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)

ของสับู่ กลีเซอรินผสมสารสกัดจากฟักข้าวเฉลี่ยเท่ากับ 9.24 ± 0.13 และสับู่กลีเซอรินผสมสารสกัดมะเขือเทศเฉลี่ยเท่ากับ 9.25 ± 0.07 ในการผลิตสับู่ในอัตราส่วนที่ทำให้สามารถทำความสะอาดได้ดี และค่า pH ไม่เป็นอันตรายต่อผิว คือมีค่า pH อยู่ระหว่าง 8-10 (ธนศวรร นวลใย, 2558) (ในเอกสารจดแจ้งของ อย.ให้ผู้ผลิตสับู่ก่อนระบุว่าค่า pH ไม่เกิน 11) ผลการศึกษา สอดคล้องกับผลการวิจัยของพัชราภรณ์ ฐิตินวงศ์เศวต (2559) ที่รายงานว่าค่า pH ของสับู่อยู่ในช่วง 8-10 ผลการศึกษาความพึงพอใจผู้บริโภคมีความพึงพอใจสับู่กลีเซอรินผสมสมุนไพร ในระดับความพึงพอใจมากทั้งในด้านคุณภาพและด้านผลิตภัณฑ์

ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการศึกษาเกี่ยวกับคุณสมบัติสับู่กลีเซอรินผสมสมุนไพรในด้านอื่น ๆ เช่น หาปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ เป็นต้น
2. ควรศึกษาการทำสับู่กลีเซอรินในการผสมสมุนไพรชนิดอื่น ๆ

เอกสารอ้างอิง

จาดุชา ยี่แสง. (2560) ผลของกระบวนการแปรรูปต่อการเปลี่ยนแปลงสารพฤกษเคมีและกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระในผลิตภัณฑ์จากฟักข้าว สืบค้นจาก <http://dept.npru.ac.th/rdi/index.php?act> (18 เมษายน 2566)

ฉัตรชัย ไตรทอง. (2553). **บทความพิเศษ วิตามินซี (Ascorbic acid)**. กรุงเทพฯ : กวฟ. รพ. ภูมิพลอดุลยเดช พอ. บનો. ชาวขาว ดะแซ และ พืชชาภา ตาวัน. (2562). **การพัฒนาผลิตภัณฑ์สับู่กลีเซอรินจากสารสกัดลูกประคบสมุนไพร**.สงขลา : คณะวิทยาการสุขภาพและการกีฬา มหาวิทยาลัยทักษิณ.

ณัฐพงศ์ ตันติวิวัฒน์พันธ์. (2565). **บทความสับู่เหลวโพแทสเซียม ทางเลือกของการเพิ่มมูลค่าและศักยภาพของชุมชนในการจัดการน้ำมันพืชใช้แล้วได้ด้วยตัวเอง – การทดสอบใช้เป็นสารทำความสะอาดพื้นและรถเก็บขยะ** **วารสาร**

สิ่งแวดล้อม. สืบค้นจาก<http://www.ej.eric.chula.ac.th/content/6142/337> (18 เมษายน 2566)

ธนศวรร นวลใย. (2558) **เจลอาบน้ำสูตรเฉพาะชุมชนเขาเต่า**. นครปฐม : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์.

นันทวัน เอื้อวงศ์กุล ชนาพร รัตนมาลี และศักดา ดาดวง. (2560) **การวิเคราะห์หาปริมาณวิตามินซีในผักและผลไม้พื้นบ้าน**.

นครพนม : คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครพนม

นงเยาว์ เทพยา. (2549) **ความมหัศจรรย์ของสับู่สมุนไพร** **วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา**, 1(2), 156-164

นพพร บิ๊กแวน สุขุมล เหรียญทอง ศศิธร คนทน และสถาพร วีระสุนทร. (2564). **การออกแบบและพัฒนาระบบการผลิตสับู่สมุนไพรกรณีศึกษาศูนย์เรียนรู้โครงการบ้านต่อยอด**. กรุงเทพฯ : คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร.

พัชราภรณ์ ฐิตินวงศ์เศวต เสาวลักษณ์ วงษ์จันลา และ วิจิตร จันดาวงศ์ (2559). **สับู่ต้านเชื้อแบคทีเรียจากสารสกัดหยาบจากผลมะขามป้อม**. ปทุมธานี : คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

พวงทอง แก้วมาลา. (2562). **การพัฒนาผลิตภัณฑ์สบู่ของผู้ประกอบการในการบ่มเพาะหน่วยบ่มเพาะวิสาหกิจ**. มหาสารคาม. : หน่วยบ่มเพาะวิสาหกิจ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

อติยา กรรณาสूरียกุล. (2564) **บทความสับู่ก่อนถนอมโลกคงคุณค่าสายนํ้าสร้างสังคมยั่งยืน** สืบค้นจาก

<https://www.creativethailand.org/view/> (18 เมษายน 2566)

สารเคลือบผิวจากพืชธรรมชาติที่สามารถยืดอายุการเก็บรักษาผลมะเขือเทศ Plant-Based Coating that Can Extend Shelf Life of Tomatoes

วิรัชญา กลิ่นสุคนธ์¹ นุชพนิต ธรสินธุ์¹ ภูวนศ มั่นสน¹ ภูมิภัทร นามพันธ์¹ ธนาบุญณ์ นวนพรัตน์สกุล¹
แทนคุณ แสงวัฒนรัตน์¹ จิตรลัดดา มะลัยทอง¹ และ Maria Lourdes Bacong Magpantay¹
Wiranya Klinsukon¹, Nuchchaphanit Tornsini¹, Bhuvaned Munson¹, Phumipat Namphan¹,
Thanaboon Nawanopratsakon¹, Tankhun Saengwattannarat¹, Jitladda Malaythong¹,
and Maria Lourdes Bacong Magpantay¹

¹โรงเรียนสาธิตนวัตกรรมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี อ.ธัญบุรี จ.ปทุมธานี

¹Innovation Demonstration School of Rajamangala University of Technology Thanyaburi,
Thanyaburi, Pathumthani 12110, THAILAND

*Corresponding Author E-mail: jitladda_m@mutt.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อศึกษาคุณสมบัติสารเคลือบผิวจากพืชธรรมชาติที่สามารถยืดอายุการเก็บรักษาผลมะเขือเทศ 2) เพื่อศึกษาสารเคลือบผิวจากพืชธรรมชาติที่สามารถยืดอายุการเก็บรักษาผลมะเขือเทศ มะเขือเทศนิยมนบริโภคทั้งตลาดในประเทศและตลาดต่างประเทศ แต่ติดปัญหาที่สำคัญหลังจากการเก็บเกี่ยว คือ ผลมะเขือเทศการเน่าเสียได้อย่างรวดเร็ว อันเนื่องปัจจัยด้านต่าง ๆ และทำให้ยากต่อการเก็บรักษาและหรือส่งออก การใช้สารเคลือบจากพืชธรรมชาติเป็นวิธีการหนึ่งที่ใช้ในการยืดอายุการเก็บรักษาผลผลิตได้ โดยการนำพืชธรรมชาติมาสกัดให้ได้เพคติน น้ำกลั่น และสารเพิ่มความหนืด ที่อัตราส่วน 1:4:0.20 นำมะเขือเทศเคลือบสารเคลือบผิวจากพืชธรรมชาติ บรรจุบนถาดโฟม ห่อหุ้มด้วยฟิล์มถนอมอาหาร เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง 33 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 60 ± 4 %

ผลการวิจัยพบว่า 1) คุณสมบัติสารเคลือบผิวจากพืชธรรมชาติที่สามารถยืดอายุการเก็บรักษาผลมะเขือเทศ มีลักษณะฟิล์มสีขาว หนะเคลือบมีความมันวาว สารละลายเนื้อเนียนละเอียด มีความหนืดปานกลาง ละลายน้ำได้ดี ล้างออกได้ง่าย และ 2) สารเคลือบผิวจากพืชธรรมชาติที่สามารถยืดอายุการเก็บรักษาผลมะเขือเทศได้มากที่สุด คือ สารเคลือบผิวจากเปลือกแก้วมังกรสามารถยืดอายุการเก็บรักษา 10 วัน รองลงมา คือ สารเคลือบผิวว่านหางจระเข้ มีอายุเก็บรักษา 8 วัน และ สารเคลือบผิวใบบานฉ่ำ มีอายุเก็บรักษา 6 วัน ตามลำดับ สารเคลือบผิวจากพืชธรรมชาติสามารถยืดอายุการเก็บรักษาผลมะเขือเทศของค่า a^* b^* และ L^* ที่เพิ่มขึ้นได้เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม นอกจากนี้สารเคลือบผิวจากพืชธรรมชาติ จึงน่าจะเป็นแนวทางที่เลือกนำมาใช้ในการยืดอายุการเก็บรักษาคุณภาพของมะเขือเทศ เพื่อเป็นการลดการสั่งซื้อสารเคลือบจากต่างประเทศ อีกทั้งยังเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมอีกด้วย

คำสำคัญ: สารเคลือบผิว เพคติน การยืดอายุเก็บรักษา

Abstract

The objectives of this research were to: 1) study the properties of plant-derived coating that can extend shelf life of tomatoes, 2) and determine which type of plant-derived coating can extend shelf life of tomatoes the longest. Tomatoes are popular for both domestic and international markets, but the major problem after harvest is the rapid spoilage of tomato fruit due to various factors making it difficult to store and/or export. Using plant-derived coating is one method to extend the shelf life of produce. This was made possible in this research with the use of pectin extracted from plants mixed with distilled water and thickeners at the ratio of 1:4:0.20. Tomatoes were coated with plant-derived coating, packed in foam trays, wrapped with cling film, and stored in the room 33 ± 2 °C degree with relative humidity at 60 ± 4 %.

The results showed that 1) the properties of the plant coating that can extend shelf life of tomatoes are having a white film appearance from the gloss smooth solution, with medium viscosity, and being water soluble as it is easy to wash off; and 2) the plant-based coating that can extend the shelf life of tomatoes the most is the dragon fruit peel coating. It can extend the shelf life by 10 days. The second is aloe vera coating. It has a shelf life of 8 days and the third is the coating from Tiliacora triandra (Colebr.) Diels (Yanang

leaves). It has a shelf life of 6 days. The plant-derived coatings were able to prolong the shelf life of tomatoes by the increased a^* , b^* and L^* values compared to the control. In addition, the plant-derived coatings seem to be the method chosen to extend the shelf life of tomato quality. Making this can reduce the purchase of coatings from abroad, and it is also environmentally friendly.

Keywords: Coating Substance, Pectin, Storage-life Properties

1. บทนำ

ประเทศไทยมีความได้เปรียบเนื่องจากมีพื้นที่เหมาะต่อการเพาะปลูกมากกว่าร้อยละ 27.25 โดยนำจุดเด่นของอัตลักษณ์พื้นถิ่นและภูมิปัญญาท้องถิ่นของไทยมาใช้ในการผลิตและจำหน่ายสินค้าเกษตร เพื่อพัฒนาและต่อยอดการสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับสินค้าเกษตรทั้งด้านกลิ่นหอมของผักและรสชาติหอมหวานของผลไม้ทำให้สินค้าเกษตรมีคุณภาพเป็นที่นิยมของชาวต่างชาติ (สุภัทร คำมุงคุณ, 2565) ประเทศไทยเป็นประเทศที่ผลิตสินค้าเกษตรและส่งออกไปยังตลาดต่างประเทศทั่วโลก และตลาดในกลุ่มสหภาพยุโรป (European Union หรือ EU) ถือเป็นตลาดส่งออกสินค้าพืชผักและผลไม้ที่สำคัญ ซึ่งแต่ละปีมีมูลค่าค่อนข้างสูง คิดเป็นมูลค่ารวม 12,337.7 ล้านบาท หรือคิดเป็นปริมาณรวม 122,734 ตัน โดยเฉพาะผลไม้และพืชผักสวนครัว เช่น ทุเรียน มังคุด เงาะ ลองกอง แก้วมังกร มะเขือเทศ มะนาว หอม กระเทียม ผักสดแช่เย็น และอื่น ๆ มีความต้องการอย่างต่อเนื่อง (สำนักงานที่ปรึกษาการเกษตรต่างประเทศ, 2566) การส่งออกผลผลิตทางการเกษตรของผลไม้และพืชผักบางชนิดยังมีความเปราะบางเป็นอย่างมากต่อการเปลี่ยนแปลง ซึ่งมีสาเหตุหลายประการ ได้แก่ สภาพอากาศ การเกิดบาดแผล การเข้าทำลายของโรค แมลง และสัตว์ต่างๆ ระหว่างการเก็บเกี่ยว การขนส่ง และการวางจำหน่าย การสูญเสียทำให้ผลผลิตเกิดการสูญเสียน้ำหนักเหี่ยว และผิดปกติ (วิลาวัลย์ คำปวน, 2566) ผลไม้และพืชผักที่ขายตามท้องตลาดหรือซูเปอร์มาร์เก็ตที่มีผิวเปลือกสวยงามมันเงา เกิดจากการใช้สารเคลือบผิว โดยปกติแล้วพืชจะมีไขหรือนวลที่ผิวของผลไม้ซึ่งเป็นสารจำพวกไขมันเคลือบผิวอยู่เพื่อป้องกันการสูญเสียน้ำ และหลังจากเก็บเกี่ยวไม่นานสารพวกนี้ก็จะค่อย ๆ หลุดหายไป ทำให้ผลไม้และพืชผักเกิดการสูญเสียน้ำหรือน้ำในผลระเหยออกไปจะทำให้ผลไม้เหี่ยว เน่าเสียได้เร็วขึ้น (ชนะตะวัน คริสเตนเซน, ทวีธาร จินะสุยต์, ลลิตตา จันทรทอง สุชาติ พันธ์สุทธิวัฒน์, และนพพล เล็กสวัสดิ์, 2557) ดังนั้นจึงต้องมีการใช้สารเคลือบผิวที่ได้จากการสังเคราะห์หรือนำเข้าจากต่างประเทศ ซึ่งสมบัติของสารเคลือบผิวนอกจากจะทำให้ผิวสวย มันวาวแล้วยังมีผลต่ออัตราการหายใจ ลดการสูญเสียน้ำหนัก การสูญเสียน้ำจากเชื้อจุลินทรีย์ และยังทำให้ผลผลิตมีลักษณะเป็นที่ดึงดูดใจของผู้บริโภค หากผลไม้ขึ้นนั้นหรือแก่เกินไปได้มาตรฐานอาจทำให้ผลไม้เน่าเสียง่ายกว่าเดิมหรือทำให้รสชาติของอาหารผิดแปลกไปจากเดิมซึ่งจะก่อให้เกิดผลเสียกับร่างกายได้ (อนันต์ พิริยะภัทรกิจ, จิตตา สาตร์เพชร, มยุรา ล้านไชย, อนวัช สุวรรณกุล และคณินิจ บุศราคำ, 2560)

เพคติน (pectin) เป็นสารโพลีแซคคาไรด์ (polysaccharide) ที่พบเป็นองค์ประกอบสำคัญในผนังเซลล์พืชที่มีน้ำหนักรวมถึง 1% ของน้ำหนักแห้งที่ได้จากธรรมชาติ และมักพบว่าเป็นส่วนประกอบที่สำคัญในพืช ในระดับอุตสาหกรรมสกัดเพคตินจากผลไม้ชนิดต่าง ๆ เช่น เปลือกส้ม และกากแอปเปิ้ล อีกทั้งประเทศไทยยังคงต้องมีการนำเข้าเพคตินเพื่อนำมาใช้ในทางการแพทย์ และในทางอุตสาหกรรมอาหาร (ธนาวรรณ สุขเกษม, และขวัญจิตอรอนุกุลวัฒนา, 2559) มีคุณสมบัติในการเกิดเจล (gelling) ในผลิตภัณฑ์แยมและเยลลี่เป็นสารเพิ่มความคงตัว (stabilizing) และเป็นสารเพิ่มความหนา (thickening) ให้กับผลิตภัณฑ์อาหาร เพคตินได้ผ่านการรับรองความปลอดภัยสำหรับการใช้เป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์อาหาร (generally recognized as safe; GRAS) โดยองค์การอาหารและยา ประเทศสหรัฐอเมริกา (The U.S. Food and Drug Administration (FDA) จึงมีการนำมาใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารต่าง ๆ อย่างแพร่หลาย เช่น แยม (jams) โยเกิร์ตชนิดดื่ม (drinking yoghurt) และไอศกรีม (ice cream) เนื่องจากเพคตินมีคุณสมบัติในการย่อยสลายได้เองในธรรมชาติ (biodegradability) สามารถบริโภคได้ (edibility) รวมทั้งคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพ เช่น การฟอร์มเจล (gellation) และการอุ้มน้ำและตัวทำละลายไว้ภายในโครงสร้าง ทำให้เพคตินมีความเหมาะสมสำหรับประยุกต์ใช้เป็นตัวกักเก็บสารต้านจุลินทรีย์ (Aussi Videcoq et al. (2011) ซึ่งกระบวนการเคลือบผิวผลไม้มีประโยชน์ยังช่วยลดการสูญเสียน้ำ ลดการคายแก๊ส ปรับปรุงลักษณะผิวเนื้อ มีความมันวาว เรียบเงา นำรับประทานพวงโครงสร้างของผลไม้ที่มีลักษณะปรกติแต่ทำให้คงรูป (โสธรวา รอดประเสริฐ, 2557)

จากข้อมูลทำให้ผู้วิจัยเห็นความสำคัญดังกล่าวในการศึกษาสารเคลือบผิวจากพืชธรรมชาติที่สามารถยืดอายุการเก็บรักษาผลมะเขือเทศ และอัตราส่วนที่เหมาะสมของสารเคลือบผิวจากพืชธรรมชาติสามารถยืดอายุการเก็บรักษาผลมะเขือเทศ จึงมีแนวความคิดที่จะสร้างผลิตภัณฑ์ขึ้น เนื่องจากผู้บริโภคส่วนใหญ่ได้ให้ความสนใจในเรื่องสุขภาพมากขึ้น จึงจำเป็นต้องการบริโภคผลผลิตโดยวิธีการที่ทำมาจากธรรมชาติมากที่สุด และพยายามหลีกเลี่ยงการบริโภคที่มีการใช้สารเคลือบผิวที่ได้จากการสังเคราะห์ จึงเป็นทางเลือกใหม่ที่มีประสิทธิภาพในการคงคุณภาพและช่วยยืดอายุผลไม้สดไว้ได้ดีเทียบเท่าหรือดีกว่าในการยืดอายุ

การเก็บรักษา คุณภาพสด ลดการสูญเสีย และป้องกันการเกิดโรคได้อีกทั้งยังเพิ่มมีขีดความสามารถในการขยายเพื่อผลิต และจำหน่ายเชิงพาณิชย์และเป็นการนำมาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์อย่างสูงสุด

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อศึกษาคุณสมบัติสารเคลือบผิวจากพืชธรรมชาติที่สามารถยืดอายุการเก็บรักษาผลมะเขือเทศ
2. เพื่อศึกษาสารเคลือบผิวจากพืชธรรมชาติที่สามารถยืดอายุการเก็บรักษาผลมะเขือเทศ

2. วิธีดำเนินการวิจัย

ตอนที่ 1 เพื่อศึกษาคุณสมบัติสารเคลือบผิวจากพืชธรรมชาติที่สามารถยืดอายุการเก็บรักษาผลมะเขือเทศ

1. นำแก้วมังกร จำนวน 3-4 ผล ล้างด้วยน้ำเปล่าแบบไหลผ่าน ผึ่งให้สะเด็ดน้ำ ปอกเปลือกแยกที่เป็นเปลือกและเนื้อออกจากกัน นำส่วนเปลือกมาหั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ ขนาด 2x3 เซนติเมตร
2. เปลือกของแก้วมังกรที่หั่นเสร็จนำไปตากแดดให้แห้งเป็นเวลา 3 วัน เพื่อให้น้ำที่อยู่ภายในเปลือกแก้วมังกรสามารถระเหยได้ไวขึ้น นอกจากนี้ยังเป็นการรักษาเปลือกให้สามารถได้นานมากยิ่งขึ้น
3. เปลือกแก้วมังกรที่ตากแห้งมาปั่นด้วยเครื่องปั่นอเนกประสงค์จนละเอียดให้มีขนาดเล็กลง เพื่อให้สารสกัดที่มีอยู่ภายในเปลือกผลไม้ออกมาได้มากยิ่งขึ้น
4. นำผงของเปลือกแก้วมังกรผสมกับน้ำกลั่น ในอัตราส่วน 1:10 คนสารผสมให้ทั่วประมาณ 3-5 นาที จะมีสีแดงอมชมพู จากนั้นสกัดภายใต้อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที จะได้สารที่เปลี่ยนเป็นสีขาวและสีเหลือง
5. กรองสารที่ได้จากการแยกสกัด (extractant) ด้วยผ้าขาวบาง 2 ชั้น จะได้เป็นสารละลายเพคติน รोजนเย็นและนำมาตกตะกอนเพคตินด้วยเอทานอล ความเข้มข้นร้อยละ 95 โดยใช้อัตราส่วนของน้ำสกัดจากเปลือกแก้วมังกรต่อเอทานอล 1:2 โดยปริมาตร (V/V) ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 24 ชั่วโมง
6. กรองเพคตินที่ตกตะกอนด้วยกระดาษกรองเบอร์ 4 และล้างตะกอนด้วย 95% เอทานอล (Ethanol) (v/v) สลับกับอะซิโตน (Acetone) ประมาณ 3-5 ครั้ง เพื่อกำจัดสารปนเปื้อนอื่น จากนั้นนำมาทำให้เป็นผง เพื่อใช้ผลิตเป็นสารเคลือบผิวต่อไป
7. ทำเช่นเดียวกับข้อ 1-6 แต่เปลี่ยนจากเปลือกแก้วมังกร เป็นว่านหางจระเข้ และใบย่านาง
8. นำผงเพคตินที่ได้มาเตรียมเป็นสารละลาย ในอัตราส่วน 100 กรัม ผสมกับน้ำกลั่น 500 ml. คนส่วนผสมทั้งหมดให้เข้ากัน ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส เวลา 30 นาที ใส่สารเพิ่มความหนืด จำนวน 20 กรัม
9. คัดเลือกผลมะเขือเทศ โดยใช้ผลที่มีอายุการเก็บเกี่ยวเท่ากัน ขนาดผลเท่า ๆ กัน มีความสมบูรณ์เหมือนกัน ล้างด้วยน้ำเปล่าแบบไหลผ่าน ผึ่งให้สะเด็ดน้ำ จากนั้นนำมะเขือเทศอย่างละ 6 ผล รวมทั้งสิ้น 30 ผล นำมะเขือเทศไปเคลือบสารเคลือบผิวจากพืชธรรมชาติ 1 ครั้ง แล้วผึ่งให้แห้ง บรรจุบนถาดกระดาษขนาด กว้าง 20 cm. X ยาว 20 cm. สูง 2 cm. ห่อหุ้มด้วยฟิล์มถนอมอาหาร เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง 33 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 60 ± 4 %
10. บันทึกผลการทดลองคุณสมบัติสารเคลือบผิวจากพืชธรรมชาติ เช่น ความสามารถในการละลาย และลักษณะทางกายภาพของสารเคลือบผิวแต่ละชนิด



รูปที่ 1 การเคลือบผิวมะเขือเทศจากสารเคลือบชนิดต่าง ๆ

ตอนที่ 2 เพื่อศึกษาสารเคลือบผิวจากพืชธรรมชาติที่สามารถยืดอายุการเก็บรักษาผลมะเขือเทศ

1. จากการทดลองที่ 1 นำมะเขือเทศที่ผ่านการเคลือบสารเคลือบผิวจากพืชธรรมชาติในแต่ละชนิด บรรจุขนาดกระดาษขนาด กว้าง 20 cm. X ยาว 20 cm. สูง 2 cm. ห่อหุ้มด้วยฟิล์มถนอมอาหาร เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง 33 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 60 ± 4 %

2. จากนั้นบันทึกผลการเปลี่ยนแปลงของผลมะเขือเทศภายหลังการเคลือบ นำผลมะเขือเทศมาวัดค่าการเปลี่ยนแปลงสีด้วยเครื่อง Precision Colorimeter รุ่น NR 200 วัดสีผิวผลมะเขือเทศที่ผ่านการเคลือบผิวแต่ละชนิด (วันที่ 0, 2, 4, 6, 8, และ 10) โดยทำการหาค่าเฉลี่ยและบันทึกข้อมูล

เมื่อ ค่า a* เมื่อมีค่าเป็นบวก หมายถึง วัตถุมีสีแดง มีค่าเป็นลบ หมายถึงวัตถุมีสีเขียว

ค่า b* เมื่อมีค่าเป็นบวก หมายถึงวัตถุมีสีเหลือง มีค่าเป็นลบ แสดงว่าวัตถุเป็นสีน้ำเงิน

ค่า L* มีค่าเข้าใกล้ 0 หมายถึง วัตถุมีสีคล้ำ ค่า L* มีค่าเข้าใกล้ 100 แสดงว่าวัตถุมีสีใส





รูปที่ 2 ผลิตภัณฑ์สารเคลือบผิวจากพืชธรรมชาติ

3. ผลการศึกษา

1. ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติผลิตภัณฑ์สารเคลือบผิวจากพืชธรรมชาติที่สามารถยืดอายุการเก็บรักษาผลมะเขือเทศ

พบว่า คุณสมบัติผลิตภัณฑ์สารเคลือบผิวจากพืชธรรมชาติที่สามารถยืดอายุการเก็บรักษาผลมะเขือเทศที่เหมาะสมมากที่สุด คือ สารเคลือบผิวเปลือกแก้วมังกร ซึ่งมีลักษณะฟิล์มสีขาวใสอมชมพูอ่อน มันวาว ตะกอนตกตะกอนอยู่ในสารเคลือบ มีความเหนียวปานกลาง ละลายน้ำได้ดี ล้างออกได้ง่าย รองลงมา คือ สารเคลือบผิวว่านหางจระเข้ ซึ่งมีลักษณะฟิล์มสีขาวใส มันวาว เนื้อเจลมีความเหนียวละเอียด มีความเหนียวปานกลาง ละลายน้ำได้ดี ล้างออกได้ง่าย และสารเคลือบผิวใบยา ซึ่งมีลักษณะฟิล์มสีขาวใสอมเขียว มีความมันวาว มีตะกอนตกตะกอนอยู่ในสารเคลือบ มีความเหนียวสูง ละลายน้ำได้ปานกลาง ตามลำดับ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงผลความสามารถในการละลาย การตกตะกอน และลักษณะทางกายภาพของสารเคลือบผิวแต่ละชนิด

สารเคลือบผิว	ลักษณะทางกายภาพ	การละลาย	ภาพแสดงลักษณะสารเคลือบ
สารเคลือบผิวเปลือกแก้วมังกร	สารเคลือบผิวที่มีลักษณะเป็นเจลสีขาวใส อมชมพูอ่อน มีความมันวาว ตะกอนเพ คตินปะปนอยู่ในสารเคลือบ มีความหนืดปานกลาง	ละลายน้ำได้ดี ได้สารละลายสีขาว อมชมพู ล้างออกได้ง่าย	
สารเคลือบผิวว่านหางจระเข้	สารเคลือบผิวที่มีลักษณะเป็นเจลสีขาวใส มีความมันวาว เนื้อเจลมีความเหนียว ละเอียดยืด มีความหนืดปานกลาง	ละลายน้ำได้ดี ได้สารละลายสีขาวใส ล้างออกได้ง่าย	
สารเคลือบผิวใบย่านาง	สารเคลือบผิวที่มีลักษณะเป็นเจลสีขาวใส อมเขียว มีความมันวาว มีตะกอน เพคตินปะปนอยู่ในสารเคลือบ มีความหนืดสูง	ละลายน้ำได้ปานกลาง ได้สารละลายสีขาวอมเขียว	

2. ผลการวิเคราะห์สารเคลือบผิวจากพืชธรรมชาติที่สามารถยืดอายุการเก็บรักษาผลมะเขือเทศ

อายุการเก็บรักษาและการเปลี่ยนแปลงค่าสีของมะเขือเทศจากสีส้มแดงเป็นสีแดงเข้ม มีระยะเวลาในการเก็บรักษาได้นานขึ้น โดยเก็บที่อุณหภูมิ 33 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 60 ± 4 % จากการทดลองพบว่า การวัดค่าสี a^* b^* และ L^* ของผลมะเขือเทศมีการลดลงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา โดยผลมะเขือเทศที่ไม่เคลือบสาร มีค่าสี a^* b^* และ L^* น้อยกว่าและลดลงเร็วกว่าการใช้สารเคลือบผิวจากพืชชนิดอื่น ๆ และมีอายุเก็บรักษาเพียง 4 วัน เมื่อเปรียบเทียบกับมะเขือเทศที่เคลือบสารเคลือบผิวชนิดต่าง ๆ สามารถยืดอายุการเปลี่ยนสีของผิวมะเขือเทศได้ และสารเคลือบผิวจากเปลือกแก้วมังกร สามารถยืดอายุการลดลงของค่าสี a^* b^* และ L^* ได้ดีที่สุด มีอายุเก็บรักษา 10 วัน รองลงมา คือ สารเคลือบผิวว่านหางจระเข้ มีอายุเก็บรักษา 8 วัน และ สารเคลือบผิวใบย่านาง มีอายุเก็บรักษา 6 วัน ตามลำดับ ดังตารางที่ 2 สอดคล้องกับค่า a^* b^* และ L^* ที่พบว่า สารเคลือบผิวจากพืชธรรมชาติสามารถยืดอายุการเก็บรักษาผลมะเขือเทศของค่า a^* b^* และ L^* เพิ่มขึ้นได้เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมตามลำดับ

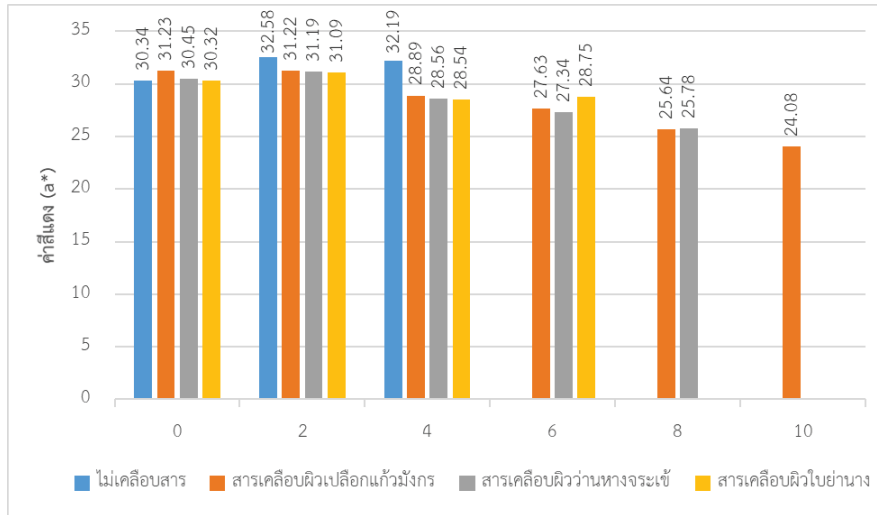
ตารางที่ 2 แสดงผลค่าการเปลี่ยนแปลงสี a^* , b^* , L^* ของผลมะเขือเทศภายหลังการเคลือบสารแต่ละชนิด

สารเคลือบผิว	วันที่ 0			วันที่ 2			วันที่ 4			วันที่ 6			วันที่ 8			วันที่ 10		
	a^*	b^*	L^*	a^*	b^*	L^*	a^*	b^*	L^*	a^*	b^*	L^*	a^*	b^*	L^*	a^*	b^*	L^*
ไม่เคลือบสาร	30.34	23.45	38.12	32.58	23.52	38.67	32.19	22.71	37.57									
เปลือกแก้วมังกร	31.23	25.65	40.15	31.22	22.97	37.23	28.89	21.42	37.20	27.34	21.34	36.34	25.64	20.56	36.23	24.08	19.23	36.12
ใบว่านหางจระเข้	30.45	25.98	39.56	31.19	23.04	37.76	28.56	21.76	37.36	28.75	20.87	36.90	25.78	20.34	36.75			
ใบย่านาง	30.32	26.34	40.46	31.09	23.87	37.37	28.54	21.78	37.53	27.63	21.06	37.20						

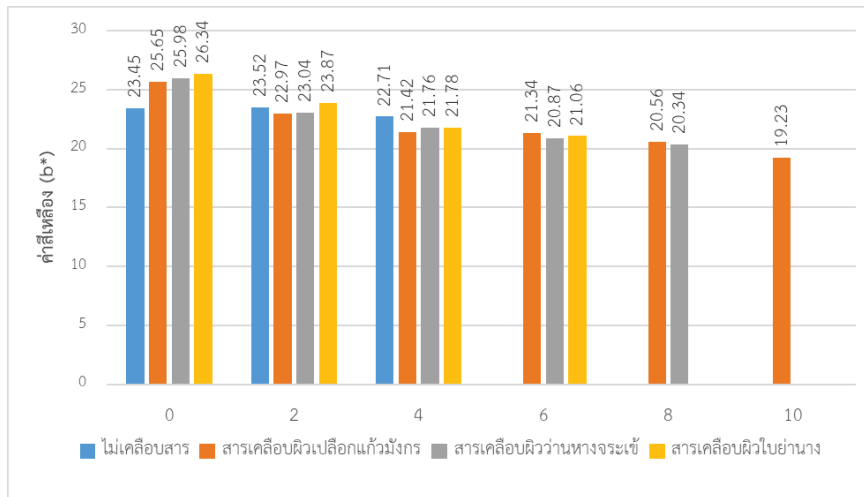
ค่า a^* = แสดงถึงแกนสีจากสีเขียว ($-a^*$) ถึงสีแดง ($+a^*$)

ค่า b^* = แสดงถึงแกนสีจากสีน้ำเงิน ($-b^*$) ถึงสีเหลือง ($+b^*$)

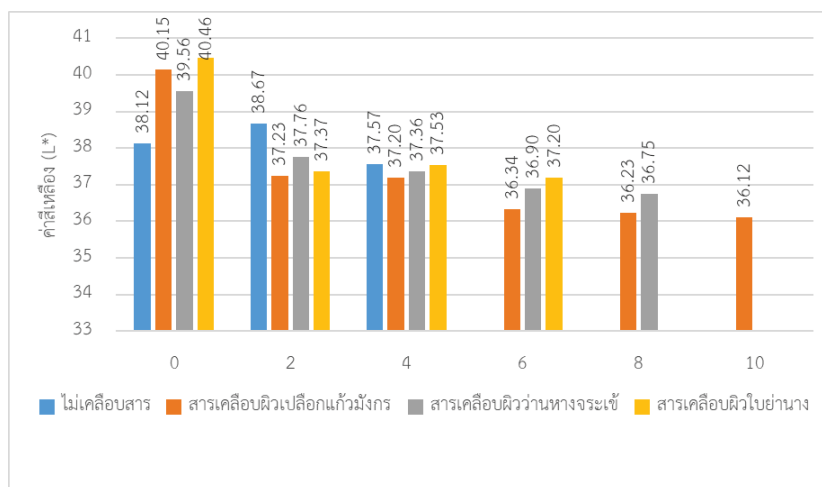
ค่า L^* = แสดงถึงค่าความสว่าง



รูปที่ 3 ระยะเวลาการเก็บรักษาร่วมกับสารเคลือบผิวต่อค่าสี a* ในมะเขือเทศ



รูปที่ 4 ระยะเวลาการเก็บรักษาร่วมกับสารเคลือบผิวต่อค่าสี b* ในมะเขือเทศ



รูปที่ 5 ระยะเวลาการเก็บรักษาร่วมกับสารเคลือบผิวต่อค่าสี L* ในมะเขือเทศ

4. สรุปผลและอภิปรายผล

จากการศึกษาสารเคลือบผิวจากพืชธรรมชาติที่สามารถยืดอายุการเก็บรักษาผลมะเขือเทศ เก็บรักษาขึ้นไว้ที่อุณหภูมิ $33 \pm 2^\circ\text{C}$ ความชื้นสัมพัทธ์ $60 \pm 4\%$ สารเคลือบผิวจากพืชธรรมชาติสามารถยืดอายุการเก็บรักษาผลมะเขือเทศได้ ในการทดลองพบว่า มะเขือเทศที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวจากพืชธรรมชาติ สามารถยืดอายุการเปลี่ยนแปลงของสีผิวของผลมะเขือเทศได้ โดยสามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงสีผิวมะเขือเทศเพิ่มขึ้นของค่าความเป็นสีแดง (a^*) ค่าความเป็นสีเหลือง (b^*) และค่าความสว่าง (L^*) สารเคลือบผิวจากเปลือกแก้วมังกร สามารถยืดอายุการเก็บรักษา 10 วัน รองลงมา คือ สารเคลือบผิวว่านหางจระเข้ มีอายุเก็บรักษา 8 วัน สารเคลือบผิวไบบานาง มีอายุเก็บรักษา 6 วัน และไม่ได้เคลือบสาร มีอายุเก็บรักษา 4 วัน ตามลำดับ พบว่า สารเคลือบผิวจากเปลือกแก้วมังกรสามารถยืดอายุการเก็บรักษาผลมะเขือเทศได้มากที่สุด ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเพคตินที่แยกสกัดได้สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการผลิตสารเคลือบผิวต่าง ๆ ซึ่งเพคตินมีความสามารถในการกักเก็บและปลดปล่อยสารต้านจุลินทรีย์ได้ดี ทำให้สารเคลือบเพคตินต้านจุลินทรีย์ที่มีลอริคาร์จินเนตเป็นส่วนผสมมีกิจกรรมในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุให้ผลไม้เกิดการเน่าเสียได้เป็นอย่างดี (จินรดา พัฒนใหญ่ยิ่ง, 2561) เป็นการนำเอาพืชธรรมชาติที่เหลือจากการบริโภคในชุมชน และหาได้ง่ายในท้องถิ่นมาทำการสกัดสารเคลือบผิวซึ่งจะเห็นได้ว่าสารเคลือบผิวจากเปลือกแก้วมังกร ว่านหางจระเข้ และไบบานางเป็นสารเคลือบผิวที่สามารถนำมาเป็นแนวทางในการเลือกของผู้บริโภค โดยใช้ทดแทนสารเคลือบผิวสังเคราะห์ที่ขายตามท้องตลาด สอดคล้องกับงานวิจัยของสุชานันท์ พุทธิเจริญผล สมิติตา ปันตอย และสาธินี สนคณอก. (2565) ได้กล่าวว่าการบริโภคมะเขือเทศเชอร์รี่เพิ่มมากขึ้นโดยนิยมรับประทานผลสด เนื่องจากมีปริมาณสารไลโคปีนสูงกว่ามะเขือเทศชนิดอื่น ๆ แต่มักประสบปัญหาในการเก็บรักษาผลผลิต หากเก็บอุณหภูมิที่ไม่เหมาะสมมักเกิดการสูญเสียทางด้านปริมาณและคุณภาพได้ง่าย มีอายุการเก็บรักษาลดลง การสารเคลือบจากว่านหางจระเข้เป็นวิธีการหนึ่งที่ใช้ในการยืดอายุการเก็บรักษาผลผลิต ผลการทดสอบพบว่ามะเขือเทศเชอร์รี่ที่เคลือบผิวด้วยว่านหางจระเข้ร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 และ 25 องศาเซลเซียส สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงของสีผิวผลมะเขือเทศเชอร์รี่ให้ค่าความเป็นสีแดง (a^*) ค่าความเป็นสีเหลือง (b^*) และค่าความสว่าง (L^*) ได้ดีกว่ากรรมวิธีที่ไม่เคลือบผิว นอกจากนี้การเคลือบผิวด้วยว่านหางจระเข้ร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส ช่วยลดอัตราการสูญเสียน้ำหนัก การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อ และปริมาณวิตามินซีได้ดี สอดคล้องกับงานวิจัยของอนดาชัย รัชเวทย์ และอดิษฐ์ จรดล. (2560) ได้กล่าวว่าผลของสารเคลือบผิวรับประทานได้ที่สกัดได้จากหัวบุกต่อการยืดอายุการเก็บรักษาของผลมะเขือเทศ และสภาวะที่เหมาะสมในการขึ้นรูปฟิล์มจากผงบุกที่สกัดได้ โดยทดลองพบว่าผลมะเขือเทศพันธุ์โทมัสที่เคลือบผิวด้วยสารละลายจากผงบุกที่ความเข้มข้น 1.15% w/v สามารถช่วยลดอัตราการสูญเสียน้ำหนัก และช่วยชะลอการเปลี่ยนแปลงสีผิวได้ดีที่สุด รวมถึงการประเมินการยอมรับคุณภาพด้านรสชาติ ลักษณะที่ปรากฏภายนอกและการประเมินคุณภาพโดยรวม ได้รับการยอมรับมากกว่าทุกชุดของการทดลอง แต่ไม่มีผลต่อปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ และค่าความแน่นเนื้อ รองลงมาคือ ผลมะเขือเทศพันธุ์โทมัสที่เคลือบผิวด้วยสารละลายจากผงบุกที่ความเข้มข้น 1.00%, 1.30% w/v และ มะเขือเทศพันธุ์โทมัสที่ไม่เคลือบผิว จากผลการวิจัยดังกล่าวสามารถใช้เปลือกแก้วมังกร ว่านหางจระเข้ และไบบานางเป็นสารเคลือบ ซึ่งเป็นสารที่สกัดได้จากธรรมชาติ เป็นสารที่หาได้ง่ายและมีใช้ตลอดปี และให้คุณสมบัติคงที่ในการเคลือบผิว รวมทั้งเป็นสารเคลือบผิวที่สามารถรับประทานได้ จึงน่าจะเป็นแนวทางที่เลือกนำมาใช้ในการยืดอายุการเก็บรักษาคุณภาพของผลมะเขือเทศ เพื่อเป็นการลดการสั่งซื้อสารเคลือบจากต่างประเทศ อีกทั้งยังเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมอีกด้วย ยังเป็นการพัฒนาและเพิ่มขีดความสามารถในการขยายเพื่อผลิตและจำหน่ายเชิงพาณิชย์และเป็นการนำมาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์อย่างสูงสุด

ข้อเสนอแนะ

1. ควรศึกษาการประยุกต์ใช้เพคติน และการแปรสภาพเพคตินในด้านอื่น ๆ เช่น การสูญเสียน้ำหนัก ความแน่นเนื้อ และปริมาณวิตามินซี
2. ควรศึกษาปริมาณเพคตินผักพื้นเมืองของประเทศไทย เพื่อให้เป็นข้อมูลในการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรอย่างคุ้มค่า

5. เอกสารอ้างอิง

ชนะตะวัน คริสเตนเช่น, ทวีธาร จินะสฤกษ์, ลลิตตา จันทรทอง สุชานันท์ พุทธิเจริญผล, และนพพล เล็กสวัสดิ์. 2557.

สารเคลือบผิวผลไม้เศรษฐกิจไทย. [online]. เข้าถึงจาก <https://www.agro.cmu.ac.th/absc/data/57/57-017.pdf>. : 2557

ธนาวรรณ สุขเกษม, และขวัญจิตรอนุกุลวัฒนา. 2559. ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดเพคตินจากกะหล่ำปลี ภูทับเบิก

อำเภอหล่มเก่า จังหวัดเพชรบูรณ์. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย. 10(2) : 262-268

- รินรดา พัฒนใหญ่ยิ่ง. 2561. การผลิตแพคตินจากเปลือกส้มโอเหลือทิ้ง เพื่อประยุกต์ใช้เป็นสารเคลือบผลไม้ ในอำเภออัมพวา จังหวัดสมุทรสงคราม. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา.
- วิลาวัลย์ คำปวน. 2566. สารเคลือบผิวสำหรับผลไม้สด. [online]. เข้าถึงจาก https://stri.cmu.ac.th/article_detail.php?id=38. : 2566
- สุชานันท์ พุทธเจริญผล, สุมิติดา ปันตอย, และสาธินี สนคองนอก. 2565. ผลของสารเคลือบผิวจากว่านหางจระเข้ต่อการเก็บรักษามะเขือเทศเชอร์รี่. วิทยานิพนธ์ เทคโนโลยีการเกษตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.
- สุภัทร คำมุงคุณ. 2565. เกษตรอัตลักษณ์พื้นถิ่น. [online]. เข้าถึงจาก <https://library.parliament.go.th/th/radioscript-rr2565-jan4>. : 2565
- สำนักงานที่ปรึกษาการเกษตรต่างประเทศ. 2566. รายงานสถานการณ์การค้าสินค้าเกษตร (Situation Report) ประจำเดือนมกราคม 2566. [online]. เข้าถึงจาก <https://www.moac.go.th/foreignagri-news-files-451091791900>. : 2566
- โสธญา รอดประเสริฐ. 2557. สรรสาระสารเคลือบผิวจากเปลือกผลไม้. วารสารกรมวิทยาศาสตร์บริการ. 62(196) : 41-43
- อนันต์ พิริยะภัทรกิจ, จิตตา สาตร์เพชร, มยุรา ล้านไชย, อนวัช สุวรรณกุล และคณิงนิจ บุศราคำ. 2560. ประสิทธิภาพของสารเคลือบผิวจากบุกเพื่อรักษาคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวและยืดอายุการเก็บรักษาผลส้มเขียวหวาน. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มธ. 6(4) : 301-308
- อนันดาธิ์ รัชเวทย์ และอดิษฐ์ จรดล. 2560. การยืดอายุการเก็บรักษาผลมะเขือเทศจากสารเคลือบผิวจากหัวบุกที่รับประทานได้. วารสารมหาวิทยาลัยนเรศวร. 25(1) : 75-91.
- Aussi Videcoq et al. 2011. Influence of calcium on pectin methylesterase behaviour in the presence of medium methylated pectins. Carbohydrate Polymers 86 : 1657-1664

พัฒนาผลิตภัณฑ์ไส้กรอกเส้นจันท์ผัดปู

Development of Sausage products Pud Pu Chan-Noodles

วรรณศิริ ทิรัญเกิด บوندาริกา สุมะนา และ รุ่งโรจน์ ตับกลาง

Wannasiri Hirankerd, Boondarika Sumana and Rungroj Tubklang

สาขาวิชานวัตกรรมอาหารและธุรกิจ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีตะวันออก วิทยาเขตจันทบุรี จังหวัดจันทบุรี

Food Innovation and Business Program, Faculty of Agro-Industrial Technology
Rajamangala University of Technology Tawan-ok

*E-mail: wannsiri_hi@rmutto.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเข้มข้นของน้ำเส้นจันท์ผัดปูที่เหมาะสมในการผลิตผลิตภัณฑ์ไส้กรอกเส้นจันท์ผัดปู โดยมีปัจจัยในการศึกษา คือ ความเข้มข้นของน้ำเส้นจันท์ผัดปู ที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด แตกต่างกัน 3 ระดับ คือ 45, 50 และ 55 องศาบริกซ์ ตามลำดับ ด้วยวิธีในแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design; CRD) จากนั้นนำผลิตภัณฑ์จากทุกสิ่งทดลอง (treatment combination) มาตรวจสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส ทางเคมี ทางกายภาพ และปริมาณจุลินทรีย์ ผลพบว่า ความเข้มข้นของน้ำเส้นจันท์ผัดปูมีผลกระทบต่อคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส และคุณภาพทางด้านกายภาพ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยความเข้มข้นของน้ำเส้นจันท์ผัดปูที่ 55 องศาบริกซ์ ให้คุณลักษณะที่เหมาะสม กล่าวคือ การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสผู้บริโภคให้คะแนนการความชอบมากที่สุด โดยให้คะแนนการยอมรับด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม เท่ากับ 6.42, 6.08 6.75, 6.75 และ 6.42 ตามลำดับ เมื่อทำการตรวจสอบคุณภาพทางเคมีและทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกเส้นจันท์ผัดปู ด้านค่าสีพบว่า ความสว่าง (L^*) ค่าสีแดง (a^*) ค่าสีเหลือง (b^*) มีค่าเท่ากับ 36.48, 10.44 และ 8.46 ตามลำดับ ด้านปริมาณความชื้น (ร้อยละ) และด้านปริมาณน้ำอิสระในอาหาร (a_w) มีค่าเท่ากับ 43.84 และ 0.904 ตามลำดับ ผลจากการตรวจสอบคุณภาพด้านปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่พบการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ จากการวิจัยนี้พบว่าความเข้มข้นของน้ำเส้นจันท์ผัดปูที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ไส้กรอกเส้นจันท์ผัดปูมีค่าความสว่าง ค่าสีแดง และค่าสีเหลือง มีค่าลดลง เนื่องจากน้ำเส้นจันท์ผัดปูที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดเพิ่มขึ้นนั้นส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ไส้กรอกเส้นจันท์ผัดปูมีสีที่คล้ำขึ้นเมื่อได้รับความร้อน

คำสำคัญ: ไส้กรอก, เส้นจันท์ผัดปู

Abstract

The purpose of this research was to study the concentration of chili sauce Pud Pu Chan-Noodles in the production of Sausage products Pud Pu Chan-Noodles. The study factor was the concentration of chili sauce Pud Pu Chan-Noodles. with three different levels of total dissolved solids, 45, 50 and 55 °Brix, respectively, by means of a completely randomized design (CRD). After that, the products from all experiments (treatment combination) were examined for sensory, chemical, physical and microbial quality. and physical quality It was statistically significant ($p \leq 0.05$). The concentration of chili sauce Pud Pu Chan-Noodles at 55 °Brix gave the appropriate characteristics. The acceptance scores for color, smell, taste, texture and total preference were 6.42, 6.08 6.75, 6.75 and 6.42 respectively. When examining the chemical and physical quality of Pud Pu Chan-Noodles products, In terms of color values, it was found that brightness (L^*), red (a^*), yellow (b^*) were 36.48, 10.44 and 8.46, respectively, moisture content (%) and free water content (a_w) were 43.84 and 0.904, respectively. The results from the qualitative examination of all microbial counts showed no microbial growth. From this research, it was found that the total dissolved solids content of the chili sauce Pud Pu Chan-Noodles concentration increased. As a result, the brightness, red and yellow values of the Pud Pu Chan-Noodles products decreased due to the increase in total soluble solid content of Pud Pu Chan-Noodles product. The color darkens when

Keywords: Sausage, Pud Pu Chan-Noodles

การใช้ประโยชน์จากของเหลือทิ้งในชุมชนตามรูปแบบชีวิตวิถีใหม่ : ขยะโฟม

Making use of Value Added by Product from a Newnormal Community: Foam Waste

สังเวย เสวกวิหารี^{1*} อุดมเดชา พลเยี่ยม¹ ธนาพร บุญชู¹ และนิภาพร ปัญญา²

¹มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ²สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

1381 ถนนประชากรราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร

*Corresponding Author E-mail: sangwoei.s@mutp.ac.th

บทคัดย่อ

การนำของเหลือทิ้งในชุมชนตามรูปแบบชีวิตวิถีใหม่ ช่วงการแพร่ระบาดของเชื้อไวรัส โควิด -19 เช่นขยะโฟมมาใช้ประโยชน์ ทำเป็นผลิตภัณฑ์กระถางปลูกต้นไม้แบบต่างๆได้ โดยผสมกับปูนซีเมนต์ในอัตราส่วน 1 : 1 ได้ผลิตภัณฑ์กระถางปลูกต้นไม้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 นิ้ว 8 นิ้ว 6 นิ้ว และ 4.5 นิ้ว ปลูกต้นไม้ชนิดต่างๆ ทั้งแบบไม้ในร่ม และไม้กลางแจ้ง ผลิตภัณฑ์กระถางปลูกต้นไม้ทุกขนาด มีความคงทน ไม่แตกหัก ไม่มีน้ำรั่วซึม ต้นไม้เจริญเติบโตดี ผลิตภัณฑ์กระถางปลูกต้นไม้จากขยะโฟมจึงเป็นผลิตภัณฑ์ที่นำของเหลือทิ้งจากชุมชน มาเพิ่มมูลค่า ช่วยลดปัญหาขยะ ช่วยเพิ่มพื้นที่สีเขียวให้ธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม และยังช่วยลดปัญหาภาวะโลกร้อนได้อีกทางหนึ่งด้วย

คำสำคัญ: ขยะโฟม, กระถางต้นไม้, ของเหลือทิ้ง

Abstract

During the epidemic of the coronavirus covid-19, single-use plastic containing products were in high demand across the community and may not be cost effective to recycle. However, repurposing such materials can reduce their environmental impact, for instance, plastic foam waste can be made into pots for planting different types of plants and trees. By mixing the foam with a suitable cement in a ratio of 1:1, a large range of pot diameters from 4.5-10 inches can be produced suitable for both indoor and outdoor planting requirements. These pot products suitable for growing plants of all sizes are durable, unbreakable, water tight. Therefore, it is a product that repurposes the leftovers from the community, and may even add value. This strategy helps reduce the problem of waste, and in particular encourages replenishment of green space to nature and the environment which also helps to combat global warming.

Keywords: foam waste , Pots for planting trees , Leftovers

1. บทนำ

จากสถานการณ์ปัจจุบัน ประเทศไทยประสบปัญหาขยะจากการใช้บรรจุภัณฑ์จากโฟม จนก่อให้เกิด ปัญหาขยะล้นเมือง เพราะโฟมเป็นบรรจุภัณฑ์ที่ไม่สามารถย่อยสลายได้เองตามธรรมชาติ ทำให้เกิดปัญหามลพิษตามมา จึงเกิดกระแสอนุรักษ์ และปกป้องสิ่งแวดล้อมอย่างต่อเนื่อง ผู้ประกอบการหรือนักธุรกิจที่ศึกษาปัญหา เกี่ยวกับบรรจุภัณฑ์อาหารและเครื่องดื่ม หรือบรรจุภัณฑ์รูปแบบอื่นๆอย่างเข้าใจ ก็จะช่วยให้การออกแบบ การเลือกใช้วัสดุในการผลิตบรรจุภัณฑ์สนองต่อความต้องการของสังคมและไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม หน่วยงานที่เกี่ยวข้องจึงออกมาตรการต่างๆเพื่อลดปริมาณขยะ แต่การทำงานที่บ้าน การซื้ออาหารกลับมารับประทานที่บ้าน และการสั่งซื้ออาหาร ของกิน และของใช้ต่างๆทางออนไลน์ ซึ่งเป็นชีวิตวิถีใหม่ที่ทุกคนต้องปรับตัว ซึ่งส่วนใหญ่จะมีการใช้กล่องโฟมในการบรรจุอาหาร และสิ่งของต่างๆ ทำให้เกิดปัญหาขยะจากกล่องโฟมถูกทิ้งในชุมชนเป็นจำนวนมาก กล่องโฟมบรรจุอาหารตามท้องตลาดทั่วไป ทำมาจากวัสดุพอลิเมอร์ ชนิด พอลิสไตรีน (Polystyrene) เมื่อใช้แล้วทิ้ง จะเป็นขยะที่ไม่ย่อยสลายตามธรรมชาติ ต้องใช้ระยะ เวลาค่อนข้างนานมาก การเผาขยะจากโฟมก็ทำให้เกิดมลพิษทางสิ่งแวดล้อม

การนำขยะโฟมมาใช้ประโยชน์ จึงเป็นแนวทางหนึ่งในการลดปัญหาขยะจากชุมชน และลดปริมาณขยะที่เข้าสู่กระบวนการกำจัดตามแผนงานขยะเป็นศูนย์ Zero - waste .

2. วิธีการทดลองหรือวิธีการศึกษา

2.1 วัตถุประสงค์ที่ใช้ในการทดลองคือ โฟมประเภทต่างๆ ที่เหลือทิ้งจากชุมชน เช่นกล่องโฟมบรรจุอาหารโฟม รองกันภาชนะ และโฟมแผ่น นำมาทำความสะอาด ตากแดดให้แห้ง หั่น ตัด ขูดให้เป็นชิ้นเล็กๆ ผสมกับปูนซีเมนต์ในอัตราส่วนที่เหมาะสม สามารถหล่อขึ้นรูปกระถางปลูกต้นไม้ได้ ไม่แตกหัก คืออัตราส่วน 1 : 1 โดยปริมาตร มีน้ำเป็นตัวประสานให้โฟมและปูนซีเมนต์รวมตัวกัน

2.2 เตรียมแม่พิมพ์กระถางต้นไม้ หรือแบบทำกระถางต้นไม้ ทาน้ำมันพืชให้ทั่วแม่พิมพ์หรือแม่แบบทั้งส่วนที่เป็นกระถาง และส่วนที่เป็นแกนกลางกระถาง ตักส่วนผสมในข้อ 2.1 ใส่แม่พิมพ์กระถาง หรือใส่แบบทำกระถางต้นไม้ เคาะให้ส่วนผสมในแม่พิมพ์หรือในแม่แบบกระถางต้นไม้แน่น ไม่มีฟองอากาศ นำแม่พิมพ์ไปตากแดด ส่วนแม่แบบกระถางต้นไม้ ใส่แกนกลางที่ทาน้ำมันส่วนด้านนอก วางตรงกลางของแม่แบบ กดให้ส่วนผสมที่เทไว้เต็มถึงขอบแม่แบบ ถ้าไม่เต็มถึงขอบให้ตักส่วนผสมจากข้อ 2.1 ใส่จนเต็ม แม่แบบ เคาะไล่ฟองอากาศ นำออกตากแดด

2.3 นำแกนกลางออกจากแม่แบบกระถาง ตากแดดต่อไปจนแม่แบบกระถางแห้ง ประมาณ 2 ชั่วโมง แกะกระถางต้นไม้ออกจากแม่แบบ หรือแม่พิมพ์ เจาะรูที่ก้นกระถางตากแดดให้แห้ง 3 - 5 วัน ทาสี ให้สวยงาม ตากแดดให้แห้ง 3-5 วัน ได้ผลิตภัณฑ์กระถางปลูกต้นไม้จากขยะโฟมแบบปลูกในร่ม และแบบปลูกกลางแจ้ง

3. ผลการทดลองและวิจารณ์ผล หรือผลการศึกษาและอภิปรายผล

สำหรับผลการศึกษา ขยะโฟม ซึ่งเป็นของเหลือทิ้งในชุมชนทำผลิตภัณฑ์กระถางปลูกต้นไม้แบบต่างๆ พบว่า อัตราส่วนผสมโฟมต่อปูนซีเมนต์ อัตราส่วน 1 : 0.5 โดยปริมาตร ผลิตภัณฑ์กระถางขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 นิ้ว สามารถขึ้นรูปได้ ไม่ทันทาน มีรอยแตกร้าวด้านนอก และด้านบนขอบกระถาง ผิวขรุขระ ส่วนผลิตภัณฑ์กระถางขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 นิ้ว 6 นิ้ว และ 4.5 นิ้ว สามารถขึ้นรูปได้ ไม่ทันทาน มีรอยแตกร้าว ผิวด้านในและด้านบนขรุขระ ด้านนอกเรียบเนียน อัตราส่วน 1:1 โดยปริมาตรผลิตภัณฑ์กระถางขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 นิ้ว 8 นิ้ว 6 นิ้ว และ 4.5 นิ้ว สามารถขึ้นรูปได้ดี มีความทันทาน ไม่มีรอยแตกร้าว ผิวเรียบเนียน อัตราส่วน 1 : 1.5 โดยปริมาตรผลิตภัณฑ์กระถางขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 นิ้ว 8 นิ้ว 6 นิ้ว และ 4.5 นิ้ว สามารถขึ้นรูปได้ดีมาก ไม่มีรอยแตกร้าว มีความทันทาน ผิวเรียบเนียน มีน้ำหนักมาก จากผลการทดลองที่ได้ จึงใช้อัตราส่วนผสม โฟมต่อปูนซีเมนต์ในอัตราส่วน 1 : 1 โดยปริมาตร เป็นอัตราส่วนที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์กระถางปลูกต้นไม้แบบต่างๆ ในงานวิจัยครั้งนี้ ผลการทดสอบผลิตภัณฑ์กระถางปลูกต้นไม้จากขยะโฟมแบบต่างๆ ช่วงเดือนกรกฎาคม สิงหาคม และกันยายน เป็นเวลา 3 เดือน พบว่า ผลิตภัณฑ์กระถางปลูกต้นไม้จากขยะโฟมแบบปลูกในร่ม และแบบปลูกกลางแจ้งทุกขนาด มีลักษณะคงรูป ไม่แตกหัก ไม่มีน้ำรั่วซึม ต้นไม้เจริญเติบโตได้ดีทุกต้น

4. สรุป

ขยะโฟม ของเหลือทิ้งในชุมชน ทำผลิตภัณฑ์กระถางปลูกต้นไม้แบบปลูกกลางแจ้ง และแบบปลูกในร่ม สรุปได้ว่า โฟมสามารถนำมาทำผลิตภัณฑ์กระถางปลูกต้นไม้แบบต่างๆได้ดี โดยผสมกับปูนซีเมนต์ในอัตราส่วน 1 : 1 ได้ผลิตภัณฑ์กระถางปลูกต้นไม้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 นิ้ว 8 นิ้ว 6 นิ้ว และ 4.5 นิ้ว ปลูกต้นไม้ชนิดต่างๆ ทั้งแบบไม่ในร่ม และไม่กลางแจ้ง ผลิตภัณฑ์กระถางปลูกต้นไม้ทุกขนาด มีความคงทน ไม่แตกหัก ไม่มีน้ำรั่วซึม ต้นไม้เจริญเติบโตดี

ผลิตภัณฑ์กระถางปลูกต้นไม้จากโฟม จึงเป็นผลิตภัณฑ์ที่นำของเหลือทิ้งในชุมชนมาใช้ประโยชน์ และเพิ่มมูลค่า ช่วยลดปัญหาขยะที่ทำลายยาก และยังช่วยเพิ่มพื้นที่สีเขียวในการปลูกต้นไม้ให้ธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม เพื่อช่วยลดปัญหาภาวะโลกร้อนได้อีกทางหนึ่งด้วย

5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากงบประมาณรายได้ประจำปี 2565 คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนครที่ให้ทุนในการทำวิจัยครั้งนี้และขอขอบคุณทุกกำลังใจ ทุกคำแนะนำ และทุกความช่วยเหลือที่ให้กับผู้วิจัยด้วยดีเสมอมา

6. เอกสารอ้างอิง

- เดือนใจ ปิยง, กันตินาฏ สกฤตสวัสดิพันธ์ และวราธรวิภา ไชยชาญ,2562 การผลิตกระถางต้นไม้จากกากตะกอนน้ำมันปาล์มร่วมกับก้อนเชื้อเห็ดเห็ดเก่า คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
- นงลักษณ์ บรรยงวิจัย, 2547. การผลิตกระถางจากผักตบชวา รายงานวิจัย กรมวิทยาศาสตร์บริการ นฤมล หวลระลึก, 2551. การประดิษฐ์กระถางต้นไม้แก้มลิง ห้องสมุด สสวท . แหล่งที่มา : <https://library.ipst.ac.th>
- ปทุมทิพย์ ต้นทับทิมทอง, 2550. การผลิตกระถางต้นไม้ช่วยจากวัสดุเหลือใช้จากการเกษตร คลินิกเทคโนโลยีที่พึ่งของประชาชน แหล่งที่มา : www.clinictech.rmutk.ac.th
- พงศธร หนูเล็ก ,จิราณัฐวัฒน์ แสงมุกด์ และนายชินพันธ์ แซ่ซิม, 2541. การทำ กระถางต้นไม้จากขุยมะพร้าว.วันที่สืบค้น 30พฤษภาคม 2562 , จาก <http://www.decorreport.com/a29385>.
- พรฤดี สวงวนสุข,2552. การพัฒนาบรรจุภัณฑ์กระถางจากกากตะกอนน้ำมันปาล์มและกากตะกอนเยื่อกระดาษ จากบ่อบำบัดน้ำเสีย สำหรับกล้าไม้ วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- พรเทพ แก้วเชื้อและวรินทร์ เกียรติกุล,2554. โครงการพัฒนากระถางต้นไม้จากซีลี้อย การประชุมวิชาการด้านการวิจัยดำเนินงานแห่งชาติประจำปี 2554. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ
- พิชชาพร สังข์ทอง, 2561. การทำกระถางต้นไม้จากธรรมชาติ. วันที่สืบค้น 25 พฤษภาคม2562, จาก <http://48125jiab.blogspot.com/>
- ภคินี ติปัญญา และ สรชัช มีโค, 2558. การอัดกระถางต้นไม้จากผักตบชวา. วันที่สืบค้น17 กรกฎาคม 2562, จาก <http://www.eng.kps.ku.ac.th/dblibv2/fileupload/project>.

การติดตามตรวจสอบปริมาณฝุ่นละอองรวม (TSP) บริเวณโรงเรียนในเขตเทศบาลนครตรัง Monitoring of Total Suspended Particulate (TSP) in Trang Municipality Schools

นุชนาฏ นิลออ^{1*} ฌานิกา แซ่แง่ ชุกลิน¹ เอนก สภาวะอินทร์¹ กัตตินาฏ สกุลสวัสดิพันธ์¹
และ กิตติกร ชันแกล้ว

Nutchanat Ninlaor¹, Chanika Saenge Chooklin¹, Aneak Sawain¹,
Kattinat Sagulsawasdipan¹ and Kittikorn Khanklaeo²

¹สาขาวิทยาศาสตร์ทางทะเลและสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

²สาขาวิศวกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

¹Department of Marine Science and Environment, Faculty of Science and Fisheries Technology,
Rajamangala University of Technology Srivijaya

²Department of Engineering, Faculty of Engineering and Technology, Rajamangala University of Technology Srivijaya

E-mail: nutchanat.n@rmutsv.ac.th โทร. 0954082323

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณฝุ่นละอองรวม (TSP) บริเวณโรงเรียนในเขตเทศบาลนครตรัง ทำการศึกษาโดยติดตั้งเครื่องตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองรวม (TSP) บริเวณจุดรับ - ส่งนักเรียนซึ่งเป็นจุดที่อยู่หน้าโรงเรียนจำนวน 9 โรงเรียน ได้แก่ โรงเรียนวัฒนาศึกษา โรงเรียนอนุบาลตรัง โรงเรียนมัธยมวัดควนวิเศษมูลนิธิ โรงเรียนปัญญาวิทย์ (มัธยมศึกษา) โรงเรียนบูรณะรำลึก โรงเรียนตรูไธทย โรงเรียนเทศบาล 6 (วัดตันตยาภิรม) โรงเรียนเทศบาล 1 (สังขวิทย์) และโรงเรียนวัดควนวิเศษ และศึกษาปริมาณรถที่สัญจรผ่านบริเวณหน้าโรงเรียน โดยดำเนินการศึกษา ในวันหยุดและวันธรรมดาซึ่งมีการเรียนการสอน ผลการศึกษาพบว่าปริมาณฝุ่นละอองรวม (TSP) ในช่วงวันหยุดบริเวณโรงเรียนเทศบาล 6 (วัดตันตยาภิรม) มีค่ามากที่สุด เท่ากับ 0.071 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และในช่วงวันธรรมดาบริเวณโรงเรียนวัดควนวิเศษมีค่ามากที่สุด เท่ากับ 0.103 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โดยปริมาณฝุ่นละอองรวม (TSP) มีค่าไม่เกินมาตรฐานที่กฎหมายคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติกำหนด (ปริมาณฝุ่นละอองรวม (TSP) ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ไม่เกิน 0.33 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)

คำสำคัญ: ฝุ่นละอองรวม เทศบาลนครตรัง โรงเรียน

Abstract

This study investigates the Total Suspended Particulate (TSP) in Trang municipality schools, Muang district. Measuring by installation Air Volume high sampler of Total Suspended Particulate (TSP) at student pick-up point area that were in front of 9 sampling schools. These were Wattanasueksa school, Anuban Trang school, Muttayomwatkuanvisetmunlanithi school, Panyawit school, Buranarumleuk school, Darunothai school, Wattantayapirom school, Sungkawit school and Watkuanviset school. The number of vehicles traveling through the area was also examined. This study found that Total Suspended Particulate (TSP) in holiday at Wattantayapirom school showed highest quantity of dust. There was 0.071 mg/m³. In work day, Watkuanviset school showed highest quantity of dust. There was 0.103 mg/m³. The results not exceeded the standard of National Environment Board law (Total Suspended Particulate (TSP) : 0.33 mg/m³).

Keywords: Total Suspended Particulate, Trang Municipality, School

1. บทนำ

ปัญหาปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นได้จากหลายสาเหตุ ทั้งมาจากการจราจร อุตสาหกรรม การก่อสร้าง รวมถึงจากการเผาวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร ไฟไหม้ป่า ฯลฯ โดยฝุ่นละอองจะส่งผลกระทบต่อสุขภาพ เช่น ทำให้เกิดการระคายเคืองตามส่วนต่างๆ ของร่างกายทั้งผิวหนัง ดวงตา ทำให้แสบจมูก ไอ จาม มีเสมหะรวมถึงผลกระทบต่อระบบทางเดินหายใจ ซึ่งอาจส่งผลให้เป็นโรคปอดฝุ่นได้อีกด้วย โดยผลกระทบที่เกิดขึ้นจะขึ้นอยู่กับขนาดและปริมาณฝุ่นที่สามารถเล็ดลอดเข้าไปสู่ระบบทางเดินหายใจ นอกจากนี้หากมีฝุ่นละอองในบรรยากาศปริมาณสูง ก็จะส่งผลกระทบต่อทัศนียภาพในการมองเห็น อาจทำให้เกิดอุบัติเหตุในการขับขี่ยานพาหนะ ทำให้อาคารสิ่งปลูกสร้างมองดูไม่สะอาดหากมีฝุ่นละอองเกาะติดจำนวนมาก ฝุ่นละอองโดยทั่วไปจะมีขนาด

อนุภาคตั้งแต่ 0.002 ไมครอน ไปจนถึงขนาดใหญ่กว่า 500 ไมครอน และสามารถแบ่งชนิดของฝุ่นละอองเป็น ฝุ่นละอองขนาดใหญ่ ได้แก่ ฝุ่นละอองรวม (Total Suspended Particulate : TSP) และฝุ่นละอองขนาดเล็ก ได้แก่ ฝุ่นละอองขนาดเล็กที่มีขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM₁₀) และฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน (PM_{2.5}) (มนตรี ชูติชัยศักดิ์, 2557) (เอกสารจากเว็บไซต์) จึงจำเป็นต้องควบคุมปริมาณฝุ่นละอองให้มีค่าไม่เกินเกณฑ์ที่กฎหมายกำหนด ซึ่งจะส่งผลให้คุณภาพอากาศดีขึ้นโดยเป็นผลเนื่องจากการบูรณาการขับเคลื่อนการดำเนินงานของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องและภาคส่วนต่างๆ ตามแผนปฏิบัติการขับเคลื่อนวาระแห่งชาติ การแก้ไขปัญหาหมอกพิษด้านฝุ่นละออง ประกอบกับมาตรการควบคุมควบคุมการแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19) ที่เริ่มขึ้นตั้งแต่ปี 2563 ส่งผลให้มาตรการการลดมลพิษที่แหล่งกำเนิดที่กำหนดไว้ภายใต้แผนปฏิบัติการฯ ถูกนำมาใช้ในช่วงเวลาดังกล่าวอย่างเข้มงวด เช่น มาตรการการปฏิบัติงานที่บ้าน (Work From Home) อันเป็นมาตรการที่สำคัญในการลดการเดินทางโดยรถยนต์ส่วนบุคคลและลดปริมาณมลพิษทางอากาศในเขตเมือง รวมถึงมาตรการลดกิจกรรมที่ก่อให้เกิดฝุ่นละออง ส่งผลให้สถานการณ์คุณภาพอากาศดีขึ้นอย่างชัดเจน (กรมควบคุมมลพิษ, 2564 น.84) โดยจะเห็นว่า การจัดการปัญหาฝุ่นละอองต้องอาศัยความร่วมมือทั้งจากภาครัฐและเอกชนในการร่วมกันกำหนดมาตรการเฝ้าระวังและแก้ไขปัญหา รวมทั้งการติดตามตรวจสอบปริมาณฝุ่นละอองอย่างต่อเนื่องเพื่อนำข้อมูลไปใช้ในการวางแผนป้องกันและแก้ปัญหา

เทศบาลนครตรัง จังหวัดตรัง มีความเจริญทางด้านเศรษฐกิจ คมนาคม การท่องเที่ยวและการศึกษา โดยในเขตเทศบาลนครตรังมีประชากรทั้งหมด 56,265 คน (สำนักงานสถิติจังหวัดตรัง, 2565) มีสถานที่ราชการต่างๆ ร้านอาหาร และโรงเรียนที่อยู่ในเขตเทศบาลนครตรังจำนวนมากทั้งภาครัฐและเอกชน จึงมีรถขับผ่านสัญจรไปมาในเขตเทศบาลนครตรังเป็นจำนวนมากในแต่ละวัน โดยเฉพาะในช่วงเวลาทำงาน และช่วงเวลารับ - ส่งนักเรียน โดยการจราจรจะคับคั่งบริเวณหน้าโรงเรียน ไม่ว่าจะเป็นรถประจำทางหรือรถส่วนบุคคล จึงทำให้เกิดปัญหาฝุ่นละอองจากยานพาหนะบริเวณโรงเรียนและเกิดการฟุ้งกระจาย ซึ่งปัญหาดังกล่าวได้ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพแก่นักเรียน ครู บุคลากร ผู้ปกครองและผู้ใช้รถใช้ถนนที่สัญจรไปมา ผู้วิจัยเล็งเห็นถึงความสำคัญของปัญหาปริมาณฝุ่นละอองที่เกิดจากการใช้ยานพาหนะ จึงได้ตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองรวม (TSP) บริเวณหน้าโรงเรียนในเขตเทศบาลนครตรัง อำเภอเมือง จังหวัดตรัง จำนวน 9 โรงเรียน ได้แก่ โรงเรียนวัฒนาศึกษา โรงเรียนอนุบาลตรัง โรงเรียนมัธยมวัดควนวิเศษมูลนิธิ โรงเรียนปัญญาวิทย์ (มัธยมศึกษา) โรงเรียนบูรณะรำลึก โรงเรียนตรุโณทัย โรงเรียนเทศบาล 6 (วัดตันตยาภิรม) โรงเรียนเทศบาล 1 (สังขวิทย์) และโรงเรียนวัดควนวิเศษ เพื่อทราบปริมาณความเข้มข้นของฝุ่นละอองรวมและนำข้อมูลที่ได้นำไปใช้เป็นแนวทางเพื่อเฝ้าระวังมลพิษจากฝุ่นละออง

2. วิธีการศึกษา

2.1 การเลือกจุดติดตั้งเครื่องเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองรวม

โดยติดตั้งเครื่องวัดปริมาณฝุ่นละออง (High volume-air sampler series 3000) รุ่น HVS 3000 สูงจากพื้นดินอย่างน้อย 1.50 เมตร แต่ไม่เกิน 6 เมตร (กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2546, น.60) ใกล้ถนนที่มีรถผ่านมากที่สุด บริเวณจุดรับ-ส่ง นักเรียนที่เป็นประตูหลักของโรงเรียนจำนวน 9 โรงเรียน ได้แก่ โรงเรียนวัฒนาศึกษา โรงเรียนอนุบาลตรัง โรงเรียนมัธยมวัดควนวิเศษมูลนิธิ โรงเรียนปัญญาวิทย์ (มัธยมศึกษา) โรงเรียนบูรณะรำลึก โรงเรียนตรุโณทัย โรงเรียนเทศบาล 6 (วัดตันตยาภิรม) โรงเรียนเทศบาล 1 (สังขวิทย์) และโรงเรียนวัดควนวิเศษ ซึ่งจุดที่ติดตั้งเครื่องแต่ละโรงเรียนจะอยู่บริเวณประตูหลักในการรับ-ส่งนักเรียน ดังภาพที่ 1



โรงเรียนวัฒนาศึกษา



โรงเรียนอนุบาลตรัง



โรงเรียนมัธยมวัดควนวิเศษมูลนิธิ



โรงเรียนปัญญาวิทย์ (มัธยมศึกษา)



โรงเรียนบูรณะรำลึก



โรงเรียนद्रุโณทัย



โรงเรียนเทศบาล 6 (วัดตันตยาภิรม)



โรงเรียนเทศบาล 1 (สังขวิทย์)



โรงเรียนวัดควนวิเศษ

ภาพที่ 1 การตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองรวม (TSP) บริเวณหน้าโรงเรียนในเขตเทศบาลนครตรัง

2.2 การเตรียมกระดาษกรอง

กระดาษกรองที่ใช้ในการตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองรวม (TSP) ได้แก่ กระดาษกรองใยแก้ว (Glass fiber filter) ขนาด 8x10 นิ้ว โดยก่อนนำกระดาษกรองไปใช้งานต้องตรวจสอบความสมบูรณ์ของกระดาษกรอง เช่น รอยฉีกขาด รูพรุน สีกระดาษกรองที่เปลี่ยนไป และกระดาษกรองไม่เรียบเสมอกัน เป็นต้น แล้วนำอลูมิเนียมฟอยล์ห่อกระดาษกรองพร้อมเขียนรายละเอียดบนอลูมิเนียมฟอยล์ ได้แก่ หมายเลข วันที่ สถานที่ตรวจวัด จากนั้นนำกระดาษกรองไปดูดความชื้นในตู้ดูดความชื้น เป็นเวลา 24 ชั่วโมงในห้องปฏิบัติการ นำกระดาษกรองไปชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งทศนิยม 5 ตำแหน่ง จดบันทึกและนำกระดาษกรองใส่ถุงซิปล็อคและเก็บไว้ในตู้ดูดความชื้นอีก 3 ชั่วโมง เพื่อให้มีการดูดความชื้นในถุงซิปล็อคอีกครั้ง (กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2546, น.60) ลักษณะของกระดาษกรองดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 การเตรียมกระดาษกรอง

2.3 การเก็บตัวอย่างปริมาณฝุ่นละอองรวม

เตรียมเครื่องซักตัวอย่างแบบ High volume air sampler โดยตรวจสอบสภาพของเครื่องซักตัวอย่างก่อนนำไปเก็บตัวอย่าง จากนั้นนำเครื่องซักตัวอย่างอากาศไปติดตั้งบริเวณจุดรับ – ส่งนักเรียนที่กำหนดไว้ แล้วปรับเทียบความถูกต้องเครื่องซักตัวอย่าง High volume air sampler ก่อนทำการซักตัวอย่าง นำกระดาษกรองใยแก้ว (Glass fiber filter) ที่เตรียมไว้ในข้อ 2.2 ใส่เครื่องซักตัวอย่างอากาศ โดยให้หน้าด้านที่ใช้เก็บตัวอย่างขึ้น จัดวางกระดาษกรองให้สมดุลกับตะแกรงและที่จับกระดาษกรอง เปิดเครื่องเก็บตัวอย่างและซักตัวอย่างอากาศโดยการดูดอากาศผ่านกระดาษกรอง (กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2546, น.60) และนับจำนวนรถที่ผ่านหน้าโรงเรียน เก็บข้อมูลตั้งแต่เวลา 06.00 – 18.00 น. ซึ่งเป็นเวลาที่เริ่มมีรถขับผ่านหน้าบริเวณโรงเรียน รวมทั้งเป็นเวลาที่ยู่ปกครองเริ่มไปส่งนักเรียนจนกระทั่งผู้ปกครองไปรับนักเรียน หลังจากเก็บตัวอย่างเรียบร้อยแล้ว ให้บันทึกเวลา ความดันบรรยากาศ อุณหภูมิ และอัตราการไหลของอากาศที่เครื่องเก็บตัวอย่าง นำกระดาษกรองออกจากเครื่องแล้วพับกระดาษกรองครึ่งหนึ่งตามแนวยาวให้ด้านที่มีฝุ่นเข้าหากันเพื่อป้องกันการตกหล่นของฝุ่นละอองออกจากกระดาษกรอง (กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2546, น.60) แล้วห่อด้วยอลูมิเนียมฟอยล์ ใส่ถุงซิปลงไปดูดความชื้น 24 ชั่วโมงในห้องปฏิบัติการ นำกระดาษกรองไปชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งทศนิยม 5 ตำแหน่ง บันทึกผลและนำค่าที่ได้ไปคำนวณ

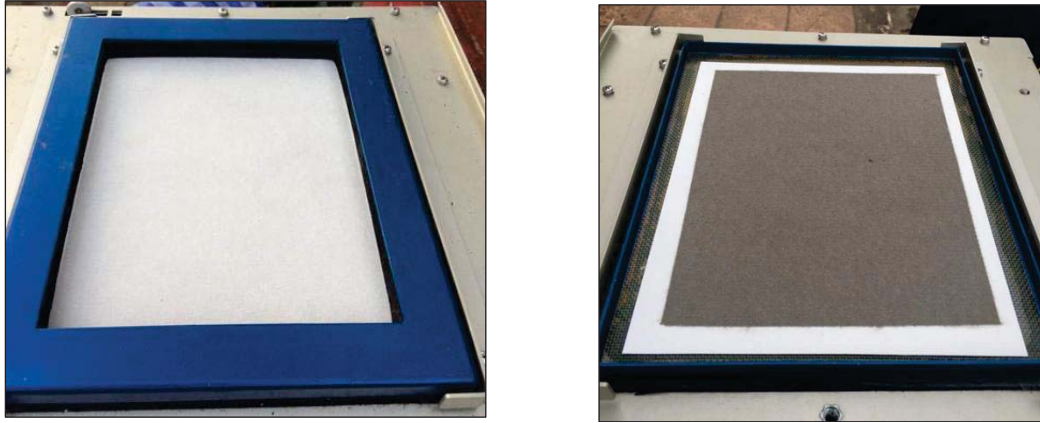
2.4 การคำนวณปริมาณฝุ่นละอองรวม

นำค่าน้ำหนักของกระดาษกรองก่อนและหลังการเก็บตัวอย่างปริมาณฝุ่นละอองรวม และค่าปริมาตรอากาศทั้งหมดที่ใช้เก็บตัวอย่างมาคำนวณหาค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองจากสมการ (กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2546, น.60) นำค่าที่คำนวณได้ไปเปรียบเทียบกับกฎหมายมาตรฐานฝุ่นละอองในบรรยากาศโดยทั่วไป โดยความเข้มข้นของฝุ่นละอองรวม (TSP) ต้องมีค่าไม่เกิน 0.33 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

$$\text{ค่าความเข้มข้นของฝุ่นละออง (มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)} = \frac{\text{น้ำหนักของฝุ่นละออง (มิลลิกรัม)}}{\text{ปริมาตรอากาศมาตรฐานทั้งหมดที่ใช้เก็บตัวอย่าง (ลูกบาศก์เมตร)}}$$

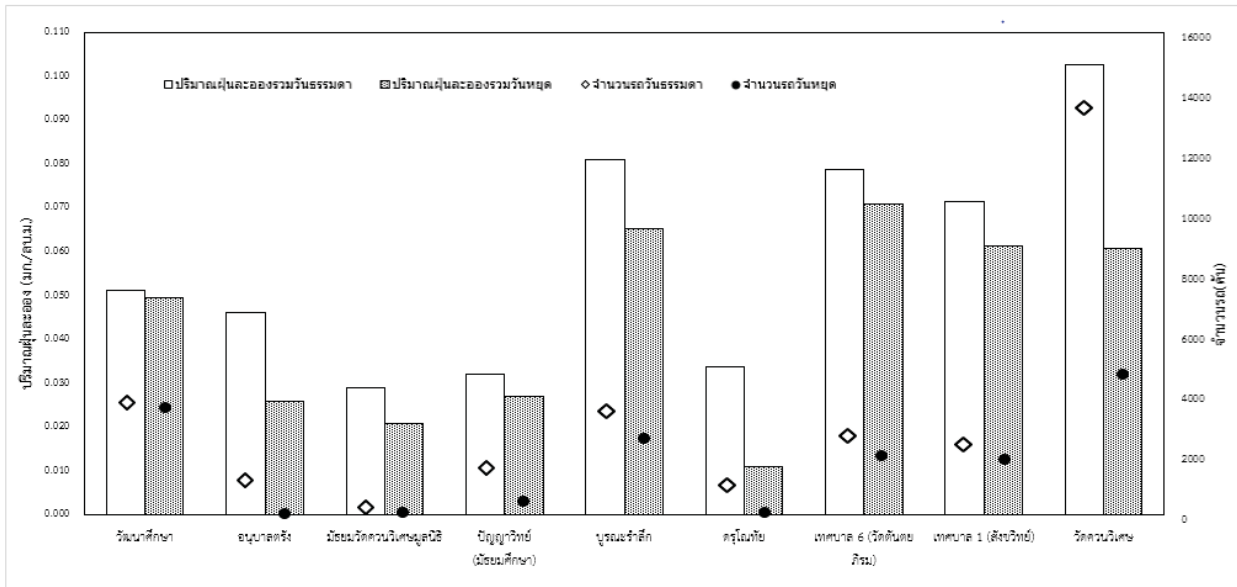
3. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

ผลการตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองรวม (TSP) และจำนวนรถบริเวณโรงเรียนต่างๆ ในเขตเทศบาลนครตรัง ในช่วงวันธรรมดาและวันหยุด ลักษณะของกระดาษกรองที่ใช้ก่อนและหลังการตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองรวม ดังภาพที่ 3



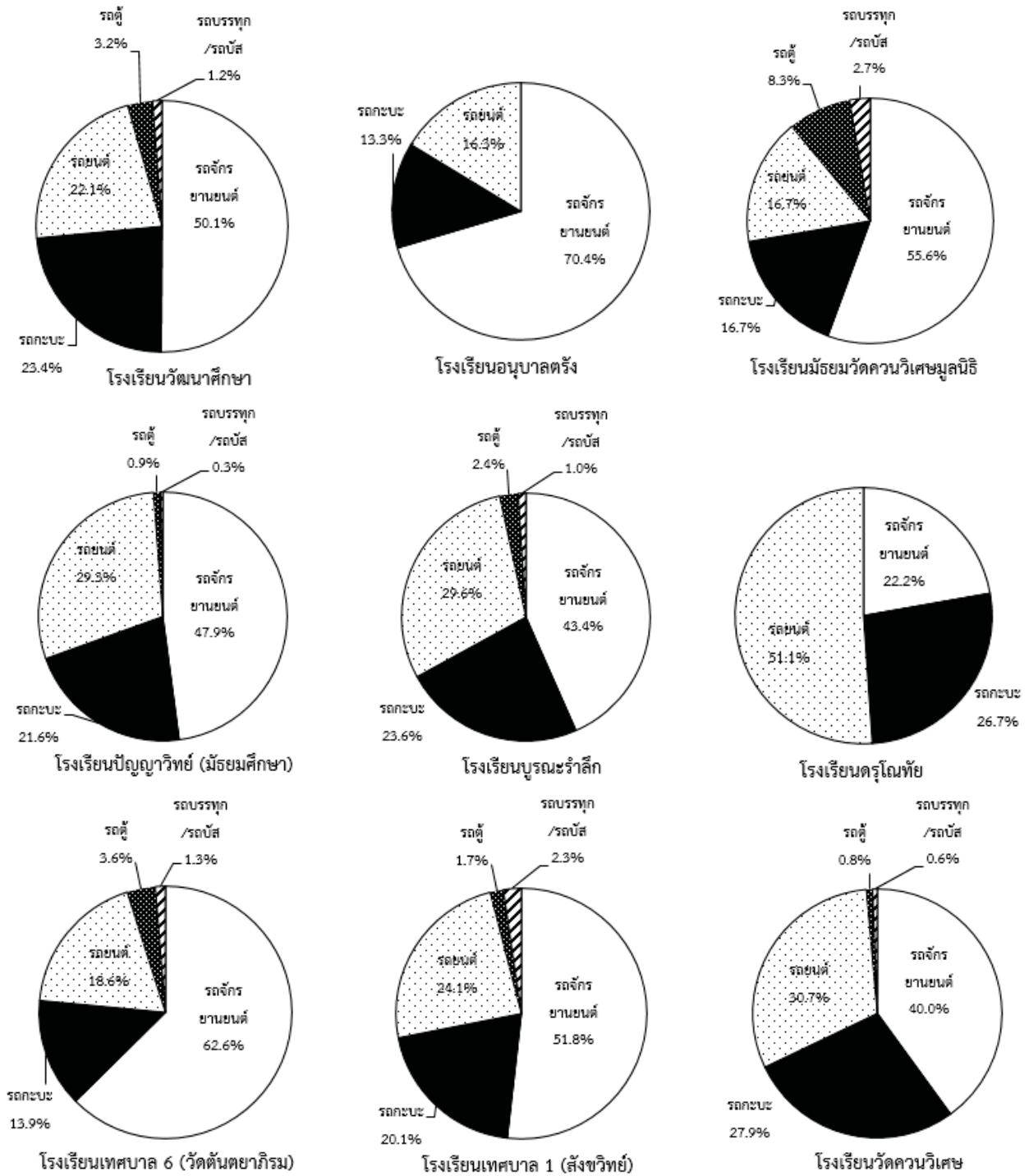
ภาพที่ 3 ลักษณะของกระดาษกรองที่ใช้ก่อนและหลังการตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองรวม

ผลการตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองรวม (TSP) และจำนวนรถทั้งหมดบริเวณโรงเรียนในเขตเทศบาลนครตรังในช่วงวันหยุดและวันธรรมดาดังภาพที่ 4 โดยปริมาณรถแบ่งตามประเภทที่ขับผ่านบริเวณโรงเรียนในเขตเทศบาลนครตรังในช่วงวันหยุดและวันธรรมดา แสดงดังภาพที่ 5 และ 6

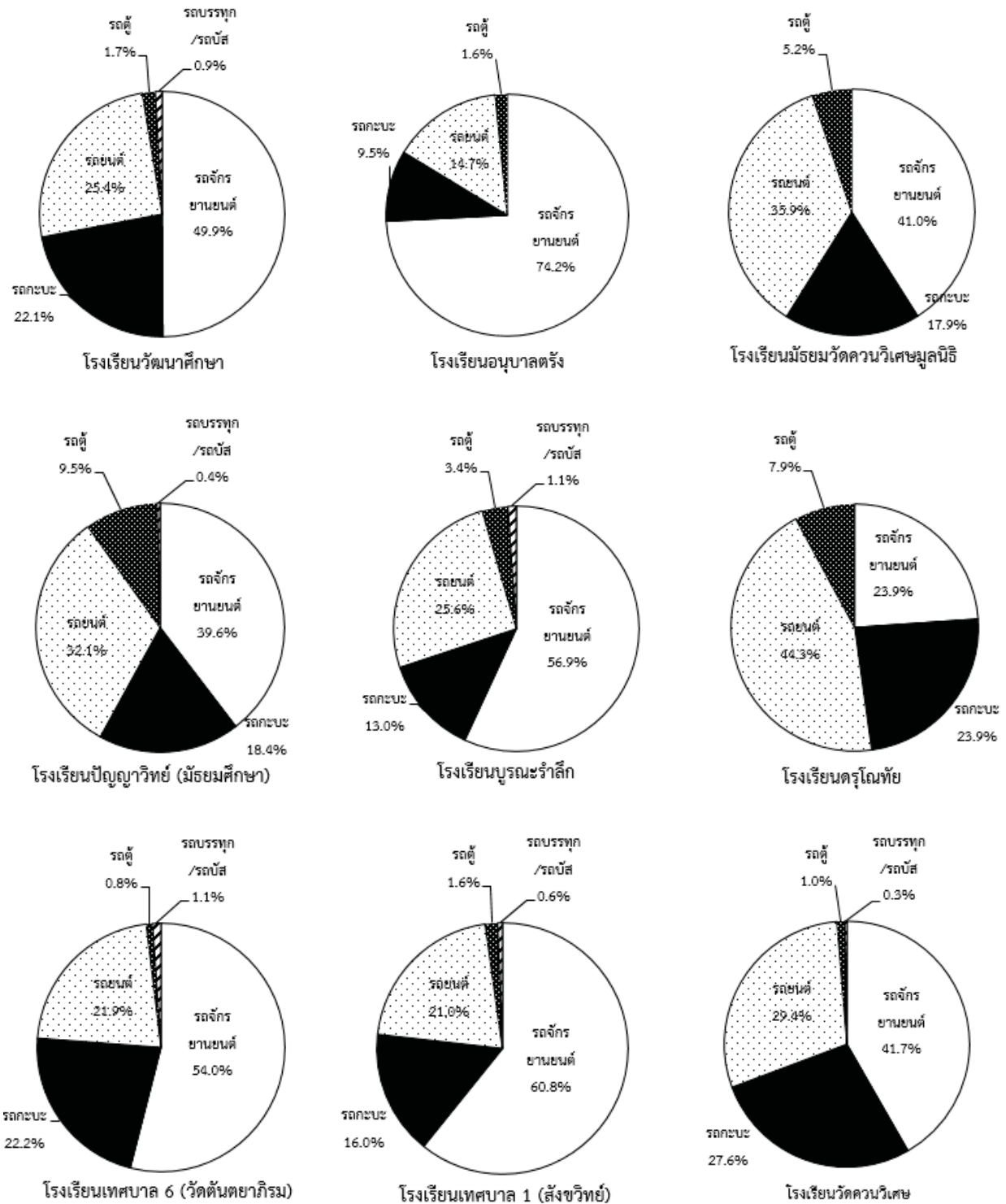


ภาพที่ 4 ปริมาณฝุ่นละอองรวม (TSP) และจำนวนรถบริเวณโรงเรียนในเขตเทศบาลนครตรังในช่วงวันหยุดและวันธรรมดา

การตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองรวม (TSP) บริเวณหน้าโรงเรียนในเขตเทศบาลนครตรัง จังหวัดตรัง บริเวณจุดที่รถรับส่งนักเรียนจะสัญจรผ่าน จากการศึกษาก่อนหน้าปริมาณฝุ่นละอองในช่วงวันธรรมดาบริเวณหน้าโรงเรียนทั้ง 9 โรงเรียน พบว่ามีค่าอยู่ในช่วง 0.029-0.103 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โดยมีปริมาณฝุ่นละอองรวม (TSP) หน้าโรงเรียนวัฒนาศึกษา โรงเรียนอนุบาลตรัง โรงเรียนมัธยมวัดควนวิเศษมูลนิธิ โรงเรียนปัญญาวิทย์ (มัธยมศึกษา) โรงเรียนบูรณะรำลึก โรงเรียนตรุโนทัย โรงเรียนเทศบาล 6 (วัดตันตยาภิรม) โรงเรียนเทศบาล 1 (สังฆวิทย์) และโรงเรียนวัดควนวิเศษ เท่ากับ 0.051 0.046 0.029 0.032 0.081 0.034 0.079 0.071 และ 0.103 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ โดยมีปริมาณรถที่สัญจรผ่านจุดตรวจวัดหน้าโรงเรียน 3,802 1,211 117 1,659 3,496 1,012 2,550 2,441 และ 13,546 คัน ตามลำดับ ในขณะที่ช่วงวันหยุดพบว่ามีค่าอยู่ในช่วง 0.011-0.071 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โดยมีปริมาณฝุ่นละอองรวม (TSP) เท่ากับ 0.050 0.026 0.021 0.027 0.065 0.011 0.071 0.061 และ 0.061 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ โดยมีปริมาณรถที่สัญจรผ่านจุดตรวจวัดหน้าโรงเรียน 3,581 98 72 564 2,625 90 2,068 1,901 และ 4,795 คัน ตามลำดับ



ภาพที่ 5 ปริมาณรถแบ่งตามประเภทที่ขับผ่านบริเวณโรงเรียนในเขตเทศบาลนครตรังในช่วงวันหยุด



ภาพที่ 6 ปริมาณรถแบ่งตามประเภทที่ขับผ่านบริเวณโรงเรียนในเขตเทศบาลนครตรังในช่วงวันธรรมดา

จากภาพ จะเห็นว่าโรงเรียนวัฒนาศึกษา ปริมาณฝุ่นละอองรวม (TSP) และปริมาณรถที่ขับผ่านบริเวณหน้าโรงเรียนในช่วงวันหยุดและวันธรรมดามีค่าใกล้เคียงกัน เนื่องจากโรงเรียนมีที่ตั้งอยู่ใกล้ตลาดวิกเพชร ซึ่งเป็นสถานที่จำหน่ายอาหาร และมีประชาชนมาซื้ออาหารเป็นจำนวนมากโดยเฉพาะในวันหยุด และเป็นทางผ่านไปยังสถานชานูบาล และตลาดสด นอกจากนี้ถนนเส้นนี้ยังเป็นถนนที่เดินรถได้ทางเดียว และถนนแคบ ฝุ่นที่เกิดขึ้นจึงเกิดการสะสมในบริเวณนี้

โรงเรียนอนุบาลตรัง ปริมาณฝุ่นละอองที่เกิดขึ้น เนื่องจากรถที่มารับส่งนักเรียน โดยจุดที่เก็บตัวอย่างฝุ่นละอองมีรถของครูและผู้ปกครองขับผ่าน ในช่วงวันธรรมดาดถนนเส้นนี้จะมีเฉพาะรถรับส่งโรงเรียนเท่านั้น เพราะโรงเรียนไม่ได้ตั้งอยู่ติดกับถนนเส้นหลักที่จะใช้สัญจรไปยังที่ต่างๆ ดังนั้นจะเห็นว่าปริมาณฝุ่นละอองที่ตรวจวัดได้มีค่าต่ำ และรถของผู้ปกครองที่มารับนักเรียนหลังเลิกเรียนจะ

จอดรอ เป็นเวลาประมาณ 1 ชั่วโมง ทำให้เกิดการสะสมของปริมาณฝุ่นบริเวณนี้ นอกจากนี้บริเวณโดยรอบโรงเรียนจะเป็นบ้านเรือนที่อยู่อาศัย ในช่วงวันหยุดจึงมีรถของประชาชนที่อยู่บริเวณนั้นสัญจรผ่านจุดเก็บตัวอย่างปริมาณไม่มาก ปริมาณฝุ่นละอองรวมในช่วงวันหยุดจึงมีค่าน้อยกว่าในช่วงวันธรรมดา

โรงเรียนมัธยมวัดควนวิเศษมูลนิธิ ปริมาณฝุ่นละอองที่ตรวจวัดได้มีปริมาณค่อนข้างต่ำ เนื่องจากโรงเรียนวัดควนวิเศษมูลนิธิมีรถสัญจรผ่านมายังจุดตรวจวัดน้อย ซึ่งจะเป็นรถของครู บุคลากร และรถผู้ปกครอง นอกจากนี้บริเวณโรงเรียนยังอยู่ติดกับวัดควนวิเศษ ดังนั้นปริมาณฝุ่นที่ตรวจวัดได้จึงมาจากรถของประชาชนที่มาประกอบศาสนพิธีที่วัดอีกด้วย เช่น พิธีในวันสำคัญทางศาสนา และงานศพ โดยปริมาณรถที่ขับผ่านจุดเก็บตัวอย่างบริเวณโรงเรียนมัธยมวัดควนวิเศษมูลนิธิจะมีจำนวนน้อยกว่าโรงเรียนอื่นๆ ทั้งในวันธรรมดาและวันหยุด

โรงเรียนปัญญาวิทย์ (มัธยมศึกษา) ที่ตั้งของโรงเรียนฝั่งหนึ่งจะอยู่ในซอยและอีกฝั่งของโรงเรียนอยู่ติดถนนเส้นหลัก ดังนั้นปริมาณฝุ่นละอองที่ตรวจวัดได้มาจากรถที่สัญจรผ่านจุดตรวจวัดซึ่งส่วนใหญ่เป็นรถของผู้ปกครองที่มารับส่งนักเรียน โดยเฉพาะในช่วงหลังโรงเรียนเลิกจะมีทั้งรถยนต์ส่วนตัว รถจักรยานยนต์ และรถตุ่มจอดรอให้นักเรียนประมาณ 2 ชั่วโมง ทำให้การจราจรบริเวณจุดเก็บตัวอย่างมีความคับคั่ง และเกิดการสะสมของฝุ่นละออง แต่บริเวณรอบๆ โรงเรียนไม่ได้มีบ้านเรือนที่อยู่อาศัยหนาแน่น ทำให้เกิดการกระจายของฝุ่น ปริมาณฝุ่นที่ตรวจวัดได้จึงมีค่าไม่สูง

โรงเรียนบูรณะรำลึก ปริมาณฝุ่นละอองที่ตรวจวัดได้มาจากรถที่มารับส่งนักเรียน และรถที่สัญจรไปออกกำลังกายที่สวนสาธารณะสมเด็จพระศรีนครินทร์ (เขาเป็ช้อย) นอกจากนี้ถนนบริเวณหน้าโรงเรียนยังเป็นถนนที่แคบ ทำให้เกิดการจราจรคับคั่ง และมีการสะสมของฝุ่นละอองเป็นจำนวนมาก รวมทั้งรถตู้ที่มารับส่งนักเรียนส่วนใหญ่เมื่อส่งนักเรียนแล้วจะจอดรอไว้บริเวณหน้าโรงเรียนเพื่อรอรับนักเรียนหลังเลิกเรียน ทำให้การถ่ายเทอากาศในบริเวณนี้ไม่ดีเท่าที่ควร อีกทั้งยังมีร้านค้า บ้านเรือนที่อยู่อาศัยบริเวณหน้าโรงเรียนเป็นจำนวนมาก ปริมาณฝุ่นละอองบริเวณหน้าโรงเรียนจึงมีปริมาณสูง

โรงเรียนครูโณทัย โรงเรียนมีที่ตั้งอยู่ในซอย ไม่เป็นทางผ่านไปยังที่อื่นๆ ดังนั้นรถที่ผ่านเข้ามาในโรงเรียนในช่วงวันธรรมดาจะเป็นรถที่มารับส่งนักเรียน รถของครูและบุคลากรของโรงเรียนเท่านั้น นอกจากนี้ถนนทางเข้ามีลักษณะเป็นทางแคบทำให้รถที่เข้ามาต้องจอดรอเพื่อรับส่งนักเรียน และในโรงเรียนยังมีโบสถ์สำหรับให้ประชาชนมาทำกิจกรรมในช่วงวันหยุด แต่จากการตรวจวัดจะเห็นว่าปริมาณฝุ่นละอองมีค่าต่ำ ทั้งนี้เนื่องจากบริเวณจุดรับส่งนักเรียน เป็นที่โล่งและมีต้นไม้ ไม่มีอาคารเรียนทำให้ฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นถูกพัดพาด้วยกระแสลม และมีการกระจายตัวไม่เกิดการสะสม

โรงเรียนเทศบาล 6 (วัดตันตยาภิรม) จุดเก็บตัวอย่างปริมาณฝุ่นละอองอยู่บริเวณประตูหน้าโรงเรียน ซึ่งเป็นจุดที่รถของครู อาจารย์ บุคลากรของโรงเรียน ผู้ปกครองมารับส่งนักเรียน รวมทั้งรถของผู้ปกครองที่มารับส่งนักเรียนโรงเรียนบูรณะรำลึก และประชาชนที่ไปออกกำลังกายที่สวนสาธารณะจะผ่านเส้นทางนี้ ทำให้ปริมาณฝุ่นละอองที่ตรวจวัดได้มีค่าสูง

โรงเรียนเทศบาล 1 (สังขวิทย์) โรงเรียนมีที่ตั้งอยู่ในซอยสังขวิทย์ และถนนในซอยมีลักษณะกว้าง ซึ่งเป็นเส้นทางที่ประชาชนสามารถสัญจรจากถนนเส้นหนึ่งลัดไปถนนอีกเส้นหนึ่งได้ นอกจากนี้รถที่มารับส่งนักเรียนแล้วจึงมีรถของประชาชนทั่วไปสัญจรผ่านจุดเก็บตัวอย่างตลอดทั้งวันทั้งในช่วงวันหยุดและวันธรรมดา อีกทั้งผู้ปกครองที่มารับส่งนักเรียนสามารถขับรถเข้าไปในโรงเรียนได้ และประตูโรงเรียนไม่ได้กว้างมากนัก จึงทำให้เกิดการสะสมของปริมาณฝุ่นในเวลา รับส่งนักเรียน จึงส่งผลให้ปริมาณฝุ่นละอองบริเวณโรงเรียนมีค่าค่อนข้างสูง

โรงเรียนวัดควนวิเศษ ลักษณะการจราจรและจำนวนรถที่สัญจรผ่านบริเวณจุดเก็บตัวอย่างของโรงเรียนวัดควนวิเศษ ส่วนใหญ่จะเป็นรถที่วิ่งผ่านทั้งโรงเรียนวัดควนวิเศษและโรงเรียนมัธยมวัดควนวิเศษมูลนิธิ เนื่องจากทั้งสองโรงเรียนนี้ตั้งอยู่บนถนนวิเศษกุลเหมือนกัน และมีระยะห่างกันไม่มาก นอกจากนี้บริเวณหน้าโรงเรียนวัดควนวิเศษมีซอยพิเศษที่สามรถวิ่งไปยังถนนสายหลักอีกเส้นหนึ่งได้ ปริมาณรถที่ผ่านหน้าโรงเรียนจึงมีจำนวนมาก ส่งผลให้ปริมาณฝุ่นละอองรวมที่ตรวจวัดได้มีค่าสูงสุดในวันธรรมดาซึ่งสอดคล้องกับปริมาณรถที่ขับผ่านจุดเก็บตัวอย่างที่มีจำนวนมากที่สุดในวันธรรมดา

โรงเรียนวัดควนวิเศษมูลนิธิและโรงเรียนครูโณทัย เป็นโรงเรียนที่มีปริมาณฝุ่นละอองต่ำ เนื่องจากรถที่เข้าไปในโรงเรียนวัดควนวิเศษมูลนิธิจะมีเฉพาะรถของครู และบุคลากรในโรงเรียน ในขณะที่รถที่สัญจรเข้าไปในโรงเรียนครูโณทัยจะมีเฉพาะรถรับส่งนักเรียน เพราะถนนเข้าสู่โรงเรียนไม่สามารถใช้สัญจรไปสถานที่อื่นๆ ได้ เป็นถนนเฉพาะของโรงเรียนเท่านั้น

จากผลการตรวจวัดปริมาณฝุ่นละออง จะเห็นว่าในช่วงวันหยุดปริมาณฝุ่นละอองรวม (TSP) จะมีปริมาณน้อยกว่าในช่วงวันธรรมดา ทั้งนี้ในช่วงวันธรรมดามีจำนวนรถที่สัญจรผ่านจุดเก็บตัวอย่างมากกว่า เนื่องจากมีรถของผู้ปกครองและรถโดยสารประจำทางมารับส่งนักเรียน รวมถึงรถของประชาชนที่ขับไปทำงาน โดยในช่วงวันหยุดปริมาณฝุ่นละอองรวม (TSP) บริเวณโรงเรียนเทศบาล 6 (วัดตันตยาภิรม) มีปริมาณฝุ่นละอองมากที่สุด ในขณะที่ในช่วงวันธรรมดา ปริมาณฝุ่นละอองรวม (TSP) บริเวณโรงเรียนวัดควนวิเศษมีค่ามากที่สุด และจากภาพที่ 5 และ 6 จะเห็นว่ารถที่ขับผ่านจุดเก็บตัวอย่างบริเวณหน้าโรงเรียนในเขตเทศบาลมีทั้งรถยนต์ รถกระบะ

รถตู้ รถบรรทุก รถบัส และรถจักรยานยนต์ โดยรถที่ขับผ่านส่วนใหญ่เป็นรถจักรยานยนต์ ยกเว้นโรงเรียนตรุโณทัยพบว่ารถกระบะขับผ่านจุดเก็บตัวอย่างปริมาณสูงกว่ารถจักรยานยนต์เล็กน้อย

จากผลการตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองรวมจะเห็นว่าบริเวณจุดรับส่งนักเรียนของโรงเรียนในเขตเทศบาลนครตรังทุกโรงเรียนมีค่าไม่เกินค่ามาตรฐานตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติฉบับที่ 24 พ.ศ. 2547 สอดคล้องกับงานวิจัยของเมตตา (เมตตา เก่งชูวงศ์, 2561, น.74) ในการศึกษาปริมาณฝุ่นละอองรวมในบรรยากาศในเขตชุมชนเทศบาลเมืองมหาสารคาม จำนวน 13 สถานี ซึ่งพบว่ามีค่าเฉลี่ย 0.034-0.156 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งปริมาณฝุ่นละอองทั้ง 13 สถานี มีค่าไม่เกินค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไปของประเทศไทย ที่กำหนดไว้ในเวลา 24 ชั่วโมง จะต้องไม่เกิน 0.33 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 24 พ.ศ. 2547)

4. สรุป

การตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองรวม (TSP) บริเวณโรงเรียนในเขตเทศบาลนครตรัง บริเวณจุดรับ - ส่งนักเรียนซึ่งเป็นจุดที่อยู่หน้าโรงเรียนจำนวน 9 โรงเรียน ได้แก่ โรงเรียนวัดนาศึกษา โรงเรียนอนุบาลตรัง โรงเรียนมัธยมวัดควนวิเศษมูลนิธิ โรงเรียนปัญญาวิทย์ (มัธยมศึกษา) โรงเรียนบูรณะรำลึก โรงเรียนตรุโณทัย โรงเรียนเทศบาล 6 (วัดต้นตยาภิรม) โรงเรียนเทศบาล 1 (สังขวิทย์) และโรงเรียนวัดควนวิเศษ และศึกษาปริมาณรถที่สัญจรผ่านบริเวณหน้าโรงเรียน พบว่าในช่วงวันหยุดบริเวณโรงเรียนเทศบาล 6 (วัดต้นตยาภิรม) มีปริมาณฝุ่นละอองรวมมากที่สุด เท่ากับ 0.071 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และในช่วงวันธรรมดาบริเวณโรงเรียนวัดควนวิเศษมีปริมาณฝุ่นละอองรวมมากที่สุด เท่ากับ 0.103 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โดยปริมาณฝุ่นละอองรวม (TSP) มีค่าไม่เกินมาตรฐานที่กฎหมายคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติกำหนด คือ ปริมาณฝุ่นละอองรวม (TSP) ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ไม่เกิน 0.33 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

5. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ที่ให้ความอนุเคราะห์อุปกรณ์ เครื่องมือ และห้องปฏิบัติการในการดำเนินงานวิจัย ขอขอบคุณผู้ให้ข้อมูลในการวิจัยทุกท่าน และขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ที่ได้สนับสนุนงบประมาณเพื่อใช้ในการวิจัยครั้งนี้

6. เอกสารอ้างอิง

กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2546). คู่มือการตรวจวัดฝุ่นละอองในบรรยากาศ (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ. กรมควบคุมมลพิษ. (2565). สถานการณ์และการจัดการปัญหามลพิษทางอากาศและเสียงของประเทศไทย 2564. กรุงเทพฯ. มนตรี ชุตติชัยศักดิ์. (2557). *วิธีการตรวจวัดฝุ่นละออง*. สืบค้นจาก

<http://www.pcd.go.th/count/airdl.cfm?FileName=2002571>

เมตตา เก่งชูวงศ์. (2561). *การศึกษาปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศและผลกระทบต่อประชาชนในเขตชุมชนเทศบาลเมืองมหาสารคาม*

ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 24 พ.ศ. 2547. (2547, 22 กันยายน). *ราชกิจจานุเบกษา* (เล่ม 121 ตอนพิเศษ 104ง, น.1-2).

สำนักงานสถิติจังหวัดตรัง. (2565). *รายงานสถิติจังหวัดตรัง*. สืบค้นจาก

http://trang.nso.go.th/index.php?option=com_content&view=article&id=844%3Areport65&catid=102&Itemid=507&fbclid=IwAR3_TM7aFIRYIADis9u94iIWKx0uVil8XjUzP43v6-NucJUPTuhNZd7a6Y

เปรียบเทียบประสิทธิภาพการหมักจากขยะอินทรีย์ในครัวเรือนที่มีพื้นที่จำกัด

Comparison of the Efficiency of Composting of Organic Waste in Households with Limited Space

นฤเบศ ทองสุต¹ บุญจงรักษ์ จิวตัน¹ นุชนาฏ นิลออ² พงศธร ทองย้อย²
Narubest tongsud¹, Boonjongrak Jiwatan¹, Nuchanat Ninlaor², Phongsathorn Thongyoi²

¹โครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ

²สาขาวิทยาศาสตร์ทางทะเลและสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง

¹ The King's Royally Initiated Laem Phak Bia Environmental Research and Development Project.

² Department of Environment and Marine Science, Faculty of Science and Fisheries Technology,

Rajamangala University of Technology Srivijaya, Trang campus

e-mail Narubet9722@gmail.com และหมายเลขโทรศัพท์ 0874639722

บทคัดย่อ

การศึกษานี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพการย่อยสลายของขยะอินทรีย์ และเปรียบเทียบรูปแบบที่เหมาะสมสำหรับครัวเรือนที่มีพื้นที่จำกัด ใช้วิธีการหมักขยะ 2 รูปแบบ คือ 1) กล่องหมักชนิดติดตั้งระบบท่อระบายอากาศ และ 2) กล่องหมักชนิดไม่ติดตั้งระบบท่อระบายอากาศ ทำการตรวจวัดอุณหภูมิ ความชื้น และความเป็นกรด-ด่าง ทุกวัน เมื่อการทดลองเสร็จสิ้น ผลการวิจัยพบว่า ประสิทธิภาพการย่อยสลายกล่องหมักชนิดติดตั้งระบบท่อระบายอากาศใช้ระยะเวลาในการหมัก 15 วัน ได้ดีกว่ากล่องหมักชนิดไม่ติดตั้งระบบท่อระบายอากาศ ใช้ระยะเวลาในการหมัก 20 วัน โดยกล่องหมักขยะอินทรีย์ทั้ง 2 รูปแบบ มีค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ในช่วง 4 - 6 มีค่าความชื้นสูงมาก (ร้อยละ 70 - 80) เนื่องจากสภาพแวดล้อมในภาคใต้เป็นพื้นที่ฝนตกชุก ดังนั้น การนำกล่องหมักชนิดเติมอากาศไปประยุกต์ใช้ในพื้นที่ภาคใต้ไม่จำเป็นต้องรดน้ำเพื่อเพิ่มความชื้น และรูปแบบการหมักเหมาะสมกับครัวเรือนที่มีพื้นที่จำกัด เช่น บ้านเช่า คอนโดมิเนียม แพลตหรืออพาร์ทเมนท์

คำสำคัญ: กล่องหมัก, ขยะอินทรีย์, พื้นที่จำกัด

Abstract

This research study the objective is to study the efficiency of decomposition of organic waste. and compare formats Suitable for households with limited space. Two types of waste composting methods are used: 1) a composting box with a ventilation pipe system installed. and 2) a fermentation box without a ventilation pipe system installed. Measure temperature, humidity, and pH every day when the experiment is completed. The research results found that the efficiency of decomposition of the compost box with a ventilation pipe system installed, using a composting time of 15 days, is better than the compost box without the ventilation pipe system installed. It takes 20 days to ferment. Both types of organic waste composting boxes have a pH value in the range of 4 - 6 and a very high humidity value (70 - 80 percent) due to the environment in the southern region. There is a lot of rain, so applying an aerated compost box in the southern region does not require watering to increase humidity. The fermentation model is suitable for households with limited space, such as rental houses, condominiums, flats, or apartments.

Keywords: Fermentation Box, organic waste, limited space

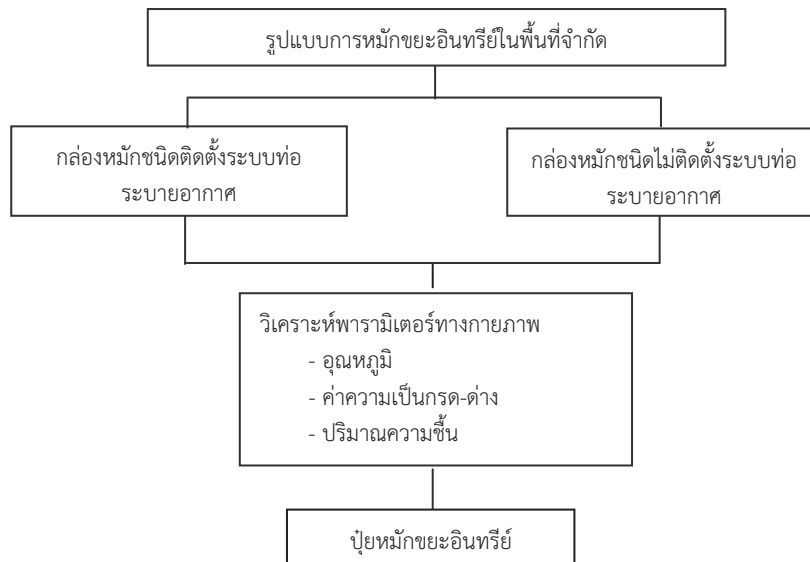
1. บทนำ

ขยะชุมชนส่วนใหญ่มีแหล่งที่มาจากอาคาร บ้านเรือน และแหล่งชุมชน ซึ่งประกอบด้วยขยะ 4 ประเภท คือ ขยะอินทรีย์ ขยะรีไซเคิล ขยะทั่วไป และขยะอันตราย (เกษม จันทรแก้ว, 2565, น. 75) ขยะอินทรีย์ หมายถึง ขยะที่ย่อยสลายได้ง่าย ในระยะเวลาอันสั้น ซึ่งขยะอินทรีย์จากครัวเรือนส่วนใหญ่เป็นจำพวกเศษอาหาร เศษผัก เปลือกผลไม้ ซึ่งขยะเหล่านี้ได้สร้างปัญหาต่อการจัดการขยะอย่างมาก เมื่อขยะกลุ่มนี้ปะปนหรือทิ้งรวมกับขยะชนิดอื่นๆ จะทำให้การจัดการขยะยุ่งยากมากขึ้น เนื่องจากมีความชื้นสูง นำเหม็นง่าย มีหนอน และนาร์รังเกียจ (กรมควบคุมมลพิษ, 2560) ประเทศไทยมีองค์ประกอบของขยะอินทรีย์หรือขยะเปียกมากที่สุด ร้อยละ 64 ของปริมาณขยะทั้งหมด อีกทั้งข้อมูลจาก Food Wastage Foodprint : Impacts on Natural Resources โดย

องค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ (UNFAO) บ่งชี้ว่า ขยะ 1 ใน 3 ของอาหารที่เรากินอยู่ทุกวันถูกทิ้งทิ้งที่ยังกินได้ ซึ่งการลดขยะอาหารเป็นหนึ่งในเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (SDG) ซึ่งที่ UN ได้ตั้งเป้าให้ในปี ค.ศ. 2030 ขยะอาหารที่เกิดจากการจำหน่ายและการบริโภคทั่วโลกต้องลดลงร้อยละ 50 ซึ่งจากแนวทางการจัดการขยะอินทรีย์ของกระทรวงมหาดไทย กำหนดนโยบายการดำเนินงานด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ตามแผนปฏิบัติการจัดการขยะมูลฝอย ส่งเสริมและจัดทำถังขยะเปียกลดโลกร้อนแก่ครัวเรือน โดยมีเป้าประสงค์ให้ทุกครัวเรือนกำจัดขยะอินทรีย์จากต้นทาง ส่งผลให้ครัวเรือนที่ไม่มีพื้นที่ดินหรือมีพื้นที่จำกัด อย่างเช่น บ้านเช่า คอนโดมิเนียม แพลตหรืออพาร์ทเมนท์ ไม่สามารถทำถังขยะเปียกลดโลกร้อนได้ ดังนั้นผู้ศึกษาวิจัยตระหนักถึงปัญหาการกำจัดขยะอินทรีย์ที่เกิดขึ้น จึงได้ศึกษาการหมักขยะอินทรีย์โดยใช้เทคโนโลยีการกำจัดขยะตามแนวพระราชดำริ ยึดหลักการพื้นฐานภายใต้กระบวนการธรรมชาติช่วยธรรมชาติร่วมกับเทคโนโลยีอย่างง่าย และราคาถูกด้วยการใช้วัสดุท้องถิ่น (โครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ, 2565, น. 24) ซึ่งเป็นวิธีตามธรรมชาติที่อาศัยกระบวนการทางชีววิทยาของจุลินทรีย์ในการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุภายใต้สภาวะที่เหมาะสม (สุธรรม ประทุมสวัสดิ์, 2545, น. 38-42) การศึกษาวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพการย่อยสลายของขยะอินทรีย์และเปรียบเทียบรูปแบบที่เหมาะสมสำหรับครัวเรือนที่มีพื้นที่จำกัด

2. วิธีการศึกษา

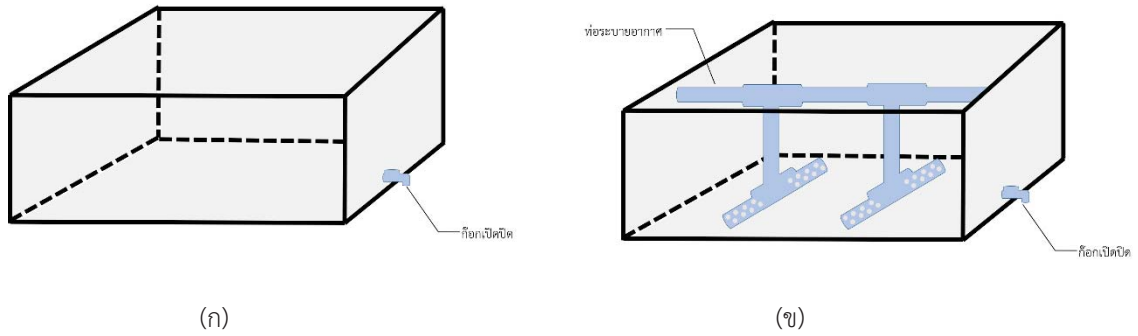
การศึกษาประสิทธิภาพการย่อยสลายของขยะอินทรีย์ และเปรียบเทียบรูปแบบการหมักขยะในพื้นที่จำกัด ครั้งนี้ได้แบ่งการวิจัย 2 รูปแบบ คือ 1) กล่องหมักชนิดติดตั้งระบบท่อระบายอากาศ และ 2) กล่องหมักชนิดไม่ติดตั้งระบบท่อระบายอากาศ โดยแสดงแผนผังการทดลองโดยรวมในครั้งนี ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 แผนผังการทดลอง

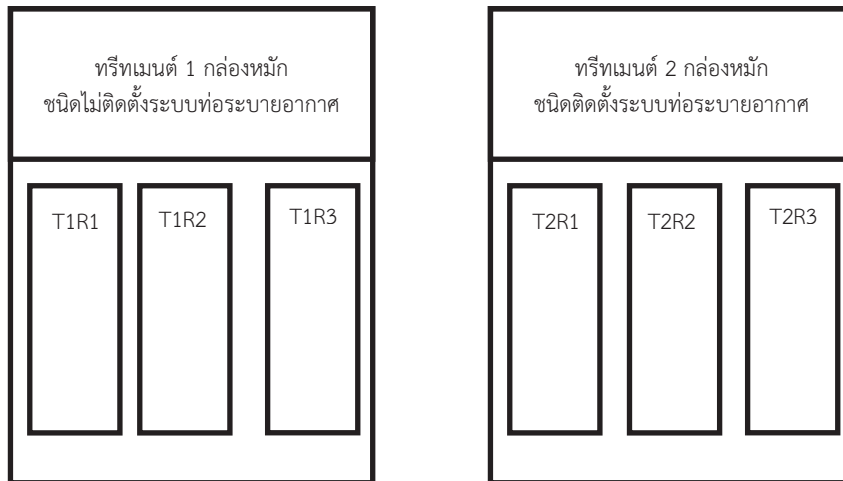
2.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

2.1.1 การออกแบบกล่องหมัก ใช้กล่องพลาสติกชนิดขุ่น ขนาดกว้าง 38 เซนติเมตร ยาว 54 เซนติเมตร สูง 28 เซนติเมตร ติดตั้งก๊อกเปิดปิดสำหรับระบายน้ำชะขยะ ออกแบบกล่องหมักขยะ 2 รูปแบบ คือ กล่องหมักชนิดติดตั้งระบบท่อระบายอากาศ ด้วยท่อ PVC ขนาด 6 หุน เจาะรูรอบท่อ PVC วางลงในกล่องหมักเพื่อให้ถ่ายเทอากาศ จำนวน 3 กล่อง และกล่องหมักชนิดไม่ติดตั้งระบบท่อระบายอากาศ จำนวน 3 กล่อง โดยตั้งกล่องหมักในพื้นที่อากาศถ่ายเทสะดวก และโล่งแจ้ง ดังภาพที่ 2



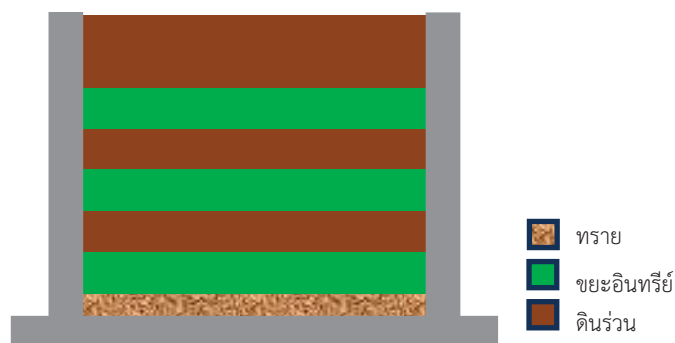
ภาพที่ 2 การออกแบบกล่องหมักขยะอินทรีย์ (ก) กล่องหมักชนิดไม่ติดตั้งระบบท่อระบายอากาศ (ข) กล่องหมักชนิดติดตั้งระบบท่อระบายอากาศ

2.1.2 วิธีการทดลอง มี 2 ทรีทเมนต์ (treatment) ทรีทเมนต์ละ 3 ซ้ำ ใช้วิธีการสุ่มแบบง่าย (Simple random Sampling) ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 แผนการทดลอง

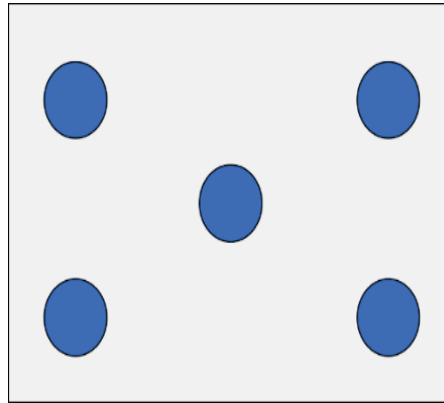
2.1.3 ขั้นตอนการหมักขยะในกล่องหมัก วางถ่านไม้บริเวณกึ่งเปิดปิดสำหรับระบายน้ำชะขยะ รองพื้นด้วยทรายหยาบ 3 เซนติเมตร หันหรือสับขยะอินทรีย์ให้ได้ขนาด 0.5-1.5 นิ้ว ชั่งน้ำหนัก 3 เซนติเมตร เพื่อนำไปหมักเป็นชั้นๆ สลับกับดินร่วน 4 เซนติเมตร จำนวน 3 ชั้น โดยชั้นบนสุดให้ปิดด้วยดินร่วน 8 เซนติเมตร ตามวิธีการของโครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 ขั้นตอนการทำปุ๋ยหมักจากขยะอินทรีย์

2.2 การวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ เก็บรวบรวมข้อมูลในกล่องหมักทุกวัน เป็นระยะเวลา 40 วัน วัดค่าอุณหภูมิด้วยเทอร์โมมิเตอร์ ค่าความชื้น และความเป็นกรด-ด่าง ด้วย Soil pH and moisture tester ในกล่องหมักได้กำหนดจุดวัดค่าต่างๆ จำนวน 5 ตำแหน่ง โดยตรวจวัดลึกลงไป 7 เซนติเมตร วิเคราะห์ผลหาค่าเฉลี่ย และศึกษาระยะเวลาการย่อยสลายของขยะอินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพสูงสุด ดังภาพที่ 5

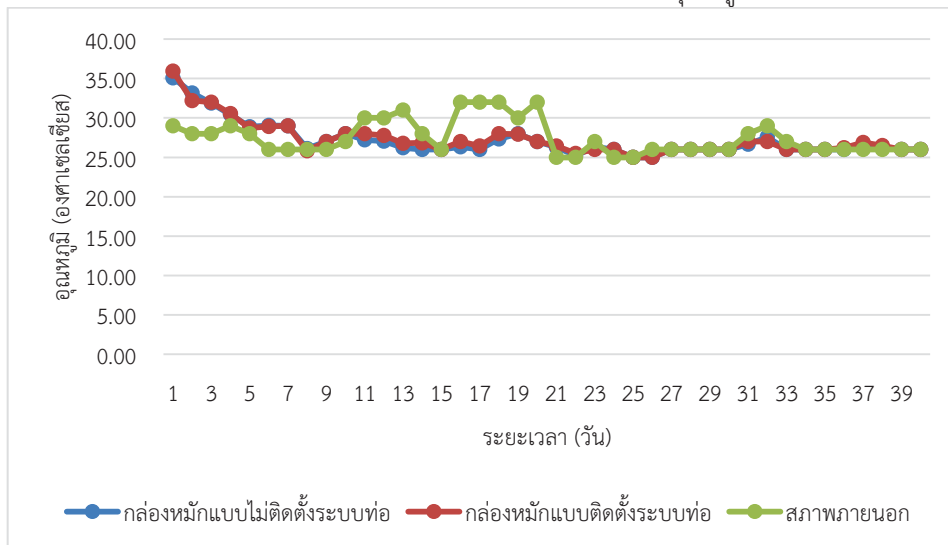


ภาพที่ 5 ตำแหน่งจุดตรวจวัด

3. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

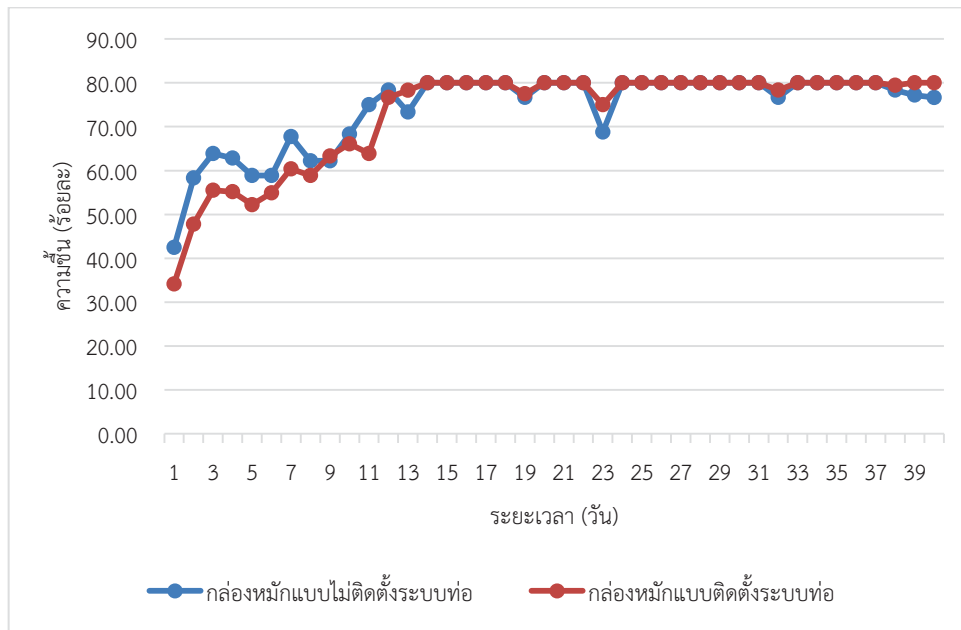
การทำปุ๋ยหมักจากขยะอินทรีย์ด้วยกล่องหมัก 2 รูปแบบ คือ กล่องหมักชนิดติดตั้งระบบท่อระบายอากาศ และกล่องหมักชนิดไม่ติดตั้งระบบท่อระบายอากาศ วัดค่าอุณหภูมิ ความชื้น ความเป็นกรด-ด่าง ผลการศึกษาดังนี้

3.1 ค่าอุณหภูมิ ในกล่องหมักตลอดระยะเวลาการทดลอง ทั้ง 2 รูปแบบ พบว่า อุณหภูมิในช่วงวันแรกของการหมักจะมีอุณหภูมิเพิ่มสูง 35 องศาเซลเซียส ในวันที่ 2 ของการหมัก เมื่อเวลาผ่านไปอุณหภูมิจะค่อยๆ ลดลง จน 20 วัน อุณหภูมิในกล่องหมักที่ แสดงว่ากระบวนการหมักสมบูรณ์แล้ว สอดคล้องกับการศึกษาของ เกษม จันทร์แก้ว (2565, น. 75) กล่าวว่า สมรรถนะการย่อยสลายของขยะอินทรีย์ ขึ้นอยู่กับชนิดแบคทีเรียที่สัมพันธ์กับความร้อนที่ปลดปล่อยพลังงานเคมี จากการย่อยโมเลกุลใหญ่เป็นโมเลกุลเล็กๆ ความร้อนที่ปลดปล่อยออกมาจากการย่อยสลายขยะอินทรีย์ จะเป็นตัวกำกับกลุ่มชนิดแบคทีเรีย กล่าวคือ อุณหภูมิไม่เกิน 40 องศาเซลเซียส สารอินทรีย์กลุ่มคาร์โบไฮเดรตจะย่อยสลายด้วยแบคทีเรียกลุ่มมีโซฟิลิกแบคทีเรีย ซึ่งในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ใช้ขยะอินทรีย์จำพวกเศษผักและเปลือกผลไม้เป็นส่วนใหญ่ ทำให้ขยะแต่ละชนิดมีขนาดแตกต่างกัน มีผลต่อระยะเวลาการย่อยสลายแตกต่างกัน อีกทั้งหากนำขยะอินทรีย์จำพวกคาร์โบไฮเดรต เช่น เศษอาหาร ส่วนประกอบของแป้ง ใสในกระบวนการหมักด้วยกล่องหมักขยะนี้ อาจทำให้แบคทีเรียย่อยสลายคาร์โบไฮเดรตได้ช้าลง ผลการตรวจวัดค่าอุณหภูมิในกล่องหมัก ดังภาพที่ 6



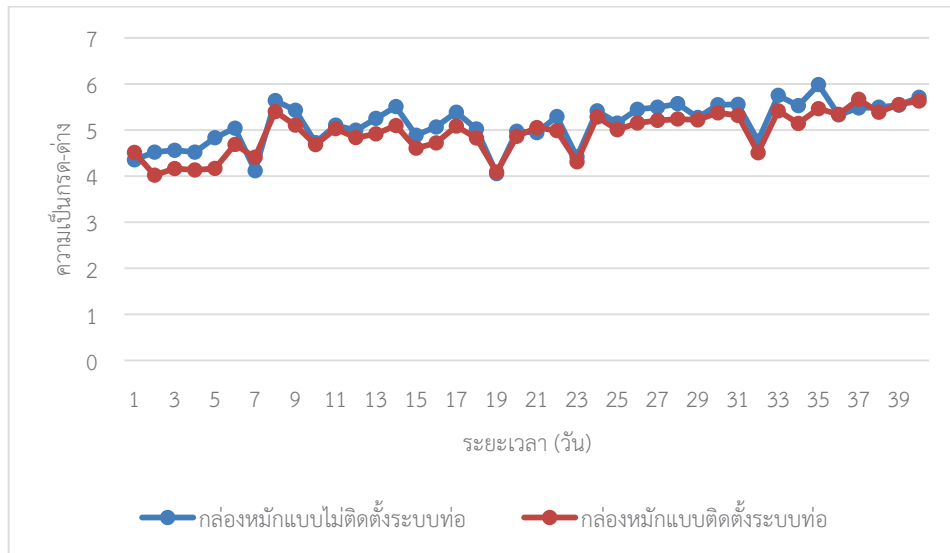
ภาพที่ 6 ผลการตรวจวัดอุณหภูมิในกล่องหมัก

3.2 ค่าความชื้น ในกล่องหมักขยะ ทั้ง 2 รูปแบบ พบว่า ในช่วงแรกความชื้นกล่องหมักมีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 35 -70 จากค่าความชื้นดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าในกล่องหมักเกิดกระบวนการย่อยสลายได้ดีในช่วงสัปดาห์แรก จากการสังเกตลักษณะทางกายภาพของกองปุ๋ยหมักมีสภาพเนื่อปุ๋ยสีดำ กองปุ๋ยหมักยุบลง แสดงว่าเกิดกระบวนการย่อยสลายสมบูรณ์ตั้งแต่ 2 สัปดาห์แรก หลังจากนั้นในสัปดาห์ที่ 3 ความชื้นมีมากขึ้น มีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 70 – 80 ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ อานัฐ ต้นโช (2558: น. 30-39) กล่าวว่า ความชื้นในการหมักเป็นตัวควบคุมการเจริญเติบโตและกิจกรรมของจุลินทรีย์ต่างๆ หากในกองปุ๋ยหมักมีความชื้นที่เหมาะสมในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในกองปุ๋ยมีค่าร้อยละ 50-60 ถ้าความชื้นต่ำกว่าร้อยละ 40 จุลินทรีย์จะขาดน้ำ แต่ถ้าความชื้นเกินร้อยละ 80 จะทำให้ปุ๋ยหมักมีน้ำมากเกินไปและมีอากาศน้อยลง จุลินทรีย์จะขาดอากาศ เป็นผลให้การสลายตัวของวัสดุอินทรีย์เป็นปุ๋ยหมักช้าลงได้ จึงทำให้กล่องหมักชนิดไม่ติดตั้งระบบท่อระบายอากาศ มีระยะเวลาการย่อยสลายช้ากว่ากล่องหมักชนิดติดตั้งระบบท่อระบายอากาศ 1 สัปดาห์ อีกทั้งระหว่างการทำทดลองเป็นช่วงฝนตกจึงทำให้ความชื้นในอากาศเพิ่มสูงขึ้น ผลการตรวจวัดค่าความชื้นในกล่องหมัก ดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7 ผลการตรวจวัดค่าความชื้นในกล่องหมัก

3.3 ค่าความเป็นกรด-ด่าง ในกล่องหมักขยะ ทั้ง 2 รูปแบบ พบว่า ตลอดระยะเวลาการหมัก ค่าความเป็นกรด-ด่าง ที่วัดได้อยู่ในช่วง 4 – 6 ซึ่งมีสภาพเป็นกรดอ่อน หลังจากหมักได้ 35 วัน ค่าความเป็นกรด-ด่างค่อนข้างคงที่ สอดคล้อง (อานัฐ ต้นโช , 2558: น. 30-39) กล่าวว่า ภายหลังจากการหมักที่สมบูรณ์แล้ว ค่าความเป็นกรด-ด่าง จะไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงมาก ขึ้นอยู่กับชนิดของวัสดุที่ใช้ในการหมัก โดยวัสดุที่เป็นเศษซากพืชซากสัตว์จะมีค่าความเป็นกรด-ด่างลดลงเล็กน้อยในช่วงแรกของการหมัก เนื่องจากการปลดปล่อยกรดอินทรีย์จากการทำงานของเชื้อจุลินทรีย์ ซึ่งการเปลี่ยนแปลง ค่าความเป็นกรด-ด่างดังกล่าวไม่กระทบต่อกระบวนการหมัก ดังนั้น ไม่จำเป็นต้องปรับค่าความเป็นกรด-ด่างในการหมัก เนื่องจากเป็นค่าที่เหมาะสม สำหรับที่จุลินทรีย์ส่วนใหญ่สามารถทำงานได้ อีกทั้งค่าความเป็นกรด-ด่าง แสดงถึงความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออน (H⁺) ที่มีความสัมพันธ์ต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ โดยเป็นการแสดงถึงสภาพความเป็นกรด-ด่างในปุ๋ยหมักตลอดการหมัก จะต้องไม่ต่ำกว่า 5.5 และไม่เกิน 9 ซึ่งเป็นช่วงที่จุลินทรีย์และรา สามารถย่อยสลายสารอินทรีย์ได้ดี (กุลยา สาริชีวิน, 2559: น. 25-33) ผลการตรวจวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง ในกล่องหมัก ดังภาพที่ 8



ภาพที่ 8 การเปรียบเทียบความชื้นกรด-ด่าง

4. สรุป

การศึกษาวิจัยนี้เป็นการหารูปแบบการกำจัดขยะอินทรีย์ในครัวเรือนที่มีพื้นที่จำกัด โดยใช้กล่องหมักชนิดติดตั้งระบบท่อระบายอากาศเปรียบเทียบกับกล่องหมักชนิดไม่ติดตั้งระบบท่อระบายอากาศ พบว่า กล่องหมักชนิดติดตั้งระบบท่อระบายอากาศมีประสิทธิภาพดีกว่ากล่องหมักชนิดไม่ติดตั้งระบบท่อระบายอากาศ เนื่องจากภายในกล่องหมักมีการถ่ายเทอากาศที่ดีกว่า ทำให้การย่อยสลายเร็วขึ้น ประกอบกับสภาพภูมิอากาศในภาคใต้เป็นพื้นที่ฝนตกชุก ทำให้มีความชื้นสูง ดังนั้นภาคใต้ไม่จำเป็นต้องรดน้ำ อีกทั้งขยะอินทรีย์ที่นำมาหมักควรเป็นขยะอินทรีย์ที่ย่อยสลายได้ง่าย

5. กิตติกรรมประกาศ

งานศึกษาวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากโครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมหมักเบียร์อันเนื่องมาจากพระราชดำริ

6. เอกสารอ้างอิง

กรมควบคุมมลพิษ. (2560). รายงานสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย ปี 2560. สืบค้นจาก <https://www.pcd.go.th/publication/4175>

กุลยา สาริชีวิน. (2559). การทำปุ๋ยหมักจากของเสียอินทรีย์โดยใช้ถังเติมอากาศ. *วารสารวิศวกรรมศาสตร์ ราชมงคลธัญบุรี*, ปีที่ 14 (ฉบับที่ 1), 25-33.

เกษม จันทร์แก้ว. (2565). “รู้คิดรู้ทำ” การกำจัดขยะชุมชนตามแนวพระราชดำริ (พิมพ์ครั้งที่ 2). นนทบุรี: บริษัท โรงพิมพ์ คลังวิชา จำกัด.

โครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมหมักเบียร์อันเนื่องมาจากพระราชดำริ. (2560). *เทคโนโลยีการกำจัดขยะและบำบัดน้ำเสียตามแนวพระราชดำริ*. เพชรบุรี: บริษัท เพชรภูมิการพิมพ์ จำกัด.

สุธรรม ประทุมสวัสดิ์. (2545). เทคนิคการทำปุ๋ยหมักจากขยะอินทรีย์. *วารสารพัฒนาเทคนิคศึกษา*, ปีที่ 14 (ฉบับที่ 43), 38-42.

อานัฐ ตันโซ. (2558). หลักการผลิตปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง ระดับอุตสาหกรรม. *วารสารดินและปุ๋ย*, ปีที่ 37 (ฉบับที่ 1-4), 30-39.

FAO, 2018. “Food loss and waste and the right to adequate food: Making the connection”. จาก:

<https://www.fao.org/3/CA1431EN/ca1431en.pdf>

การวิจัยและพัฒนาสื่อเทคโนโลยีสีเขียวกับระบบสารสนเทศเพื่อการอนุรักษ์ทรัพยากรสิ่งแวดล้อม ในรูปแบบของเทคโนโลยีจักรวาลนฤมิต

Research and Development Green Technology media with Information Systems for the Conservation of Environmental Resources in Technology Metaverse

นิภาพร ปัญญา, อุดมเดชา พลเยี่ยม, ภัสสร สิงหธรรม, ดวงฤทัย นิคมรัฐ, ส้งเวย เสวกวิหารี

Nipaporn Panya, Udomdeja Polyium, Papatsorn Singhatham,

Duongruitai Nicomrat, Sangwoei Sawekwiharee

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

Faculty of Science and Technology, Rajamangala University of Technology Phra Nakhon

nipaporn.p@rmutp.ac.th 0858322944

บทคัดย่อ

พัฒนาการแบบไฮบริดของโลกออนไลน์ และออฟไลน์ ส่งผลกระทบต่อชีวิตของคนในทุกด้าน การเชื่อมต่อแบบเสมือนจริงจึงเกิดขึ้นเพื่อตอบสนองวิถีชีวิตของผู้คนที่เปลี่ยนแปลงไป และนั่นคือโอกาสของเทคโนโลยีจักรวาลนฤมิต ที่กำลังขยายพื้นที่เชื่อมต่อกับโลกแห่งความจริง ทั้งด้านธุรกิจ การค้า การศึกษา และอื่น ๆ อีกมากมาย การวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการพัฒนาในรูปแบบเทคโนโลยีจักรวาลนฤมิต ร่วมกับการ พัฒนาสื่อเทคโนโลยีสีเขียวกับระบบสารสนเทศเพื่อการอนุรักษ์ทรัพยากรสิ่งแวดล้อม ด้วยการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง Virtual Reality (VR) ทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้เข้าสู่โลกเสมือนจริงที่ผู้เรียนไม่สามารถทำได้ในสภาพจริงและจากจากการประเมินคุณภาพซึ่งประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและด้านสื่อ พบว่าสื่อเสมือนจริง วีอาร์ ด้านเนื้อหา มีค่าเฉลี่ย 4.72 และ ด้านสื่อและวิธีการนำเสนอ มีค่าเฉลี่ย 4.53 คุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดีมาก

คำสำคัญ: จักรวาลนฤมิต, สื่อเทคโนโลยีสีเขียว, ทรัพยากร, สิ่งแวดล้อม

1. บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของการวิจัย

คำว่า Metaverse หรือ จักรวาลนฤมิต (พจนานุกรมศัพท์นิเทศศาสตร์ร่วมสมัย สำนักงานราชบัณฑิตยสภา, 2564) คำว่าเมตาเวิร์ส มาจากคำสองคำคือ Meta สามารถออกเสียงว่าเมตา, หรือเมตะ ซึ่งหากจะหาความหมายในภาษาไทยหมายถึงที่สูงยิ่งใหญ่ หรืออภิมหา ยิ่งใหญ่ กับคำว่า จักรวาล หรือ Universe ซึ่งได้ตัดลดทอนคำหน้าออกเหลือแต่ verse เมื่อผสมกับคำว่า Meta จึงกลายเป็น metaverse ซึ่งหมายความว่าจักรวาลที่ยิ่งใหญ่ หรือยิ่งใหญ่มากกว่าจักรวาล คำว่า Metaverse ปรากฏขึ้นครั้งแรกในปี.ศ. 2535 ในนวนิยายวิทยาศาสตร์เรื่อง Snow Crash ของ Neal Stephenson⁽⁸⁾ เป็นการสร้างความเสมือนที่ทำให้มนุษย์หลุด หรือก้าวเข้าไปสู่โลกที่ยิ่งใหญ่ โดยใช้ความเสมือนที่สร้างขึ้นนั่นเอง การก้าวเข้าไปสู่โลกที่ยิ่งใหญ่ในความจริงไม่อาจจะทำได้ แต่เราต้องใช้ความเสมือน หรือเทคโนโลยีเสมือนจริงเข้ามาสร้างความรู้สึกต่าง ๆ เข้ามาได้อย่างง่ายดายเพียงใช้โทรศัพท์หรือจะใช้เสียงมาสร้างภาพหรือส่วนอื่น ๆ ของ รายการให้เกิดความเสมือนจริง

เทรนด์เทคโนโลยีจักรวาลนฤมิต (Metaverse) ที่ เมตา (Meta) หรือชื่อใหม่ของบริษัทเฟซบุ๊ก (Facebook) บอกว่าจะ เป็นอนาคตของเทคโนโลยี จนถึงขั้นประกาศว่าจะไปสักกับสิ่งนี้มากกว่าสิ่งที่ทำมาโดยตลอดอย่างโซเชียลมีเดีย อนาคตของเทคโนโลยีที่ว่า หมายถึง ในโลกเมตาเวิร์ส เราจะสามารถเป็นคนในแบบที่เราอยากเป็น ไปในสถานที่ที่เราอยากไป แต่งตัวในแบบที่เราชอบ ทำงานอดิเรกที่อยากทำ เรียกว่าง่าย ๆ ว่าสามารถทำทุกสิ่ง ที่ทุกคนทำในชีวิตจริงทำได้ และเป็นตัวเองในเวอร์ชันที่ดีที่สุดได้ แต่เมตาเวิร์สไม่ได้เพียงทำให้ชีวิตเราสะดวกสบายมากขึ้น สนุกมากขึ้น หรือได้รับประสบการณ์ใหม่ ๆ มากขึ้นเท่านั้น เพราะในอีกมุมหนึ่งเมตาเวิร์สยังอาจช่วยรักษาสิ่งแวดล้อมทางด้านเทคโนโลยี ให้กับเราในอีกรูปแบบหนึ่งได้อีกด้วย⁽⁵⁾

ผู้เชี่ยวชาญด้านดิจิทัล เคยกล่าวไว้ว่า บางคนอาจคิดว่า เมตาเวิร์ส ยังเป็นเรื่องไกลตัว แต่ที่จริงแล้วทุกวันนี้ เมตาเวิร์ส ได้เข้ามาอยู่ในชีวิตประจำวันของคนโดยไม่รู้ตัว ไม่ว่าจะเป็นนิทรรศการเสมือนจริง (Virtual Exhibition) ที่เข้าชมนิทรรศการในช่วงโควิดที่ผ่านมา, เกมในรูปแบบ 3 มิติ หรือการประชุมออนไลน์ที่เริ่มมีรูปแบบเหมือนการนั่งประชุมจริงๆ และอาจได้เห็นผู้คนทำกิจกรรมเสมือนร่วมกันภายใต้ระยะห่าง เปิดโอกาสให้การแสวงหาการดำรงอยู่อย่างโดดเดี่ยวกลายเป็นบรรทัดฐานใหม่ของสังคม และโลกธุรกิจมากขึ้น

ในสองทศวรรษที่ผ่านมาเทคโนโลยีสารสนเทศได้เข้ามามีบทบาทในสังคมไทยเป็นอย่างมาก ส่งผลให้เกิดความสะดวกสบายในการดำรงชีวิตประจำวัน ทำให้เกิดรูปแบบ และโอกาสทางด้านการศึกษาที่หลากหลาย ลดต้นทุนในกระบวนการ

ผลิตทางด้านอุตสาหกรรม และ เพิ่มศักยภาพในการแข่งขันในการดำเนินธุรกิจและบริการ แทบทุกองค์กรทั้งภาครัฐและเอกชนได้มีพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการดำเนินกิจกรรมทางธุรกิจของตนเอง ที่ผ่านการพัฒนาพัฒนาระบบสารสนเทศให้มีประสิทธิภาพนั้นนักพัฒนาได้ให้ความสำคัญทางด้านประโยชน์การใช้งาน เสถียรภาพของระบบความปลอดภัยของข้อมูล และความสามารถการเพิ่มขยายของระบบเท่านั้น โดยไม่ได้มีการคำนึงถึงปัจจัยทางด้านสิ่งแวดล้อมเลย เมื่อมีการศึกษาข้อมูลทางด้านการใช้งานเทคโนโลยีสารสนเทศในมุมมองที่แตกต่างออกไปพบว่าเทคโนโลยีสารสนเทศนั้นไม่ได้มีเพียงประโยชน์อย่างที่เราเคยเข้าใจ แต่ถ้าวการประยุกต์ใช้งานภายใต้การจัดการที่ไม่มีประสิทธิภาพที่ตีพ้อแล้ว เทคโนโลยีสารสนเทศเองก็จะเป็นตัวต้นเหตุของการเกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้ แนวทางการพัฒนาเทคโนโลยีสารสนเทศให้เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมกำลังได้รับความสนใจศึกษาจากทั่วโลกภายใต้คำนิยามใหม่ ที่เรียกว่าเทคโนโลยีสารสนเทศสีเขียว (Green IT) ซึ่งเป็นหนึ่งในสื่อบทเทคโนโลยีที่มีบทบาทสำคัญต่อการขับเคลื่อนกลยุทธ์เทคโนโลยี

หลายบริษัทที่เป็นผู้ผลิตอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ กำลังพูดถึงถึงเรื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลสีเขียว (Green PC) ซึ่งมีความหมายถึง การผลิตเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ได้มาตรฐานโดยให้กินไฟน้อย หรือใช้กระแสไฟน้อย ดังนั้นควรมีการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่มีผลกระทบต่อโลก ให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ อย่างไรก็ตามเพื่อให้ผู้ผลิตได้ทำการผลิตคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลสีเขียวอย่างแท้จริง บริษัทผู้ผลิตอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์จะต้องลดปริมาณของวัสดุที่เป็นอันตรายลงอย่างมาก และต้องเพิ่มจำนวนสิ่งซึ่งสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ หรือการใช้ซ้ำนั่นเอง⁽³⁾

ความหมายของเทคโนโลยีสีเขียวหรือคอมพิวเตอร์สีเขียว คือการศึกษาและการปฏิบัติเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมทางคอมพิวเตอร์อย่างยั่งยืน ซึ่งอาจรวมไปถึงการออกแบบการผลิต การใช้ และการกำจัดซากคอมพิวเตอร์เซิร์ฟเวอร์ และ ระบบย่อย เช่น ที่เกี่ยวข้องกับจอภาพ, เครื่องพิมพ์อุปกรณ์, การจัดเก็บข้อมูล, ระบบเครือข่าย และระบบการสื่อสาร อย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล และมีผลกระทบต่อ สิ่งแวดล้อมน้อยที่สุดหรือไม่มีเลย นอกจากนี้ อาจารย์วิกร ปรัชญพฤทธิ์⁽¹⁵⁾ ได้เขียนเอาไว้ในบทความเรื่อง Green IT โดยให้ความหมายว่า Green IT หรือ เทคโนโลยีสีเขียว คือแนวคิดในการบริหารจัดการ และเลือกใช้เทคโนโลยีที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการการใช้พลังงาน ลดการใช้พลังงาน ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ลดการสร้างขยะ รวมถึง การนำขยะอิเล็กทรอนิกส์มารีไซเคิลใหม่อีกด้วย ซึ่งเป้าหมาย สูงสุดคือ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์หรือขยะอิเล็กทรอนิกส์ ต้องถูกนำกลับมาใช้ใหม่ได้ทั้งหมดและไม่มีส่วนประกอบที่ทำจากสารพิษ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต้องใช้พลังงานน้อยลง แต่ความสามารถมากขึ้น ตามแนวคิดที่ว่า “Maximum Megabytes for Minimum Kilowatts”

การริเริ่มแนวคิดเทคโนโลยีสารสนเทศสีเขียวในองค์กรสามารถทำในองค์กรนั้น ๆ เกิดประโยชน์โดยตรงในเรื่องของการลดการใช้พลังงานของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีสารสนเทศ แนวทางปฏิบัติเทคโนโลยีสารสนเทศสีเขียวที่ครอบคลุมทั้งการวางแผนการประเมินการออกแบบ และการติดตามผลในเรื่องเทคโนโลยี กระบวนการ และการจัดการยังส่งผลทำให้องค์กรสามารถประเมินและควบคุมการใช้ทรัพยากรได้อีกด้วย นอกจากนี้ยังเกิดผลพลอยได้ของประโยชน์ในเชิงเศรษฐศาสตร์สิ่งแวดล้อมและสังคม ได้แก่การลดความซับซ้อนทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศการลดค่าใช้จ่ายการทำงานที่มีคุณภาพขยายระยะเวลาในการลงทุนโครงสร้างพื้นฐานทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการลดการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์⁽²⁴⁾

เป้าหมายของการใช้คอมพิวเตอร์สีเขียวนั้น มีความคล้ายคลึงกับเคมีสีเขียวคือ ลดการใช้วัสดุที่เป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม เพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานในช่วงชีวิตของ ผลิตภัณฑ์และส่งเสริมการรีไซเคิล หรือย่อยสลายทางชีวภาพ ของผลิตภัณฑ์และของเสียจากโรงงาน อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ อย่างเช่น คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล และโทรศัพท์มือถือ ซึ่งบรรจุไปด้วยองค์ประกอบจำนวนมากเป็นพัน ๆ ชนิดที่แตกต่างกันออกไป รวมทั้งสารเคมีบางอย่างซึ่งทราบกันดีว่าเป็นอันตราย ต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม เช่น เบริลเลียม, แคดเมียม, ตะกั่ว, พรอท, สารทนไฟโบรมีน, ซีลีเนียม และโพลีไวนิลคลอไรด์ เป็นต้น พนักงานผู้ซึ่งทำงานอยู่ในกระบวนการผลิตอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ และซัพพลายเออร์ ในทุกขั้นตอนตลอดห่วงโซ่อุปทานที่มีความเสี่ยงต่อปัญหาสุขภาพที่ไม่ดีหรือไม่แข็งแรงได้ ในการสัมผัสกับวัตถุเหล่านี้ นอกจากนั้นผู้ใช้ผลิตภัณฑ์ เหล่านี้ยังสามารถสัมผัสกับวัสดุที่ออกแบบไม่ดีหรืออุปกรณ์ ที่ผลิตขึ้นอย่างไม่ถูกต้องเหล่านี้ได้เหมือนกัน ดังนั้นต้องมีความระมัดระวังให้ดีเมื่อจะมีการทำลายทิ้งหรือนำวัสดุเหล่านี้กลับมาใช้ใหม่ เพราะว่าสิ่งที่ปนเปื้อนเหล่านี้อาจเป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม, ลานนา ดวงสิงห์⁽¹³⁾ ได้เขียนไว้ในบทความว่าประเทศสหรัฐอเมริกาได้กำหนดให้หน่วยงานต่างๆ ใช้ระบบคอมพิวเตอร์ที่ใช้กำลังไฟฟ้าต่ำ นั่นก็คือไม่เกิน 30 วัตต์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งจอภาพต้องมีระบบป้องกันรังสีที่เป็นอันตรายต่อสายตา เครื่องพิมพ์ (Printer) ต้องใช้ไฟฟ้าระหว่าง 30-45 วัตต์ อุปกรณ์ต่างๆ ต้องไม่มีผลกระทบต่อสรีระของมนุษย์ส่วนรวม ลักษณะเหล่านี้รวมเรียกว่า Green Computing⁽⁴⁾

ในสหภาพยุโรป มีความเข้มงวดมากเกี่ยวกับวัตถุที่เป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม และมีความเข้มงวดมากเกี่ยวกับการใช้สารอันตรายในการผลิตคอมพิวเตอร์ มีคำสั่งออกมาให้โรงงานผู้ผลิตคอมพิวเตอร์ ต้องสามารถนำผลิตภัณฑ์ที่ผลิตออกมาใช้แล้ว ต้องสามารถนำกลับไปใช้ใหม่ได้น้อย 65 เปอร์เซ็นต์ และต้องมีการวางแผนในการบริหารจัดการในกระบวนการนำสิ่งที่ใช้แล้วกลับมาใช้ใหม่เหล่านั้นด้วย

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเทคโนโลยีสีเขียวเกี่ยวกับระบบสารสนเทศเพื่อการอนุรักษ์ทรัพยากรสิ่งแวดล้อมในรูปแบบของเทคโนโลยีจักรวาลนามิต ผสานกับกระแสของการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม ซึ่งกำลังเป็นสิ่งที่สังคมทั่วโลกได้ให้ความสำคัญกันเป็นอย่างยิ่ง เพราะภัยพิบัติและอันตรายต่างๆ ที่เกิดขึ้นทั่วโลกในขณะนี้ เป็นผลพวงมาจากการทำลายสิ่งแวดล้อม ที่เกิดจากน้ำมือของมนุษย์เป็นหลัก เทคโนโลยีสีเขียว หรือคอมพิวเตอร์สีเขียว เป็นอีกเรื่องหนึ่งที่ถูกหยิบยกขึ้นมาถกเถียงกันในช่วงเวลานี้ เทคโนโลยีสีเขียวคืออะไร เทคโนโลยีสีเขียว คือแนวคิดในการบริหารจัดการและเลือกใช้เทคโนโลยีที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ในเว็บไซต์เอฟไอโอ⁽³⁾ ได้ให้ความหมายของ เทคโนโลยีสีเขียวเอาไว้ว่าเทคโนโลยีสีเขียวเป็นวิวัฒนาการ, วิธีการ และอุปกรณ์เครื่องมือเพื่อใช้ในการจัดการ แก๊ส ไข่อุปกรณ์ ให้การทำงานของผลิตภัณฑ์ไม่ให้เกิดปัญหา ซึ่งผลที่ได้จากการใช้งานของวิธีการและอุปกรณ์เหล่านี้จะช่วยให้การทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ สะอาดขึ้น แม้กระทั่งการดำเนินธุรกิจของอุตสาหกรรมไอซีที่ต้องยึดหลักเกณฑ์ที่ต้องรับผิดชอบต่อสังคม คือ ด้านแรงงาน คือ จะต้องยึดมั่นในเรื่องสิทธิมนุษยชนของแรงงาน, ด้านสุขภาพและความปลอดภัย คือ ต้องจัดให้มีสภาพแวดล้อมในการทำงานที่ปลอดภัยและมีสุขภาพดี, ด้านสิ่งแวดล้อม คือ การผลิตสินค้า ต้องก่อให้เกิดผลข้างเคียงในทางที่ไม่ดีต่อชุมชน, สิ่งแวดล้อม, และทรัพยากรธรรมชาติให้น้อยที่สุด, ด้านระบบการจัดการ คือ ต้องมั่นใจว่ามีการปฏิบัติเป็นไปตามกฎเกณฑ์ที่ขบด้วยกฎหมาย, ด้านจริยธรรม คือ ต้องรักษามาตรฐานสูงสุดของจริยธรรมเอาไว้ เช่นการมีความรับผิดชอบต่อสังคม, ดำเนินธุรกิจด้วยความซื่อสัตย์สุจริต เป็นต้น⁽¹⁴⁾

ดังนั้นคณะผู้วิจัย จึงมีแนวคิดในการพัฒนาสื่อ ที่จะนำเสนอเนื้อหาสาระ เกี่ยวกับเทคโนโลยีสีเขียวในมิติต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับระบบสารสนเทศเพื่อการอนุรักษ์ทรัพยากรสิ่งแวดล้อมในรูปแบบของเทคโนโลยีจักรวาลนามิต เพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิตของประชาชนและสนับสนุนการปฏิบัติวิถีชีวิตสีเขียว (Green Lifestyle) เพื่อให้บุคคลส่วนใหญ่ในสังคมไทยของเราได้เกิดความรู้และความเข้าใจ และเพื่อดำเนินการสู่ความเป็นมหาวิทยาลัยสีเขียวของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร โดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม Augmented Reality (AR) ซึ่งสอดคล้องกับกลยุทธ์ในการพัฒนาเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการศึกษาที่ช่วยส่งเสริมและสนับสนุนการนำเทคโนโลยีสีเขียวในฐานะแรงขับเคลื่อนทางเศรษฐกิจ สำหรับอนาคต มาใช้ในการพัฒนาสังคมและสิ่งแวดล้อม และตอบสนองกับนโยบายของรัฐบาลต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาสื่อเทคโนโลยีสีเขียวเกี่ยวกับระบบสารสนเทศเพื่อการอนุรักษ์ทรัพยากรสิ่งแวดล้อม ในรูปแบบของเทคโนโลยีจักรวาลนามิต
2. เพื่อถ่ายทอดกระบวนการ เกี่ยวกับสื่อเทคโนโลยีสีเขียวเกี่ยวกับระบบสารสนเทศเพื่อการอนุรักษ์ทรัพยากรสิ่งแวดล้อม ในรูปแบบของเทคโนโลยีจักรวาลนามิต

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1. การพัฒนาสื่อเทคโนโลยีสีเขียวเกี่ยวกับระบบสารสนเทศเพื่อการอนุรักษ์ทรัพยากรสิ่งแวดล้อม ในรูปแบบของเทคโนโลยีจักรวาลนามิต
2. การถ่ายทอดกระบวนการ สื่อเทคโนโลยีสีเขียวเกี่ยวกับระบบสารสนเทศเพื่อการอนุรักษ์ทรัพยากรสิ่งแวดล้อม ในรูปแบบของเทคโนโลยีจักรวาลนามิต

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทำให้เพลิดเพลินกับการศึกษานวัตกรรม เทคโนโลยี ในรูปแบบวิถีใหม่
2. ทำให้เข้าใจการถ่ายทอดเทคโนโลยีสีเขียวเกี่ยวกับระบบสารสนเทศเพื่อการอนุรักษ์ทรัพยากรสิ่งแวดล้อม ในรูปแบบของเทคโนโลยีจักรวาลนามิต

2. วิธีการศึกษา

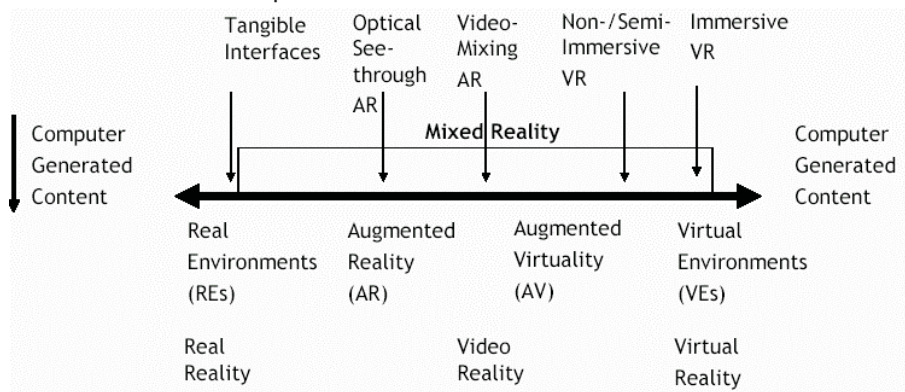
โครงการวิจัยและพัฒนาสื่อเทคโนโลยีสีเขียวเกี่ยวกับระบบสารสนเทศเพื่อการอนุรักษ์ทรัพยากรสิ่งแวดล้อม ในรูปแบบของเทคโนโลยีจักรวาลนามิต ผู้วิจัยได้ศึกษาดำรง เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้เป็นแนวทางในการศึกษาค้นคว้า ดังต่อไปนี้

1. แนวคิดทฤษฎีการเรียนรู้การพัฒนาสื่อเทคโนโลยี
2. แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับเทคโนโลยีจักรวาลนามิต
3. วิธีดำเนินงานวิจัย

แนวคิดทฤษฎีการเรียนรู้การพัฒนาสื่อเทคโนโลยี

การพัฒนาสื่อเทคโนโลยี ถือได้ว่าเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญอย่างยิ่ง เพราะเป็นกระบวนการที่จะต้อง พัฒนาโปรแกรม หรือสร้างชิ้นงานสื่อการเรียนรู้ให้สำเร็จตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้อย่าง มีประสิทธิภาพ การพัฒนาสื่อเทคโนโลยีให้ตีมี ประสิทธิภาพ ไม่ได้เกิดจากความสามารถขององค์ประกอบใดองค์ประกอบหนึ่ง แต่เพียงอย่างเดียว สื่อการเรียนรู้ที่มีความสวยงาม มีเทคนิคพิเศษแพรวพราว ตื่นตาเร้าใจ แต่ไม่ได้ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างแท้จริง ความเป็นสื่อการสอนก็จะลดคุณค่าลง หลักการสำคัญซึ่งเป็นที่ยอมรับในการสร้าง และพัฒนาสื่อเทคโนโลยีอย่างมีประสิทธิภาพ คือ การออกแบบสื่อเทคโนโลยี ซึ่งเป็น หลักการสากลที่ได้รับการยอมรับในการพัฒนาสื่อการสอนแทบทุกประเภท ดังได้กล่าวมาแล้วว่า กระบวนการออกแบบสื่อ เทคโนโลยี จะประกอบด้วยกระบวนการต่าง ๆ เพื่อเป็นแนวทางไปสู่ความสำเร็จในการเรียนรู้ตามที่ตั้งจุดมุ่งหมายไว้ หลักการ ออกแบบ ประกอบด้วยกระบวนการ 5 ขั้นตอน ได้แก่ การวิเคราะห์ (Analysis), การออกแบบ (Design), การพัฒนา (Development), การนำไปใช้ (Implementation), การประเมินผล (Evaluation)

แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับเทคโนโลยีจักรวาลนฤมิต



ภาพที่ 1 Reality-virtuality (RV) continuum(Milgram and Kishino,1994)

จากภาพที่ 1 มิลแกรม อาจารย์ชาวแคนาดาและคิชิโน⁽²³⁾ นักวิจัยชาวญี่ปุ่นได้ร่วมกันเขียนบทความนี้ตั้งแต่ปี ค.ศ.1994 (Milgram and Kishino,1994) ซึ่งให้เห็นแนวทางการพัฒนาจากความเป็นจริงไปสู่ความเสมือนซึ่งบทความฉบับนี้ได้อธิบายในยุคแรกว่า การสร้างความเสมือนในโลกแห่งความจริงเป็นการนำเอาความเสมือนจริงมาใช้โดยอาศัยคอมพิวเตอร์เป็นตัวสร้างเนื้อหาที่ก่อให้เกิดความเสมือน เริ่มจากสภาพแวดล้อมจริงหรือ REs (Real Environments) คือโลกจริงที่เราใช้ชีวิตอยู่ตามปกติ และความ ต่อเนื่องจากความเสมือนจริงจะอยู่ในรูปแบบต่างๆ มาตามลำดับและสุดท้าย จะกลับกัน คือ ตัวเนื้อหาหรือคอนเทนต์จะเป็นตัว สร้างรูปแบบหรือระบบคอมพิวเตอร์ใหม่



ภาพที่ 2 ความเป็นจริงเสริม (Augmented Reality) เป็นการนำเอาข้อมูลจากอินเทอร์เน็ตมาเสริมในโลกของความเป็นจริง ในรูปแบบของแผ่นพับผ่านแอปพลิเคชัน “Zone ทำดีเพื่อพ่อ” และเกม Pokémon

ความเสมือนจริงในระดับแรกเป็นการเพิ่มหรือเสริมเข้าไปในชีวิตจริง จากการนำเอาเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมหรือ AR (Augmented Reality) มาใช้ เทคโนโลยี AR นี้ เรียกว่าความเป็นจริงเสริม เป็นการเห็นภาพที่เกิดขึ้นจากการผสมผสานระหว่าง สภาพแวดล้อมจริงหรือภาพจริงกับภาพเสมือนจริงคือการนำเอาภาพหรือวัตถุ Virtual Object หรือข้อมูล Data จากโลกออนไลน์เพิ่มไปในโลกจริง Real World มาสร้างเป็นเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม Augmented Reality (AR) การนำเอาข้อมูลจากอินเทอร์เน็ตมาสร้างเป็นภาพได้สองลักษณะคือ Trigger Based และ Location Based ซึ่งอย่างแรก Trigger Based หมายถึงการนำเอาภาพจากกล้องของโทรศัพท์มือถือไปทำการจุดชนวนเพื่อทำการดาวน์โหลดข้อมูลจากอินเทอร์เน็ตนำมาซ้อนเข้ากับภาพที่ได้จากกล้องขณะนั้น ทำให้ผู้ใช้เห็นเหมือนมีวัตถุหรือข้อมูลซ้อนในขณะนั้นเป็นการเสริมเข้าไปในทันที และในส่วนของ การสร้างความจริงเสริมแบบอ้างอิงพิกัดที่อยู่หรือ Location Based เองการซ้อนภาพก็ทำได้เช่นเดียวกัน แต่เป็นการใช้ตำแหน่งที่ตั้งจาก GPS หรือการอ้างอิงตำแหน่งที่อยู่จากวิธีการอื่นๆ มาเป็นตัวดาวน์โหลดข้อมูลจากอินเทอร์เน็ตนำมาซ้อนให้เห็นภาพ หรือกิจกรรมอื่นๆ ตัวอย่างของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม AR ในลักษณะนี้ก็คือ เกม Pokémon เป็นการใช้โปรแกรมที่มีการอ้างอิงพิกัดจากสัญญาณ GPS ของสมาร์ตโฟนเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องและยาวนาน

เทคโนโลยีเสมือนต่อมาที่พัฒนาขึ้น และสามารถสร้างลักษณะความเสมือนจริงได้สูงขึ้นอีกรูปแบบหนึ่งคือ ความเป็นจริงผสม หรือที่เรียกว่า MR (Mixed Reality) คือการนำเอาความเป็นจริงเสริม AR กับ การเสริมที่เสมือนจริง AV มาผสมกัน ทำให้เกิดการเชื่อมโยงในโลกเสมือนวัตถุหรือผู้ที่อยู่ในโลกจริงและโลกเสมือนทำให้เกิดการโต้ตอบมีปฏิสัมพันธ์กันได้ เช่นการอวตารจากโลกจริงไปอยู่ในสภาพต่าง ๆ เช่น เกมบางอย่างการใช้แอปพลิเคชัน Snap chat, Second Life หรืออื่น ๆ ที่ทำให้เกิดการสื่อสารเสมือนจริง หรือแม้กระทั่งการพูดคุยโต้ตอบแบบสิริหรือ ok Google และ Alexa ซึ่งทำให้ผู้ใช้ได้เกิดสภาวะการรับรู้เสมือน ได้คุยกับคนจริงๆ นอกจากนี้แล้วสภาวะแวดล้อมจากโลกจริง และโลกเสมือนก็สามารถเกิดขึ้นได้ ในขณะเดียวกัน เช่นการใส่แว่นของ Microsoft HoloLens, Bridge Headset ทำให้เห็นภาพ หรือสิ่งอื่นเสริมเข้ามาในวงการโทรทัศน์ หรือการผลิตรายการยุคใหม่มีการนำเอาเทคโนโลยี Virtual Studio ก่อให้เกิดการผลิตรายการแบบใหม่ๆ แบบ Immersive หรือที่เรียกว่า เทคโนโลยีเต็มตัว นั้นเอง



ภาพที่ 3 Immersive Technology เทคโนโลยีเต็มตัว ของสถานีโทรทัศน์ไทยรัฐทีวี และภาพยนตร์ Avatar เป็นลักษณะของความเป็นจริงเสริมที่เสมือนจริง AV (Augmented Virtually)

ความเป็นจริงเสริมที่เสมือนจริง AV (Augmented Virtually) คือ สภาพแวดล้อมที่นำเอาข้อมูลจากโลกความเป็นจริง เช่นการจับการเคลื่อนไหวที่ของมนุษย์โดยใช้กล้อง และแปลงให้เป็นข้อมูล เพื่อนำข้อมูล Real Object/Data สูโลกจำลอง Virtual World เช่น การทำ Immersive หรือเทคโนโลยีเต็มตัว การใช้กล้องหรืออุปกรณ์แบบ Kineticหรือ Motion Capture ที่สามารถตรวจจับการเคลื่อนไหวของผู้ใช้ แล้วนำข้อมูลไปใส่ในตัวละครเช่นการใช้ระบบ ในภาพยนตร์เรื่อง อวตาร ปีค.ศ. 2009 ภาพตัวละครที่ปรากฏเป็นนักแสดงที่มาจากการเล่นการสังเคราะห์ การถ่ายทำนักแสดง โดยใช้กล้องที่ออกแบบเป็นพิเศษติดตั้งที่ศีรษะของนักแสดง เพื่อถ่ายภาพความเคลื่อนไหวของดวงตา ลักษณะสีหน้า และการแสดงอารมณ์ มีเซ็นเซอร์จับการเคลื่อนไหวของร่างกาย จากนั้นจึงนำไปประมวลผลเป็นการเคลื่อนไหวในตัวละคร ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์แอนิเมชันสร้างเป็นตัวละครขึ้นมา ทำให้เกิดความเสมือนเทคโนโลยีประเภทนี้จะทำให้เราเข้าไปใกล้ความเสมือนจริงมากขึ้นจนกระทั่งเกิดความเต็มตัว คิดว่าเป็นการถ่ายทำจากตัวละครจริง



ภาพที่ 4 เทคโนโลยีของ วีอาร์ ความเสมือนจริง

หลักการการทำงานของเทคโนโลยีความเสมือนจริง

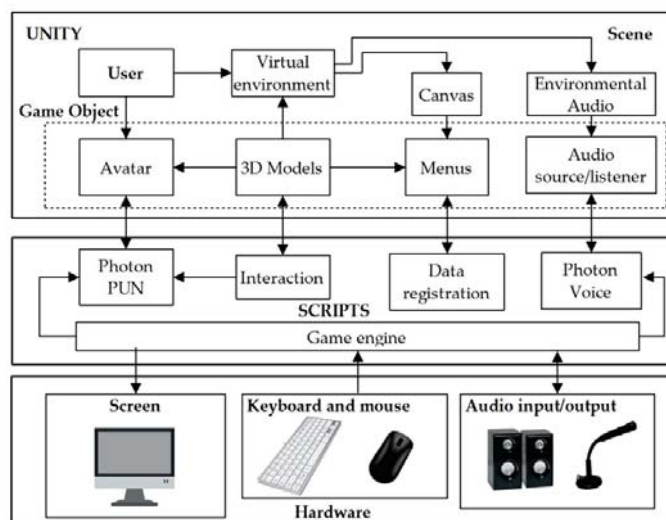
Virtual reality หรือ วีอาร์ คือการจำลองสภาพแวดล้อมจริงเข้าไปให้เสมือนจริง โดยผ่านการรับรู้จากการมองเห็น เสียง สัมผัส แม้กระทั่งกลิ่น โดยจะตัดขาดเราออกจากสภาพแวดล้อมปัจจุบันเพื่อเข้าไปสู่ภาพที่จำลองขึ้นมาตัวอย่างเช่น การจำลองสถานที่ google street view



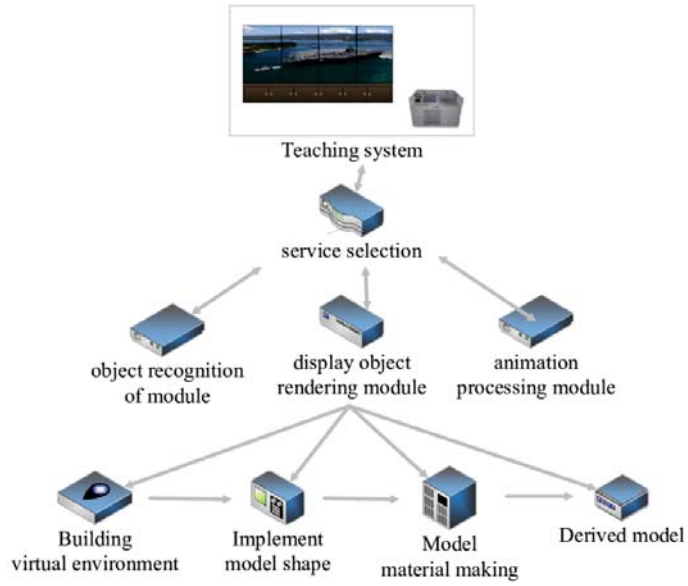
ภาพที่ 5 เทคโนโลยีของ วีอาร์ ความเสมือนจริง

วิธีดำเนินการวิจัย

การพัฒนาสื่อเทคโนโลยีสีเขียวกับระบบสารสนเทศเพื่อการอนุรักษ์ทรัพยากรสิ่งแวดล้อม ในรูปแบบของเทคโนโลยี จักรวาลนฤมิต คณะผู้วิจัยออกแบบการพัฒนาสื่อเทคโนโลยีสีเขียวกับระบบสารสนเทศเพื่อการอนุรักษ์ทรัพยากรสิ่งแวดล้อม ในรูปแบบของเทคโนโลยีจักรวาลนฤมิต โดยแบบไดอะแกรมแผนผัง (Schematic Diagram) แสดงได้ดังภาพที่ 6 และ ภาพที่ 7

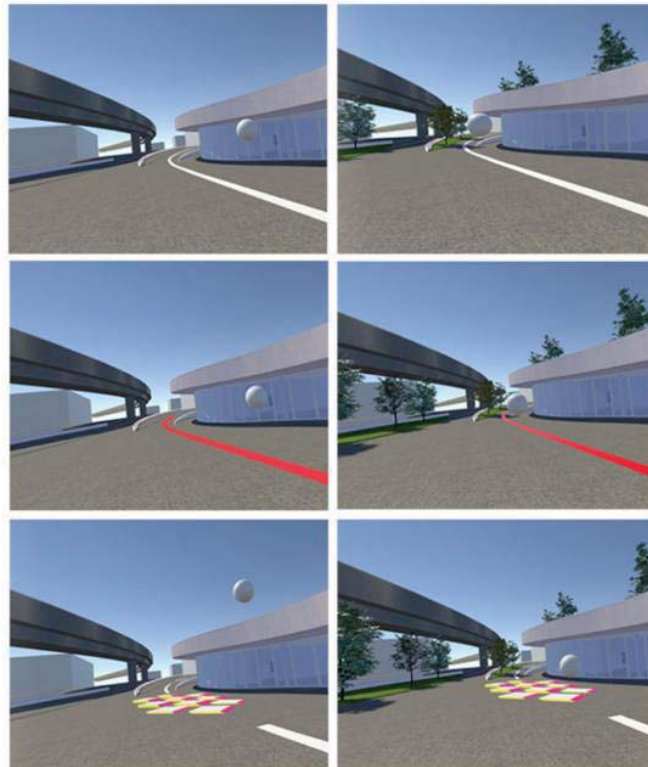


ภาพที่ 6 ไดอะแกรมทั่วไปของแอปพลิเคชัน วีอาร์ (พัฒนาโดยใช้ Unity)



ภาพที่ 7 ไดอะแกรมโครงสร้างฟังก์ชัน วีอาร์

การพัฒนาสื่อเทคโนโลยีสีเขียวกับระบบสารสนเทศเพื่อการอนุรักษ์ทรัพยากรสิ่งแวดล้อม ในรูปแบบของเทคโนโลยี จักรวาลนฤมิต ผู้วิจัยดำเนินการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างมี ที่มีการทดสอบก่อนใช้สื่อและหลังใช้สื่อ โดยออกแบบแผนงานวิจัยแบบ ศึกษากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมโดยการสุ่ม วัดก่อนและหลังการทดลอง (Randomized Control Group-Pretest Posttest Design)



ภาพที่ 8 ภาพจำลองสถานที่สะพานและทางเดิน ควบคุมภาพที่เพิ่มต้นไม้สีเขียวตามมุมต่าง ๆ

ตารางที่ 1 ข้อมูลประชากรของผู้เข้าร่วม

ตัวแปร		กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
เพศ	ชาย	7	10
	หญิง	13	10
สัมผัสประสบการณ์ วีอาร์	เคย	8	0
	ไม่เคย	12	20
การศึกษา (ในปีปัจจุบัน)	ค่าเฉลี่ย	16	14
	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	3.7	4.8

ตารางที่ 2 แบบศึกษาในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยการสุ่มวัดก่อนและหลังการทดลอง

กลุ่มตัวอย่าง	ก่อนเรียน	ทดลอง	หลังเรียน
ER	M_1	X	M_2

โดยมีขั้นตอนในการทำการศึกษากับกลุ่มตัวอย่าง ดังนี้

ขั้นที่ 1 แนะนำสร้างสื่อเทคโนโลยีสีเขียวกับระบบสารสนเทศเพื่อการอนุรักษ์ทรัพยากรสิ่งแวดล้อม ในรูปแบบของเทคโนโลยีจักรวาลนฤมิต ให้กลุ่มตัวอย่างรู้รายละเอียดเกี่ยวกับสื่อแบบเสมือนจริงและวิธีการใช้ตลอดจนวัตถุประสงค์ในการใช้งาน

ขั้นที่ 2 ทดสอบก่อนใช้สื่อ (Pretest) เมื่อกลุ่มตัวอย่างผ่านการแนะนำการใช้งานสื่อแล้ว ผู้วิจัยจะให้กลุ่มตัวอย่างทุกคนทำแบบทดสอบการรับรู้ก่อนเรียน (Pretest) เพื่อให้ทราบว่ากลุ่มตัวอย่างมีการรับรู้ในระดับใดและทำการเก็บคะแนนจากการทดลองของกลุ่มตัวอย่าง

ขั้นที่ 3 ให้กลุ่มตัวอย่างทุกคนเรียนรู้โดยการใช้สื่อเทคโนโลยีสีเขียวกับระบบสารสนเทศเพื่อการอนุรักษ์ทรัพยากรสิ่งแวดล้อม ในรูปแบบของเทคโนโลยีจักรวาลนฤมิตโดยใช้จากเครื่องคอมพิวเตอร์ โทรศัพท์มือถือและแว่น วีอาร์

ขั้นที่ 4 การประเมินความพึงพอใจ หลังจากทีกลุ่มตัวอย่างได้เรียนรู้สื่อและทำแบบทดสอบหลังเรียนเพื่อวัดการรับรู้ด้วยสื่อเทคโนโลยีสีเขียวกับระบบสารสนเทศเพื่อการอนุรักษ์ทรัพยากรสิ่งแวดล้อม ในรูปแบบของเทคโนโลยีจักรวาลนฤมิตแล้วผู้วิจัยได้มีการให้กลุ่มตัวอย่างตอบแบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อการใช้สื่อสื่อเทคโนโลยีสีเขียวกับระบบสารสนเทศเพื่อการอนุรักษ์ทรัพยากรสิ่งแวดล้อม ในรูปแบบของเทคโนโลยีจักรวาลนฤมิตและทำการเก็บคะแนนจากกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ จำนวน 150 คน
2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้มาโดยใช้การสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) จากประชากร จำนวน 20 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาในครั้งนี้เป็นเครื่องมือที่คณะผู้วิจัยสร้างขึ้นประกอบด้วย

1. สื่อเสมือนจริง วีอาร์ สร้างสื่อเทคโนโลยีสีเขียวกับระบบสารสนเทศเพื่อการอนุรักษ์ทรัพยากรสิ่งแวดล้อม ในรูปแบบของเทคโนโลยีจักรวาลนฤมิตแบบ 360 องศา
2. แบบประเมินคุณภาพของสื่อเทคโนโลยีสีเขียวกับระบบสารสนเทศเพื่อการอนุรักษ์ทรัพยากรสิ่งแวดล้อม ในรูปแบบของเทคโนโลยีจักรวาลนฤมิต
3. แบบประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ จากการใช้สื่อเทคโนโลยีสีเขียวกับระบบสารสนเทศเพื่อการอนุรักษ์ทรัพยากรสิ่งแวดล้อม ในรูปแบบของเทคโนโลยีจักรวาลนฤมิต

ผลการวิจัย

ผลการสร้างสื่อเทคโนโลยีสีเขียวกับระบบสารสนเทศเพื่อการอนุรักษ์ทรัพยากรสิ่งแวดล้อม ในรูปแบบของเทคโนโลยีจักรวาลนฤมิต ใช้อุปกรณ์คอมพิวเตอร์, โทรศัพท์มือถือ, และจากแว่นวีอาร์

ตารางที่ 3 ข้อมูลประชากรของประชากร

เพศ	ตัวแปร	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
	ชาย		7
หญิง		13	10
สัมผัสประสบการณ์เทคโนโลยีวีอาร์	เคย	8	0
	ไม่เคย	12	20

จากข้อมูลประชากรที่ทำการสอบถาม เป็นเพศชาย 7 คน เพศหญิง 13 คน มีประสบการณ์การสัมผัสเทคโนโลยีวีอาร์ 12 คน และ ไม่มีประสบการณ์การสัมผัสเทคโนโลยีวีอาร์ 8 คน

ตารางที่ 4 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ได้จากการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญสื่อเสมือนจริง

รายการประเมิน	ผลการประเมิน		
	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ระดับคุณภาพ
ผลการประเมินด้านเนื้อหา	4.72	0.14	ดีมาก
ผลการประเมินด้านสื่อและวิธีการนำเสนอ	4.53	0.11	ดีมาก
เฉลี่ยรวม	4.62	0.11	ดีมาก

จากผลการประเมินคุณภาพซึ่งประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา ด้านสื่อและวิธีการนำเสนอ พบว่าสื่อเสมือนจริง วีอาร์ ด้านเนื้อหามีค่าเฉลี่ย 4.72 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.14 มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดีมาก และ ด้านสื่อและวิธีการนำเสนอ มีค่าเฉลี่ย 4.53 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.11 มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดีมาก และมีค่าเฉลี่ยรวม 4.62 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.11

ตารางที่ 5 ผลการประเมินความพึงพอใจโดยกลุ่มตัวอย่างโดยแบบสอบถามออนไลน์ เกี่ยวกับความคิดเห็นการเรียนจากสื่อเสมือนจริง วีอาร์

รายการประเมิน	ผลการประเมิน		
	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ระดับคุณภาพ
1. อุปกรณ์ที่ใช้ในการรับชมสื่อ	4.25	0.15	มาก
2. ด้านวิดีโอแบบ 360 องศาเสมือนจริง	4.34	0.09	มาก
3. ด้านเนื้อหา ที่รับชมสื่อ	4.32	0.06	มาก
เฉลี่ยรวม	4.30	0.06	มาก

ผลจากการประเมินความพึงพอใจ โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้สื่อเทคโนโลยีเสมือนจริงเกี่ยวกับระบบสารสนเทศเพื่อการอนุรักษ์ทรัพยากรสิ่งแวดล้อม ในรูปแบบของเทคโนโลยีจักรวาลนฤมิต ในส่วนคุณภาพของสื่อที่รับชมผ่านอุปกรณ์ พบว่าค่าเฉลี่ยทุกด้านมีค่าเท่ากับ 4.30 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 0.06 อยู่ในระดับมาก

3. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

1) สื่อเทคโนโลยีเสมือนจริงเกี่ยวกับระบบสารสนเทศเพื่อการอนุรักษ์ทรัพยากรสิ่งแวดล้อม ในรูปแบบของเทคโนโลยีจักรวาลนฤมิต มีการนำเอาเทคโนโลยีต่างๆ มาประยุกต์ตามอุปกรณ์ของผู้ใช้งาน เช่น การใช้คอมพิวเตอร์ โทรศัพท์มือถือ และการใช้แว่นวีอาร์ ทำให้ตอบสนองผู้เรียนที่มีความแตกต่างกัน สามารถรับชมได้คล้ายๆ กันคือมีปฏิสัมพันธ์กับสื่อ เช่นการหมุนภาพไปโดยรอบในคอมพิวเตอร์หรือในโทรศัพท์มือถือเพื่อรับชม

2) ผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญทางด้านสื่อและการนำเสนอ พบว่าสื่อเทคโนโลยีเสมือนจริงเกี่ยวกับระบบสารสนเทศเพื่อการอนุรักษ์ทรัพยากรสิ่งแวดล้อม ในรูปแบบของเทคโนโลยีจักรวาลนฤมิต มีความคมชัดทั้งภาพ และเสียงอีกทั้งการมีปฏิสัมพันธ์ ง่ายต่อการควบคุม จากการวิเคราะห์ผลประเมินด้านสื่อและการนำเสนอจากผู้เชี่ยวชาญ $\bar{X} = 4.53$, S.D. = 0.11 อยู่ในเกณฑ์ดีมาก และ ผลประเมินเนื้อหาจากผู้เชี่ยวชาญ $\bar{X} = 4.72$, S.D. = 0.14 อยู่ในเกณฑ์ดีมาก เช่นกัน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของรัชฎาภรณ์ นิมานวล⁽¹²⁾ ได้ศึกษาได้ทำการวิจัยศึกษาเกมเทคโนโลยีเสมือนจริงบรรจุกัญช์ (VR Game) พบว่า การสร้างสื่อที่ดีควรบทเรียนที่มีลักษณะน่าสนใจ น่าสนใจในการเรียน ความเหมาะสมของเสียงและจังหวะ รวมทั้งความหลากหลายและความเหมาะสมของรูปแบบการมีปฏิสัมพันธ์รวมเข้าด้วยกัน

3) ผลการประเมินความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างผลการประเมินความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อสื่อเทคโนโลยีเสมือนจริงเกี่ยวกับระบบสารสนเทศเพื่อการอนุรักษ์ทรัพยากรสิ่งแวดล้อม ในรูปแบบของเทคโนโลยีจักรวาลนฤมิต มีระดับค่าเฉลี่ย $\bar{X} = 4.30$,

S.D. = 0.06 เนื่องจากสื่อเทคโนโลยีสีเขียวเกี่ยวข้องกับระบบสารสนเทศเพื่อการอนุรักษ์ทรัพยากรสิ่งแวดล้อม ในรูปแบบของเทคโนโลยีจักรวาลนฤมิต มีเนื้อหาที่ถูกต้องครบถ้วน สื่อมีกระบวนการในออกแบบรวมถึงขั้นตอนการสร้างอย่างเป็นระบบจึงทำให้ได้สื่อที่น่าสนใจมีปฏิสัมพันธ์ ภาพวิดีโอที่ถ่ายทำขึ้นมีความคมชัดสูง มีรูปภาพประกอบสวยงาม ดึงดูดต่อผู้ใช้งานเป็นอย่างดี สอดคล้องกับงานวิจัยของ พิเชฐ ทองนาว่า⁽¹⁰⁾ ที่ได้ทำการศึกษาถึงการพัฒนบทเรียนคอมพิวเตอร์แบบเสมือนจริง พบว่าสิ่งที่ควรคำนึงในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์แบบเสมือนจริงนั้นควรประกอบด้วย การดำเนินการสร้างอย่างเป็นระบบ ได้ผ่านกระบวนการหาประสิทธิภาพอย่างเป็นลำดับขั้นตอน และได้ผ่านขั้นตอนการปรับปรุงแก้ไขตามขั้นตอนกระบวนการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) ทำให้ผู้เรียนมีความสนใจกระตือรือร้นในการเรียน

4. สรุป

สรุปได้ว่าสื่อจักรวาลนฤมิตที่เป็นนวัตกรรมทางเทคโนโลยีที่มีความหลายมิติ ในการเชื่อมโยงองค์ความรู้ต่างๆ พร้อมทั้งมีการพัฒนาสื่อเทคโนโลยีสีเขียวกับระบบสารสนเทศเพื่อการอนุรักษ์ทรัพยากรสิ่งแวดล้อม มาเป็นแรงผลักดันในการเรียนรู้ และตระหนักต่อคุณภาพชีวิตของประชาชน และสนับสนุนการปฏิบัติวิถีชีวิตสีเขียว (Green Lifestyle) เพื่อให้บุคคลส่วนใหญ่ในสังคมไทยของเราได้เกิดความรู้ และความเข้าใจ และเพื่อดำเนินการสู่ความเป็นมหาวิทยาลัยสีเขียว โดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม Augmented Reality (AR) ซึ่งสอดคล้องกับกลยุทธ์ในการพัฒนาเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการศึกษา ที่ช่วยส่งเสริมและสนับสนุนการนำเทคโนโลยีสีเขียวในฐานะแรงขับเคลื่อนทางเศรษฐกิจ สำหรับอนาคต มาใช้ในการพัฒนาสังคมและสิ่งแวดล้อมที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้นอย่างมีประสิทธิภาพ

การเข้าสู่โลกของเมตาเวิร์ส ไม่ใช่สิ่งที่ไกลจากความเป็นจริง ด้วยเว็บไซต์ 3.0 หลายๆ เว็บไซต์หรือแพลตฟอร์ม สามารถที่จะทำให้ทุกคนอวดตาเข้ามาร่วมกันทำกิจกรรม ร่วมกันเรียนรู้ ทำการสื่อสารและการมีปฏิสัมพันธ์กันได้ แม้จะยังไม่ได้ใช้อุปกรณ์สวมใส่ต่างๆ แต่ก็มีกิจกรรมร่วมกันได้ สื่อสารกันได้ จากการทดลองให้ผู้สนใจเข้ามาร่วมกันพูดคุยทำงาน และสื่อสารกันในโลกเสมือน ทำให้ทุกคนเริ่มมีพื้นที่ส่วนตัว เริ่มมีการสร้างห้อง สร้างความเป็นตัวตนในโลกเสมือน แต่ในความเป็นจริงเทคโนโลยีที่ทำให้เกิดความเสมือนมาก ผู้ใช้ที่เสพติดสิ่งเหล่านี้จะทำให้ความไว้วางใจ ความเชื่อใจในมนุษย์ Human Trust กลับถูกทำให้น้อยลง และเลือนหายไป เราเริ่มเชื่อในสิ่งที่เห็นได้น้อยลง เราเริ่มไม่ไว้วางใจข้อมูล หรือสารที่ได้รับจากบุคคล จากการสื่อสารหรือแม้แต่การแสดงในยุคปัจจุบันที่เหมือนจริงหรือจากภาพยนตร์ทำให้หลายๆ คนไม่เชื่อถือในสิ่งที่เห็น เมื่อเราได้รับแต่ความเสมือน ความจริงที่เราได้รับกลับทำให้เราไว้วางใจกันน้อยลง เทคโนโลยีอาจจะช่วยทำให้เกิดการเรียนรู้ แต่ความไว้วางใจในมนุษย์สิ่งต่าง ๆ เหล่านี้ไม่อาจจะทำได้จากความเสมือนเท่านั้น การเรียนการสอนควรนำเอาความเสมือนมาสร้างให้เกิดความมั่นใจในความเป็นมนุษย์

5. กิตติกรรมประกาศ

ทีมผู้วิจัยขอขอบคุณ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่ให้การสนับสนุนทุนการทำวิจัยในครั้งนี้ ให้สำเร็จลุล่วงได้อย่างสมบูรณ์

6. เอกสารอ้างอิง

1. เทวัญ อุทัยวัฒน์. 2565. จักรวาลนฤมิตคือตัวเร่งความเหลื่อมล้ำทางสังคม. กลุ่มนโยบายสาธารณะ เพื่อสังคมและธรรมาภิบาล. สืบค้นเมื่อ 25 มกราคม 2566. จาก <https://www.thaipost.net/articles-news/148375>
2. เว็บมาสเตอร์. คอมพิวเตอร์สีเขียว เพื่อโลกและสิ่งแวดล้อม. สืบค้นเมื่อ 25 มกราคม 2566. จาก https://en.mahidol.ac.th/thai/news/2008/06/10_5.html
3. เอฟไอโอ. Green technology. เทคโนโลยีไอทีเพื่อสิ่งแวดล้อม. สืบค้นเมื่อ 25 มกราคม 2566. จาก <https://www.fio.co.th>
4. แอดมินเว็บ, มาตรฐานทางด้านสิ่งแวดล้อมของผลิตภัณฑ์ด้าน IT. สืบค้นเมื่อ 25 มกราคม 2566. จาก <http://www.nextproject.net/contents/default.aspx?00088>
5. โสภณ ศุภมั่งมี. 2564. รู้จักกับ จักรวาลนฤมิต. สืบค้นเมื่อ 25 มกราคม 2566, จาก <https://www.facebook.com/1023078414531349/posts/1936828533156328>
6. ใจทิพย์ ณ สงขลา. 2565. สะท้อนทักษะและข้อห่วงใยต่อการศึกษาในอนาคตที่ Metaverse จะเข้ามามีบทบาทเชื่อมการเรียนรู้อะหว่างโลกจริงและโลกเสมือน. สืบค้นเมื่อ 25 มกราคม 2566. จาก <https://www.chula.ac.th/highlight/64690>
7. ไทยรัฐออนไลน์. 2564. Metaverse คืออะไร สำคัญอย่างไรกับโลกอนาคต. สืบค้นเมื่อ 25 มกราคม 2566. จาก <https://www.thairath.co.th/lifestyle/tech/2230534>

8. นุศรา สุขประเสริฐ. 2554. Virtual Reality ความจริงเสมือน สืบค้นเมื่อ 25 มกราคม 2566. จาก <http://trylove16.blogspot.com/2011/09/vitual-reilty.html>.
9. ปาชาณ กุลวานิช. APO International Conference on Green Technology, (Cite 2019, June 20) Available from [https://www.ftpi.or.th/download/APO-Article/Interface-Sector/Green% 20Productivity/e11IN104ConGreenTechPasanK12Oct11.pdf](https://www.ftpi.or.th/download/APO-Article/Interface-Sector/Green%20Productivity/e11IN104ConGreenTechPasanK12Oct11.pdf)
10. พิเชฐ ทองนาวา. 2553. การพัฒนาการเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย แบบภาพพาโนรามาเสมือนจริง เรื่อง พระราชวังสนามจันทร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3. ปรินญาศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยศิลปากร. หน้า ก.
11. มงคลชัย อัครดิษฐเลิศ และคณะ. 2561. การใช้ประโยชน์จากซากแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ (ส่วนอโลหะ) และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมวารสารสิ่งแวดล้อม (Environmental Journal), ปีที่ 22 ฉบับที่ 1 เดือน มกราคม-มีนาคม. หน้า 36
12. รัชฎาวรรณ นิ่มนวล. 2554. การเรียนแบบร่วมมือบนระบบเครือข่าย สำหรับการออกแบบบรรจุภัณฑ์ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงและการจัดการความรู้. ปรินญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต. สาขาวิชานวัตกรรมการเรียนรู้ทางเทคโนโลยี. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. หน้า ข.
13. ลานนา ดวงสิงห์. 2548. Computer เทคโนโลยีสารสนเทศในสังคมแห่งภูมิปัญญา. กรุงเทพฯ สำนักพิมพ์เพียร์สันเอดดูเคชั่น อินโดไชน่า.
14. วันชัย ดันตวิทยาพิทักษ์ และอ้อย กาญจนะวณิชย์. โลกร้อน ความจริงที่ทุกคนต้องรู้ – 10 คำถามโลกร้อน ที่ทุกคนต้องรู้. วิธีในการช่วยลดภาวะโลกร้อน (Cite 2019, June 21) สืบค้นเมื่อ 25 มีนาคม 2566 <https://www.sarakadee.com/2007/04/17/global-warming/>
15. วิกร ปรัชญพฤทธิ์. 2008. ความหมายของกรีนไอซีที. สืบค้นเมื่อ 25 มีนาคม 2566. จาก http://compcenter.bu.ac.th/index.php?option=com_content&task=view&id=72&Itemid=172
16. วิภาดา ศรีเมือง. 2565. รูปแบบการใช้สื่อสังคมและกระบวนการตัดสินใจซื้อคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊กของผู้บริโภคในจังหวัดนนทบุรี. วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชพฤกษ์. 8(2), 281-282.
17. ศิวนิต อรรถวุฒิกุล. 2547 ผลของการนำทางในบทเรียนความเป็นจริงเสมือนบนเว็บ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อรูปแบบการคิดต่างกันจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. หน้า 58.
18. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). 2565. กระทรวงศึกษาธิการ. Metaverse จักรวาลนิมิต. สืบค้นเมื่อ 28 ธันวาคม 2565. จาก <https://www.ipst.ac.th/knowledge/22565/metaverse.html>
19. อติสรณ์ อันสงคราม. 2558. ผลกระทบจากการใช้สื่อสังคมของคนวัยทำงานในกรุงเทพมหานคร และปริมณฑล. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีปทุม.
20. อนรรฆ มีสุข. 2559. การศึกษาพฤติกรรมการใช้เครือข่ายสังคมออนไลน์. สืบค้นเมื่อ 25 มกราคม 2566. จาก <http://www.seapsi.com/category/อินเทอร์เน็ต> [19 กุมภาพันธ์ 2566].
21. อิศรา ก้านจักร. 2565. มิติใหม่ศึกษาศาสตร์ สร้างการเรียนรู้และพัฒนางานทั้งระบบ สู่จักรวาล นิมิต “Metaverse”. สืบค้นเมื่อ 28 ธันวาคม 2565. จาก <https://th.kku.ac.th/96306/>
22. Application VR in Surgery THE GOOD DOCTOREPISODE 9. 2564. สืบค้นจาก <https://youtu.be/cbPRDw5dOFI>.
23. Milgram, P., Kishino, F., December. 1994. December. A taxonomy of mixed reality visual displays E77-D (3). IEICE Transactions on Information Systems. 77(12).
24. LLP KPMG. 2008. “Green IT and the Bottom line”. ITAdisory. KPMG LLP.

การค้นหารายับยั้งเอนไซม์แอลฟาไกลูโคซิเดสจากดอกตูมของต้นตะแบกนา
Study of α -Glucosidase Inhibitory Activity from Flower Buds
of *Lagerstroemia floribunda*

ปวิชญา แก้ววิเศษ ทิพย์สุนันท์ ขวางกระโทก ญัฐวุฒิ สุไชยชิต และ ณัชชา สุไชยชิต
Pavitchaya kaewwiset, Thipsukhon Khwangkrathok, Nattawut Suchaichit
and Natcha Suchaichit

สาขาเคมีประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์และศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน นครราชสีมา 30000

Department of Applied Chemistry, Faculty of Sciences and Liberal Arts,

Rajamangala University of Technology Isan, Nakhon Ratchasima 30000

Email : natcha.pa@muti.ac.th Tel. 086 6603116

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาองค์ประกอบทางเคมีและฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์แอลฟาไกลูโคซิเดส จากดอกตูมของต้นตะแบกนา การแยกสารจากพืชชนิดนี้ใช้เทคนิคทางโครมาโตกราฟี พบสารที่เคยรายงานโครงสร้างมาแล้ว 7 สาร เป็นสารกลุ่มไตรเทอร์ปีน 2 สารคือ betulinic acid (1) และ Ursolic acid (2) สารกลุ่มฟลาโวนอยด์ 2 สารคือ flavonoids; 5,7-Dimethoxyapigenin (3) และ Luteolin (4) สารกลุ่มฟีนอลิก 1 สารคือ gallic acid (5), สารกลุ่มอนุพันธ์แอลลาจิก 2 สารคือ 3,3'-Di-O-methylellagic acid (6) และ 3,3',4'-Di-O-methylellagic acid (7) การวิเคราะห์หาโครงสร้างของสารอาศัยข้อมูลทางสเปกโตรสโกปี (IR, ^1H NMR, and ^{13}C NMR) และเปรียบเทียบกับข้อมูลกับสารที่เคยรายงานมาแล้ว นำสารบริสุทธิ์ที่แยกได้ไปทดสอบฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์แอลฟาไกลูโคซิเดส ผลการทดสอบพบว่า 1 2 และ 4 มีศักยภาพในการยับยั้งเอนไซม์แอลฟาไกลูโคซิเดสด้วยค่า IC_{50} เท่ากับ 123.40 108.01 และ 58.12 $\mu\text{g}/\text{ml}$ ตามลำดับ

คำสำคัญ: ตะแบกนา เอนไซม์แอลฟาไกลูโคซิเดส ฟลาโวนอยด์

Abstract

The aim of this research was to study phytochemical composition and α -glucosidase inhibitory activity of *Lagerstroemia floribunda* flower buds. The chromatographic separation of this plant obtained seven compounds. They were two known triterpenes; betulinic acid (1) and Ursolic acid (2), two known flavonoids; 5,7-Dimethoxyapigenin (3) and Luteolin (4), one phenolic; gallic acid (5), and two known ellagic derivatives; 3,3'-Di-O-methylellagic acid (6) as well as 3,3',4'-Di-O-methylellagic acid (7). Their structures were determined by using spectroscopic evidences (IR, ^1H NMR, and ^{13}C NMR) and comparing data of their related structures with previous reported data. All isolated compounds were evaluated for α -glucosidase inhibitory activity. The results showed that compounds 1, 2 and 4 exhibited potent α -glucosidase inhibitors with IC_{50} value of 123.40 108.01 and 58.12 $\mu\text{g}/\text{ml}$, respectively.

Keywords: *Lagerstroemia floribunda*, α -glucosidase, flavonoids

การพัฒนาเทคนิครามานสเปกโตรสโกปีเพื่องานตรวจวินิจฉัยทางสัตวแพทย์:
ทดสอบเบื้องต้นในสุนัขป่วยด้วยโรคไต

Development of Raman Spectroscopy for Veterinary Diagnosis:
Preliminary in Case of Canine Kidney Disease

ดลฤทัย ศรีทะ กนกนภัส กลิ่นภักดี นริรัตน์ สุวจสุวรรณ อนุสรณ์ คณิตทอง และ ศิริลักษณ์ มีสุวรรณ
Donruethai Sreta, Kanoknaphat Klinpakdee, Natirat Suvajasuwan, Anuson Khanuengthong
and Sirilak Meesuan

คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก

Faculty of Veterinary Medicine, Rajamangala University of Technology Tawan-ok

corresponding author sirilak_me@rmutto.ac.th โทร 083-893-3053

บทคัดย่อ

โรคไตเป็นโรคที่พบได้บ่อยในสุนัข การวินิจฉัยโรคไตในสุนัขเป็นการตรวจหาค่า creatinine ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์จากกระบวนการเผาผลาญสารอาหารของร่างกายที่จะต้องถูกขับทิ้งผ่านไต ในการรักษาสุนัขโรคไตจำเป็นต้องมีการตรวจเป็นระยะๆ ไปจนตลอดช่วงเวลาของการรักษาและหลังการรักษา โดยปกติในการตรวจวัดค่า creatinine ใช้การตรวจด้วยเครื่องมืออัตโนมัติในห้องปฏิบัติการ ส่วนเทคนิครามานสเปกโตรสโกปี เป็นเทคนิคที่ใช้หลักการกระเจิงของอนุภาคแสงเมื่อชนกับโมเลกุลของสาร โดยสนใจอนุภาคแสงที่มีการกระเจิงแบบ raman เป็นเทคนิคที่ไม่ต้องการเตรียมตัวอย่างที่ต้องการตรวจสอบมากและไม่จำเป็นต้องต้องทำการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการเท่านั้น ดังนั้นในโครงการนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเทคนิครามานเพื่อใช้ในการตรวจวินิจฉัยโรคไตในสุนัข โดยในโครงการวิจัยจะเริ่มทำการทดลองตรวจค่า creatinine โดยใช้เครื่องตรวจค่าชีวเคมีในเลือดแบบอัตโนมัติ และตรวจค่า creatinine โดยใช้เทคนิครามาน ผลการวิจัยพบว่าเทคนิครามานสามารถตรวจหาสาร creatinine โดยพบสัญญาณ 1 ตำแหน่ง คือตำแหน่งที่ 836 cm^{-1} ตรงกับสัญญาณของ creatinine ที่เคยมีรายงาน ทั้งนี้ในอนาคตทางผู้วิจัยจะทำการทดลองเพิ่มเติมเพื่อให้ผลการวิจัยชัดเจนขึ้น เช่น การใช้ตัวขยายสัญญาณ และ การใช้โปรแกรมในการวิเคราะห์

คำสำคัญ: รามานสเปกโตรสโกปี ตรวจวินิจฉัยทางสัตวแพทย์ สุนัขโรคไต

Abstract

Kidney disease is a common disease in dogs. Diagnosis of kidney disease in dogs involves the detection of creatinine, Product from the body metabolism processing that be excreted through the kidneys. Dogs with kidney disease that be treated periodic examinations are required. Throughout the course of treatment and after treatment. Normally, creatinine determinations are performed using automated laboratory tests. Raman spectroscopy technique used the principle of scattering light particles when they collide with substance molecules. By focusing on Raman scattered light particles, the technique does not require extensive sample preparation and laboratory analysis. Therefore, this research aims to develop the Raman technique for the diagnosis of canine kidney disease. Which, creatinine was determined using an automated blood biochemical monitor and Raman technique. This result showed that Raman technique can be detected creatinine at 836 cm^{-1} position, which similar to the signal of creatinine that has previously been reported. Further study, the researcher will be explored in the clarified results, such as the use of signal amplifiers and programs for analysis.

Keywords: Raman spectroscopy Veterinary Diagnosis kidney disease

1. บทนำ

ในทางสัตวแพทย์ การควบคุม ป้องกันและการรักษาโรคเป็นสิ่งที่จะต้องกระทำอย่างเร่งด่วน โดยเฉพาะโรคระบาดที่มีผลต่อการเลี้ยงสัตว์ในภาคธุรกิจ สิ่งสำคัญที่จะช่วยให้การควบคุม การป้องกัน และการรักษาโรคเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ คือการวินิจฉัยโรคอย่างถูกต้องและรวดเร็ว อย่างไรก็ตามในทางสัตวแพทย์นั้นการพัฒนาเครื่องมือหรืออุปกรณ์ยังมีงานวิจัยและพัฒนา น้อย การพัฒนาในเรื่องงานวิจัยเพื่อสร้างนวัตกรรมจึงเป็นที่น่าสนใจ เทคนิครามานสเปกโตรสโกปี (Raman spectroscopy) เป็นเทคนิคที่ใช้หลักการกระเจิงของอนุภาคแสงเมื่อชนกับโมเลกุลของสาร โดยสนใจอนุภาคแสงที่มีการกระเจิงแบบ raman ซึ่งจะมีการเปลี่ยนแปลงพลังงานของอนุภาคหลังการชน เทคนิคนี้เป็นเทคนิคที่ไม่ต้องมีการเตรียมตัวอย่างที่ต้องการตรวจสอบมากและไม่จำเป็นต้องทำการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการเท่านั้น สามารถตรวจวิเคราะห์นอกสถานที่ได้ เทคนิคนี้ถูกนำมาใช้ในการตรวจวิเคราะห์ในงานหลายด้าน เช่น การตรวจสอบสารตกค้างในผลิตภัณฑ์จากสัตว์ การวินิจฉัยโรค เช่น วัณโรคในคน

ดังนั้นในโครงการนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเทคนิครามานเพื่อใช้ในการตรวจวินิจฉัยโรคในทางสัตวแพทย์ โดยในโครงการวิจัยจะเริ่มทำการทดลองตรวจวินิจฉัยโรคไตในสุนัขก่อน เนื่องจากโรคไตเป็นโรคที่พบได้บ่อย และจำเป็นต้องมีการตรวจเป็นระยะๆ ไปจนตลอดช่วงเวลาของการรักษาและหลังการรักษา ดังนั้นการหาวิธีการตรวจที่รวดเร็วและต้นทุนไม่สูงจะเป็นทางเลือกหนึ่งให้สถานประกอบการและเจ้าของสัตว์เลี้ยง

2. วิธีการทดลองหรือวิธีการศึกษา

ขั้นตอนการเก็บตัวอย่างเลือดเพื่อตรวจค่า creatinine โดยใช้เครื่องตรวจค่าซีวเคมีในเลือดแบบอัตโนมัติ

1. เก็บตัวอย่างเลือดสุนัขจำนวน 30 ตัว 1 ซีซี ใส่ในหลอดเก็บตัวอย่างที่ไม่มีสารกันเลือดแข็งตัว
2. เอียงขวด/ หลอดเลือด ทิ้งไว้ให้เลือดแข็งตัวที่อุณหภูมิห้อง ประมาณ 5-10 นาที ปั่นเลือดเพื่อให้ได้ซีรัม
3. นำซีรัมมาวัดค่า creatinine โดยใช้เครื่องตรวจแบบอัตโนมัติ เครื่องก็จะทำการตรวจและแสดงผลตรวจออกประมาณ

5 นาที เมื่อการตรวจเสร็จสิ้นเครื่องจะแสดงผลที่หน้าจอ

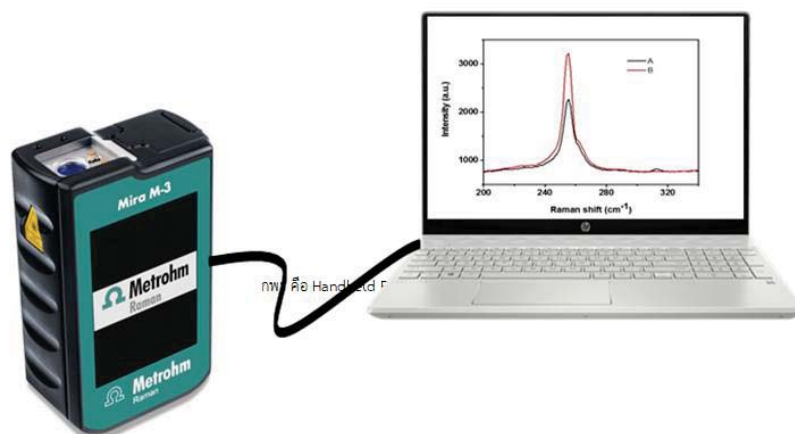
ขั้นตอนการเก็บตัวอย่างเลือดเพื่อตรวจค่า creatinine ด้วยวิธีรามานสเปกโตรสโกปี

1. ทำค่า standard curve ของ creatinine
2. ทำการตรวจวิเคราะห์ในสัตว์ทดลอง

(2.1) เก็บตัวอย่างเลือดสุนัขจำนวน 30 ตัว โดยเก็บตัวอย่างเลือด 1 ซีซี ใส่ในหลอดเก็บตัวอย่างที่ไม่มีสารกันเลือดแข็งตัว

(2.2) เอียงขวด/ หลอดเลือด ทิ้งไว้ให้เลือดแข็งตัวที่อุณหภูมิห้อง ประมาณ 5-10 นาที ปั่นเลือดเพื่อให้ได้ซีรัม

3. นำตัวอย่างที่เตรียมไว้ในข้อ 1 และ 2 มาวัดค่า creatinine โดยใช้เครื่องรามานสเปกโตรสโกปี

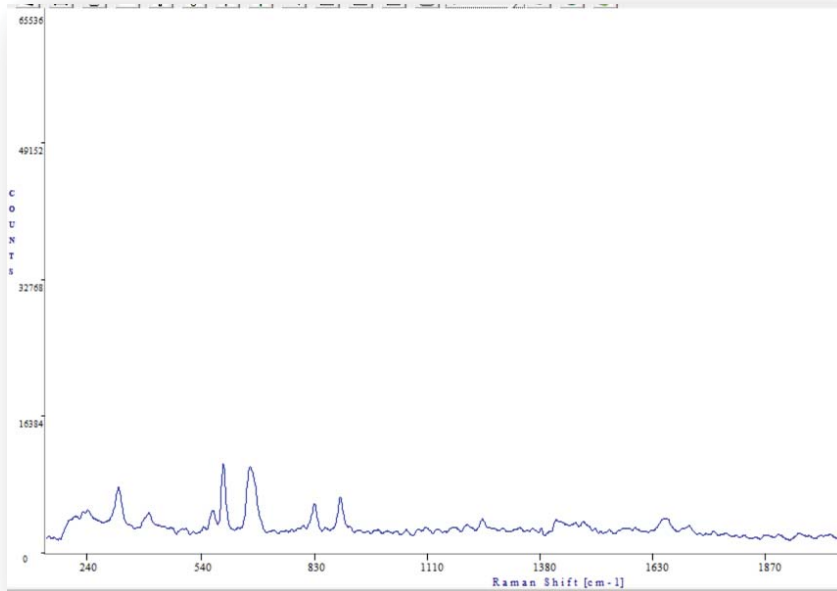


รูปที่ 1 เครื่องรามานแบบพกพา คือ Handheld Raman Spectrometers – Metrohm Mira DS

3. ผลการทดลองและวิจารณ์ผล หรือผลการศึกษาและอภิปรายผล

ผลการทดลองตรวจหาค่า creatinine ในสารมาตรฐาน

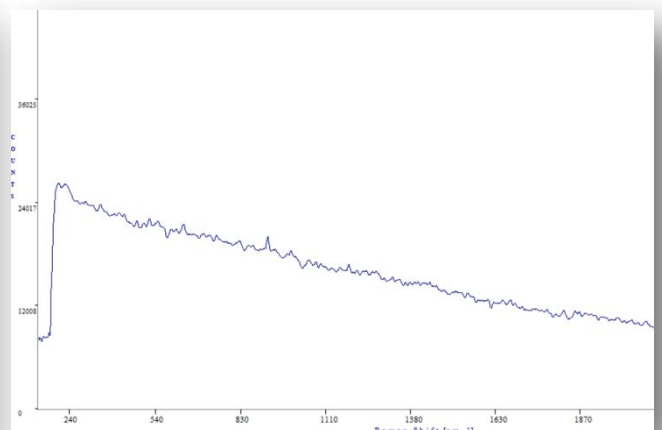
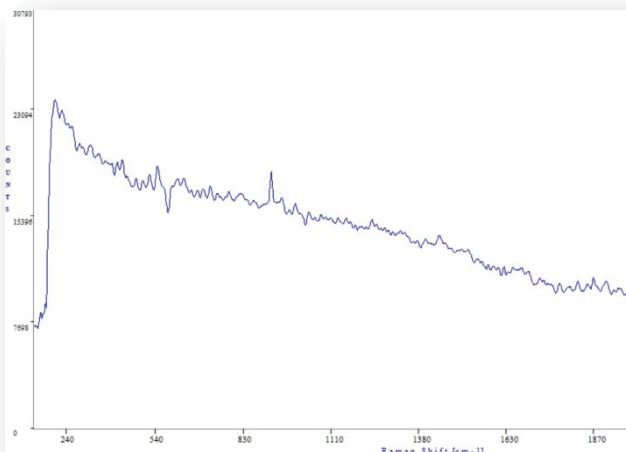
สัญญาณของสาร Creatinine มาตรฐาน ที่วัดจากเทคนิครามานสเปกโตรสโคปี อยู่ในช่วง 240 cm^{-1} ถึง 830 cm^{-1} ดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 รามานสเปกตรัมของสาร Creatinine มาตรฐาน

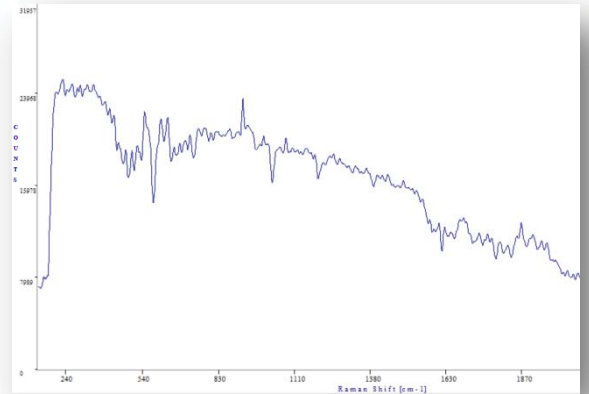
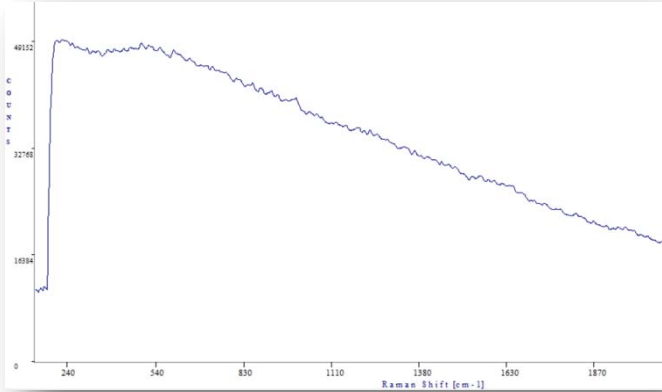
ผลการทดลองตรวจหาค่า creatinine ในเลือดและสุนัขป่วยด้วยโรคไต

การตรวจสัญญาณสาร Creatinine ในเลือดสุนัขที่เป็นโรคไต (ยืนยันการตรวจ Creatinine ที่มีค่าเกินมาตรฐานจากห้องปฏิบัติการของสถานประกอบการ) ผลจากการตรวจวัดสาร creatinine ด้วยเทคนิครามานสเปกโตรสโคปี (Raman Spectroscopy ตรวจพบสัญญาณ ประมาณที่ 836 cm^{-1} แสดงดังรูปที่ 3 แต่ในงานวิจัยก่อนหน้ามีการรายงานสัญญาณของ Creatinine .ที่ตำแหน่งต่างๆ เช่น 602 cm^{-1} 671 cm^{-1} 836 cm^{-1} และ 900 cm^{-1} (



รูปที่ 3 รามานสเปกตรัม ในเลือดสุนัขที่เป็นโรคไต

ตัวอย่างเลือดและปัสสาวะสุนัขที่เป็นโรคไตเมื่อเทียบกับในสุนัขปกติ พบลักษณะสัญญาณที่มีแนวโน้มแตกต่างกัน แสดงดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 รามานสเปกตรัมของเลือดสุนัขที่เป็นโรคไต (ซ้าย) และ สุนัขปกติ (ขวา)

4. สรุป

จากงานวิจัยตรวจหาสาร creatinine สามารถตรวจพบสัญญาณ 1 ตำแหน่งที่ชัดเจน คือตำแหน่งที่ ประมาณ ที่ 836 cm^{-1} ตรงกับสัญญาณของ creatinine ที่เคยมีรายงาน ซึ่งทางผู้วิจัยจะมีการทดลองเพิ่มเติมในตัวอย่างที่เพิ่มขึ้นรวมทั้งใช้เทคนิคอื่นๆ เพิ่มเติม เช่น การขยายสัญญาณ และ การใช้โปรแกรมในการวิเคราะห์

5. กิตติกรรมประกาศ (อาจมีหรือไม่มีก็ได้)

งานวิจัยได้รับงบประมาณสนับสนุนจาก โครงการแพลตฟอร์มบริหารจัดการทรัพยากรผู้มีความพิการของกลุ่มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล เพื่อปฏิรูปการพัฒนากำลังคนของประเทศประจำปีงบประมาณ 2564 โรงพยาบาลสัตว์เนินพลับหวาน สนับสนุนงานวิจัยเกี่ยวกับการเก็บตัวอย่างเลือดจากสัตว์ป่วย และ ผลการตรวจในห้องปฏิบัติการ

6. เอกสารอ้างอิง

- Bakar,N.A. Abdullah,N.A. Salleh, M.M., Umar, A.A. and George, J. 2018. Optimum growth time in AgPt nanofern preparation for enhancement of surface-enhanced Raman scattering intensity. *Adv. Nat. Sci.: Nanosci. Nanotechnol.* 9: 045012 (5pp)
- Gangopadhyay,D.,Sharma, P., Nandi, R.,Das, M., Ghosh, S. and Singh, R.K. 2016.In vitro concentration dependent detection of creatinine: a surface enhanced Raman scattering and fluorescence study. *RSC Adv.*, 6:112562–112567.
- Li, M., Du, Y., Zhao, F.,Zeng,J., Mohan, C. an Shih, W. 2015. Reagent- and separation-free measurements of urine creatinine concentration using stamping surface enhanced Raman scattering (S-SERS). *Article in Biomedical Optics Express*, 6(3): DOI:10.1364/BOE.6.000849 | BIOMEDICAL OPTICS EXPRESS 849

ผลของสภาวะการเก็บรักษาต่อคุณภาพของไส้กรอกปลาตูก

Effect of Storage Conditions on Quality of Catfish Sausage

ทองมี เหมาะสม

Tongmee Mosom

คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

Faculty of Agricultural Technology, Rajamangala University of Technology Thanyaburi

tongmee_m@rmutt.ac.th 062-601 6961

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางเคมี ทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์และการเปลี่ยนแปลงปริมาณจุลินทรีย์ต่อการเก็บรักษาของไส้กรอกปลาตูกด้วยอุณหภูมิแช่เย็นและอุณหภูมิแช่แข็งที่ระยะเวลาการเก็บรักษา 0, 7, 14, 21 และ 28 วัน วางแผนการทดลองแบบเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี T-test นำไส้กรอกปลาตูกไปวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี ค่าสี (L^* , a^* และ b^*) ค่าเนื้อสัมผัสด้วยวิธี Texture Profile Analysis (TPA) และประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส (Hedonic Scale) ผู้ทดสอบจำนวน 30 คน ผลการวิจัย พบว่า ไส้กรอกปลาตูกที่เก็บรักษาด้วยอุณหภูมิแช่เย็นและแช่แข็งมีคุณสมบัติทางเคมีไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ผลการเก็บรักษาด้วยอุณหภูมิแช่แข็ง พบว่า เนื้อสัมผัสไส้กรอกปลาตูกมีค่า Hardness ค่า Gumminess และค่า Chewiness สูงกว่าการเก็บรักษาด้วยอุณหภูมิแช่เย็นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) และผลการเก็บรักษาต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณจุลินทรีย์ไส้กรอกปลาตูก พบว่า การเก็บรักษาด้วยอุณหภูมิแช่เย็น มีค่าจุลินทรีย์เกินกว่าค่ามาตรฐานกำหนด (น้อยกว่า 1.00×10^6 CFU/g) ในระยะเวลา 14 วัน 4.07×10^5 CFU/g และการเก็บรักษาที่สภาวะแช่แข็ง สามารถเก็บได้นานถึง 21 วัน (2.60×10^5 CFU/g) แสดงให้เห็นว่าการเก็บรักษาที่สภาวะแช่แข็งสามารถยืดอายุการเก็บรักษาปลอดภัยต่อจุลินทรีย์ได้นานกว่าที่สภาวะแช่เย็นเป็นระยะเวลา 7 วัน โดยไม่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค

คำสำคัญ: ไส้กรอกปลาตูก จุลินทรีย์ การเก็บรักษา

Abstract

The aim of this research was to study the chemical composition, sensory product and microbial content changes on storage of catfish sausage product at refrigerated and frozen temperatures for 0, 7, 14, 21 and 28 days. The experiment was completed using the T-test. Catfish sausages were analyzed for chemical, meat color values (L^* , a^* and b^*), texture values by TPA method and sensory preferences (hedonic scale). A total of 30 untrained consumer testers were found the chemical and physical composition were not significantly different in all treatments ($p>0.05$). Sensory evaluation showed that color, odor, flavor, texture and overall liking scores of catfish sausage were not significantly different ($p>0.05$), but the texture analysis results of sausages preserved at cryogenic temperatures, the hardness, gumminess and chewiness values were higher than sausages statistically significant in refrigerated storage ($p<0.05$). In a preservation study on microbial count of catfish sausage, it was found that the storage of catfish sausage at refrigerated temperature the microbial exceeded the standard value (less than 1×10^6 CFU/g) during 14 days, 4.07×10^5 CFU/g, and catfish sausage which kept at frozen can be stored for 21 days (2.60×10^5 CFU/g). It indicated that the freezing can prolong the microbial safe shelf life longer than refrigerated for more than 7 days.

Keywords: Catfish Sausage, Microbial, Storage

บทนำ

ในปัจจุบันไส้กรอก (Emulsion sausages) เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผู้บริโภคในประเทศไทยนิยมบริโภคกันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากเป็นผลิตภัณฑ์ที่หาได้ง่ายสะดวกต่อการบริโภค ในท้องตลาดส่วนใหญ่ไส้กรอกที่จำหน่ายเป็นไส้กรอกเนื้อหมู เนื้อวัว และเนื้อไก่ ซึ่งมีราคาสูงและมีผู้บริโภคบางกลุ่มไม่สามารถบริโภคได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้บริโภคที่รักสุขภาพต้องการบริโภคอาหารเพื่อสุขภาพมากขึ้น ทำให้ผู้บริโภคหันมานิยมบริโภคเนื้อปลาแทนเนื้อสัตว์ เพราะว่าเป็นแหล่งโปรตีนสูง อุดมไปด้วยกรดไขมันไม่อิ่มตัวที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูงต่อร่างกาย ดังนั้น ไส้กรอกปลาตูกจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งสำหรับผู้บริโภคกลุ่มนี้ แต่ในกระบวนการ

ผลดียังไม่มีงานวิจัยศึกษาเกี่ยวกับระยะเวลาการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ และการใช้วัตถุดิบที่ยังไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคบางกลุ่มที่มีข้อห้ามทางศาสนาหรือมีการใช้วัตถุดิบจากไขมันหมูเป็นส่วนผสม จึงควรนำไขมันจากแหล่งอื่น ๆ มาทดแทนโดยเฉพาะการใช้ น้ำมันรำข้าวนำมาใช้ทดแทนไขมันจากสัตว์ในสูตรการผลิตไส้กรอกปลาตุก เนื่องจากน้ำมันรำข้าวมีกรดไขมันไม่อิ่มตัวช่วยลดคลอเลสเตรอลที่ไม่ดีได้ อุดมไปด้วยวิตามินอีและสารโอรีซานอลซึ่งสามารถต้านอนุมูลอิสระได้ดีกว่าวิตามินอีถึง 6 เท่า (ประวิทย์, 2550) มีงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับการใช้น้ำมันพืชทดแทนการใช้ไขมันจากสัตว์ในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ เช่น ใช้น้ำมันถั่วเหลืองทดแทน ไขมันหมูแข็งในสูตรการผลิตหมูยอ (เกษมและคณะ, 2541) และใช้น้ำมันถั่วเหลืองทดแทนการใช้ไขมันแข็งสุกรในสูตรการผลิตไส้กรอกปลาตันลิ้มลิ้น คลอเลสเตรอลต่ำ (ศิริภาวี และคณะ, 2544)

งานวิจัยนี้ ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะศึกษาผลของสภาวะการเก็บรักษาต่อคุณภาพของไส้กรอกปลาตุก โดยผู้วิจัยได้นำผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาตุกของวิสาหกิจชุมชนลำไทรพัฒนามาศึกษาสภาวะการเก็บรักษาที่มีผลต่อคุณภาพของไส้กรอกปลาตุก และจากการสำรวจความต้องการของวิสาหกิจชุมชนลำไทรพัฒนามีความประสงค์ต้องการศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ให้มีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค ดังนั้น ผู้วิจัยจึงเห็นถึงความสำคัญดังกล่าวจึงศึกษาวิจัยเพื่อศึกษาสภาวะในการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ให้ปลอดภัยจากจุลินทรีย์ที่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค เพื่อศึกษาสมบัติทางกายภาพ คุณภาพทางประสาทสัมผัส และอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาตุก และเพื่อตอบโจทย์ให้กับผู้บริโภคให้มีความมั่นใจในการบริโภคผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาตุกเพิ่มขีดความสามารถและยกระดับคุณภาพผลิตภัณฑ์ให้ได้มาตรฐาน และเป็นประโยชน์ต่อคณะเทคโนโลยีการเกษตรเพื่อการวางแผนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาตุกเพื่อการค้าต่อไป

วิธีการทดลอง

ขั้นตอนการผลิต

การผลิตไส้กรอกปลาตุก มีส่วนผสมหลักประกอบด้วย เนื้อปลาตุกบีกอวย 70.07 % น้ำมันรำข้าว 15.57% และน้ำแข็งปน 11.68% โดยมีส่วนผสมอื่น ๆ ประกอบด้วย เกลือ ผงเพรค พริกไทยปน กระเทียม เครื่องเทศเวียดนาม น้ำตาลทราย ฟอสเฟต ริกัลเบส ออบเชยปน ดอกจันทร์ปน และผงชูรส เท่ากับ 15.57, 0.19, 0.12, 0.47, 0.47, 0.43, 0.35, 0.19, 0.27, 0.04, 0.04, 0.12 และ 11.68% ตามลำดับ โดยไส้กรอกปลาตุกมีขั้นตอนการผลิต ดังนี้

1. ผสมเนื้อปลานวดกับเกลือและผงเพรคจนเหนียวแล้วนำไปหมักที่อุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียส นาน 8 ชั่วโมง และแช่น้ำมันรำข้าวที่อุณหภูมิเท่ากัน จากนั้นนำเนื้อปลาตุกมาบดให้ละเอียดแล้วแยกเก็บไว้

2. เตรียมเครื่องสับผสมให้พร้อมแล้วนำเนื้อปลาตุกที่บดละเอียดใส่ลงในเครื่องสับผสม ปรับเครื่องด้วยความเร็วต่ำควบคุมอุณหภูมิด้วยการใส่น้ำแข็งปนระหว่างการสับผสม จากนั้นเติมเครื่องปรุงรสต่าง ๆ ตามด้วยน้ำแข็งปนครึ่งหนึ่งจากสูตรแล้วปรับใช้ความเร็วสูงสุดของเครื่องให้ส่วนผสมละเอียดเข้ากันแล้ว เติมน้ำมันรำข้าวลงไปตามสูตรการผลิตที่เตรียมไว้ และเติมน้ำแข็งอีกครึ่งสูตรที่เหลือแล้วทำการสับผสมต่อจนส่วนผสมเป็นเนื้อเดียวกันมีลักษณะเหนียวละเอียดเนียนเป็นเนื้อเดียวกัน

3. บรรจุไส้กรอกปลาตุกด้วยเครื่องอัดไส้โดยใช้ไส้คอลลาเจน (Collagen casing) เส้นผ่านศูนย์กลาง 22 มม. จากนั้นนำมามัดให้ไส้กรอกปลาตุกมีขนาด 5 นิ้วต่อท่อน

4. นำไส้กรอกปลาตุกที่ได้ไปรมควันโดยใช้ความร้อนอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง จากนั้นนำไส้กรอกปลาตุกที่ผ่านการรมควันแล้วไปต้มที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เวลา 5 นาที แล้วนำไส้กรอกปลาตุกมาแช่น้ำเย็น เวลา 20 นาที

5. นำมาตัดเป็นท่อนตามขนาดที่ได้มัดไว้ แล้วนำมาบรรจุถุงแบบสุญญากาศ จำนวน 5 ท่อนต่อ 1 ถุง แล้วนำผลิตภัณฑ์ไปเก็บรักษาที่สภาวะอุณหภูมิที่ต่างกัน ดังนี้ สิ่งทดลองที่ 1 แช่ตู้เย็นอุณหภูมิ 3-7 องศาเซลเซียส และสิ่งทดลองที่ 2 แช่อุณหภูมิแช่แข็งจำนวน 3 ชั่วโมง เพื่อเก็บข้อมูลที่ระยะเวลาการเก็บรักษา 0, 7, 14, 21 และ 28 วัน จากนั้นนำข้อมูลมาวิเคราะห์ศึกษาคุณสมบัติทางเคมีและทางกายภาพ ลักษณะทางประสาทสัมผัส และการเปลี่ยนแปลงปริมาณจุลินทรีย์

ตารางที่ 1 ปริมาณส่วนผสมของไส้กรอกปลาตุก

ส่วนผสม	ปริมาณ (กรัม)
เนื้อปลาตุก	9000
น้ำมันรำข้าว	2000
เกลือ	25
ผงเพรค	15
พริกไทยปน	60

ส่วนผสม	ปริมาณ (กรัม)
กระเทียม	60
เครื่องเทศเวียงนา	55
น้ำตาลทราย	45
ฟอสเฟต	25
รีกัลเบส	35
อบเชยป่น	5
ดอกจันทร์ป่น	5
ผงชูรส	15
น้ำแข็งป่น	1500

ที่มา: ดัดแปลงจากประดิษฐ์ (2556)

การศึกษาสมบัติทางเคมีและทางกายภาพ

การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีและทางกายภาพ ได้แก่ ความชื้น (Moisture content) ค่ากิจกรรมของน้ำ (Water activity) ค่าสี (Color) ค่าความเป็นกรด-เบส (pH) และวัดเนื้อสัมผัส (Texture Profile Analysis; TPA)

การศึกษาคุณภาพทางประสาทสัมผัส

การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส (Sensory evaluation) ได้แก่ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยการนำตัวอย่างไส้กรอกปลาตุ๋นไปนึ่งเป็นเวลา 3 นาที แล้วนำมาให้ผู้ทดสอบชิม จำนวน 30 คน โดยไม่ผ่านการฝึกฝน โดยใช้การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสแบบ 9-Point Hedonic Scale

วิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์

การเตรียมตัวอย่าง 25 กรัม มาผสมกับ 225 มิลลิลิตร ของ 0.1% Peptone (ที่ผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อ) ผสมให้เข้ากันด้วย Stomacher จากนั้นนำมาปรับความเข้มข้นต่าง ๆ ด้วย 0.1% Peptone แล้วนำมา Spread บนอาหารเลี้ยงเชื้อ Plate Count Agar (PCA) จากนั้นนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง และการตรวจนับโคโลนีที่เจริญเติบโตบนอาหารเลี้ยงเชื้อโดยนำข้อมูลเข้าสมการ ดังนี้

$$\text{หน่วย CFU/ml} = \text{จำนวนโคโลนี} / (\text{ลำดับเจือจาง} \times \text{ปริมาตรที่ลงเพลท})$$

วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลทั้งหมดทำการวิเคราะห์ความแปรปรวน และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของข้อมูลตามวิธีการ Independence Sample (T-test) ระหว่างชุดการทดลอง ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 เปอร์เซ็นต์

ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

คุณสมบัติทางเคมีและทางกายภาพของไส้กรอกปลาตุ๋น

ผลการศึกษาคูสมบัติทางเคมีของไส้กรอกปลาตุ๋นที่เก็บรักษาในสภาวะต่างกันในอุณหภูมิแช่เย็นและอุณหภูมิแช่แข็ง ที่ระยะเวลา 0, 7, 14, 21 และ 28 วัน นำมาวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี พบว่า ค่าปริมาณความชื้นของไส้กรอกปลาตุ๋นที่เก็บรักษาด้วยอุณหภูมิที่ต่างกัน มีค่าเฉลี่ยระหว่าง 41.12-50.54 ($p>0.05$) และผลการศึกษาคูสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ ค่ากิจกรรมของน้ำ ค่าความเป็นกรด-เบส พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) โดยมีค่ากิจกรรมของน้ำเฉลี่ยระหว่าง 0.97-0.98 ในส่วนค่าความเป็นกรด-เบส มีค่าเฉลี่ยระหว่าง 6.92-7.03 ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 คุณสมบัติทางเคมีและทางกายภาพของไส้กรอกปลาตุ๋นที่เก็บรักษาในสภาวะที่ต่างกัน

พารามิเตอร์	ระยะเวลา (วัน)	สิ่งทดลอง		P-value
		อุณหภูมิแช่เย็น	อุณหภูมิแช่แข็ง	
ค่าความชื้น (Moisture)	0	41.12±8.57 ^a	41.37±1.90 ^a	0.963
	7	50.54±4.19 ^a	47.37±2.24 ^a	0.312
	14	45.37±1.93 ^a	47.32±1.68 ^a	0.256
	21	44.69±4.62 ^a	48.66±1.50 ^a	0.230
	28	45.65±2.39 ^a	43.89±2.86 ^a	0.459

พารามิเตอร์	ระยะเวลา (วัน)	สิ่งทดลอง		P-value
		อุณหภูมิต่ำ	อุณหภูมิสูง	
ค่ากิจกรรมของน้ำ (a_w)	0	0.98±0.00 ^a	0.98±0.00 ^a	0.530
	7	0.98±0.00 ^a	0.98±0.00 ^a	1.000
	14	0.97±0.00 ^a	0.98±0.00 ^a	0.055
	21	0.98±0.00 ^a	0.98±0.00 ^a	0.072
	28	0.98±0.00 ^a	0.98±0.00 ^a	0.742
ค่ากรด-เบส (pH)	0	6.92±0.01 ^a	6.94±0.02 ^a	0.073
	7	6.99±0.03 ^a	7.01±0.03 ^a	0.417
	14	6.96±0.09 ^a	7.05±0.08 ^a	0.240
	21	6.96±0.06 ^a	6.93±0.07 ^a	0.600
	28	6.96±0.10 ^a	7.03±0.05 ^a	0.354

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันตามแนวอนแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$)

ผลการศึกษาสัมบัติทางกายภาพ คือ ค่าสีของไส้กรอกปลาตุ๋นที่เก็บรักษาในสภาวะต่างกันที่ระยะเวลา 0, 7, 14, 21 และ 28 วัน พบว่า ค่าความสว่าง (L^*) ของไส้กรอกปลาตุ๋นที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำเย็นไม่แตกต่างกับอุณหภูมิต่ำร้อนที่ระยะเวลา 0, 7 และ 14 วัน ($p>0.05$) แต่เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น ค่าความสว่าง (L^*) ของไส้กรอกปลาตุ๋นเพิ่มสูงขึ้น ($p<0.05$) ขณะที่ไส้กรอกปลาตุ๋นที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำเย็นระยะเวลาการเก็บรักษา 28 วัน มีค่าความสว่าง (L^*) สูงสุด และระยะเวลาการเก็บรักษา 21 วัน มีค่าความสว่าง (L^*) ต่ำสุด เท่ากับ 75.05 และ 49.39 ตามลำดับ ในส่วนค่าสีแดง (a^*) ของไส้กรอกปลาตุ๋นที่เก็บรักษาในสภาวะต่างกัน พบว่า ที่ระยะเวลา 0, 7 14 และ 21 วัน ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) แต่เมื่ออายุการเก็บรักษา 28 วัน พบว่า ไส้กรอกปลาตุ๋นที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำร้อนมีค่า a^* เพิ่มขึ้นเท่ากับ 2.65 ($p<0.05$) และค่าสีเหลือง (b^*) ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) แต่ที่ระยะเวลาการเก็บรักษา 28 วัน พบว่า ไส้กรอกปลาตุ๋นมีสีเข้มเพิ่มขึ้น โดยค่า b^* ของอุณหภูมิต่ำเย็นและอุณหภูมิต่ำร้อน มีค่าเท่ากับ 18.38 และ 19.68 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ค่าสีของไส้กรอกปลาตุ๋นที่เก็บรักษาในสภาวะที่ต่างกัน

พารามิเตอร์	ระยะเวลา (วัน)	สิ่งทดลอง		P-value
		อุณหภูมิต่ำ	อุณหภูมิสูง	
L^*	0	52.99±1.19 ^a	50.15±2.86 ^a	0.188
	7	52.59±1.32 ^a	51.99±1.24 ^a	0.594
	14	52.83±2.22 ^a	50.58±2.49 ^a	0.307
	21	53.14±1.21 ^a	49.39±1.57 ^b	0.030
	28	75.05±1.06 ^a	69.76±0.81 ^b	0.002
a^*	0	1.44±0.06 ^a	1.41±0.16 ^a	0.778
	7	1.41±0.12 ^a	1.46±0.03 ^a	0.478
	14	1.48±0.07 ^a	1.58±0.21 ^a	0.459
	21	1.60±0.11 ^a	1.63±0.03 ^a	0.633
	28	1.64±0.10 ^b	2.65±0.24 ^a	0.003
b^*	0	12.47±0.24 ^a	11.89±0.76 ^a	0.275
	7	12.12±0.65 ^a	12.39±0.33 ^a	0.553
	14	11.94±0.11 ^b	12.45±0.15 ^a	0.008
	21	12.52±0.55 ^a	12.14±0.21 ^a	0.327
	28	18.38±0.39 ^a	19.68±1.48 ^a	0.216

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันตามแนวอนแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$)

ผลการวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัสของไส้กรอกปลาตุ๋น พบว่า การเก็บรักษาไม่ส่งผลต่อค่าความยืดหยุ่น springiness ($p>0.05$) สอดคล้องกับงานวิจัยของปริญญาและคณะ (2548) พบว่า ค่า springiness ของไส้กรอกปลาตุ๋นที่อายุการเก็บรักษาต่างกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p >0.05$) สำหรับค่า hardness gumminess และ chewiness ลดลงที่อายุการเก็บรักษา 7, 14, 21 และ 28 วัน ($p<0.05$) และงานวิจัยของ Calvo *et al.* (2008) รายงานว่าการเสริมเปลือกมะเขือเทศผงในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมักแห้งร้อยละ 0.6-1.2 โดยน้ำหนักรวม ทำให้ผลิตภัณฑ์มีค่าความแข็งเพิ่มขึ้นจากสูตรควบคุม

เนื่องจากเซลลูโลสที่เป็นองค์ประกอบหลักในผงมะเขือเทศมีโครงสร้างโมเลกุลของเซลลูโลสบางส่วนเป็นผลึก polycrystalline ที่มีลักษณะแข็ง อาจจะกล่าวได้ว่าไส้กรอกที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิแช่แข็งให้ค่าความแข็ง hardness สูงกว่าที่เก็บรักษาด้วยอุณหภูมิแช่เย็น และส่งผลให้ค่า gumminess และ chewiness สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ค่าลักษณะเนื้อสัมผัสของไส้กรอกปลาตุ๋นที่เก็บรักษาในสภาวะที่ต่างกัน

ค่าลักษณะเนื้อสัมผัส	ระยะเวลา (วัน)	สิ่งทดลอง		P-value
		อุณหภูมิแช่เย็น	อุณหภูมิแช่แข็ง	
Hardness (N)	0	1772.85±23.18 ^a	1728.42±15.14 ^a	0.050
	7	1457.13±15.51 ^b	1717.86±12.27 ^a	0.000
	14	931.58±31.76 ^b	1353.18±19.55 ^a	0.000
	21	927.72±28.05 ^b	1433.12±29.84 ^a	0.000
	28	966.10±28.89 ^b	1376.60±24.87 ^a	0.000
Cohesiveness	0	0.92±0.01 ^a	0.90±0.12 ^a	0.153
	7	0.92±0.00 ^a	0.90±0.01 ^b	0.026
	14	0.92±0.01 ^a	0.88±0.01 ^b	0.011
	21	0.93±0.01 ^a	0.90±0.01 ^a	0.101
	28	0.93±0.01 ^a	0.89±0.01 ^b	0.001
Adhesiveness (N)	0	-0.99±0.75 ^a	-1.34±0.62 ^a	0.569
	7	-1.44±0.13 ^a	-2.09±0.35 ^b	0.039
	14	-4.77±2.16 ^a	-4.84±1.65 ^a	0.966
	21	-1.58±1.09 ^a	-2.57±1.30 ^a	0.370
	28	-3.02±0.88 ^a	-1.75±0.87 ^a	0.151
Springiness (mm)	0	1.00±0.01 ^a	1.00±0.00 ^a	1.000
	7	0.98±0.010 ^a	0.97±0.01 ^a	0.643
	14	0.96±0.01 ^a	0.95±0.01 ^a	0.116
	21	1.00±0.01 ^a	0.99±0.02 ^a	0.275
	28	1.00±0.00 ^a	0.99±0.02 ^a	0.374
Gumminess (N)	0	1632.40±6.52 ^a	1557.47±28.76 ^b	0.012
	7	1336.16±15.54 ^b	1545.55±8.04 ^a	0.000
	14	852.50±31.02 ^b	1193.12±27.02 ^a	0.000
	21	861.71±22.49 ^b	1296.16±34.17 ^a	0.000
	28	901.44±25.01 ^b	1222.28±34.61 ^a	0.000
Chewiness (Nmm)	0	1632.39±8.95 ^a	1552.66±28.67 ^b	0.010
	7	1309.52±26.67 ^b	1509.50±14.34 ^a	0.000
	14	821.47±32.68 ^b	1130.61±32.49 ^a	0.000
	21	862.53±18.54 ^b	1278.44±13.54 ^a	0.000
	28	898.67±24.94 ^b	1204.39±27.43 ^a	0.000

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันตามแนวอนแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$)

คุณภาพทางประสาทสัมผัสของไส้กรอกปลาตุ๋น

ผลการศึกษาคูณภาพทางประสาทสัมผัสของไส้กรอกปลาตุ๋นที่เก็บรักษาในสภาวะที่อุณหภูมิแช่เย็นและอุณหภูมิแช่แข็ง ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) โดยด้านสีพบว่า ผู้ทดสอบให้คะแนนสูงสุดที่ระยะเวลาการเก็บรักษา 0 วัน ที่อุณหภูมิแช่เย็นและอุณหภูมิแช่แข็ง โดยมีคะแนนเฉลี่ย 7.57 และ 7.63 ตามลำดับ เมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นผู้ทดสอบให้คะแนนลดลง โดยมีคะแนนเฉลี่ย 6.30 และ 6.03 ตามลำดับ ด้านกลิ่นพบว่า ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบมีแนวโน้มลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษา มีคะแนนเฉลี่ยสูงสุดที่อุณหภูมิแช่เย็น คือ 7.40 ระยะเวลาการเก็บรักษา 0 วัน และให้คะแนนเฉลี่ยต่ำสุด คือ 6.53 ระยะเวลาการเก็บรักษา 28 วัน ด้านรสชาติพบว่า คะแนนเฉลี่ยของผู้ทดสอบไม่มีความแตกต่างกันมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ระหว่าง คือ 7.33 - 7.80 ด้านเนื้อสัมผัสพบว่า ระยะเวลาการเก็บรักษาที่อายุ 28 วัน โดยผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) มีคะแนนเฉลี่ยสูงสุดที่อุณหภูมิแช่เย็น คือ 7.23 และให้คะแนนเฉลี่ยต่ำสุดที่อุณหภูมิแช่แข็ง คือ 6.03 ในส่วนความชอบโดยรวม พบว่า ผู้ทดสอบให้

คะแนนความชอบเฉลี่ยสูงสุดที่อุณหภูมิแช่เย็น คือ 8.00 ระยะเวลาการเก็บรักษา 0 วัน และให้คะแนนเฉลี่ยต่ำสุดที่อุณหภูมิแช่แข็ง คือ 7.17 ระยะเวลาการเก็บรักษา 28 วัน ดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของไส้กรอกปลาตุ๋นที่เก็บรักษาในสภาวะที่ต่างกัน

พารามิเตอร์	ระยะเวลา (วัน)	สิ่งทดลอง		P-value
		อุณหภูมิแช่เย็น	อุณหภูมิแช่แข็ง	
สี (Color)	0	7.57±1.01 ^a	7.63±1.03 ^a	0.801
	7	7.13±0.82 ^a	7.10±0.76 ^a	0.871
	14	6.43±1.30 ^a	6.53±0.94 ^a	0.734
	21	6.37±1.22 ^a	6.40±1.25 ^a	0.917
	28	6.30±0.88 ^a	6.03±1.10 ^a	0.303
กลิ่น (Smell)	0	7.40±0.93 ^a	7.37±0.96 ^a	0.892
	7	6.87±0.97 ^a	7.17±0.91 ^a	0.223
	14	6.67±0.84 ^a	6.90±0.76 ^a	0.265
	21	6.60±0.86 ^a	6.70±0.84 ^a	0.649
	28	6.53±0.86 ^a	6.63±0.72 ^a	0.627
รสชาติ (Taste)	0	7.50±1.07 ^a	7.80±1.13 ^a	0.296
	7	7.70±0.75 ^a	7.57±0.94 ^a	0.545
	14	7.47±0.73 ^a	7.50±0.78 ^a	0.865
	21	7.40±0.86 ^a	7.43±0.73 ^a	0.871
	28	7.33±0.80 ^a	7.37±0.76 ^a	0.870
เนื้อสัมผัส (Texture)	0	7.77±1.01 ^a	7.87±0.90 ^a	0.686
	7	7.63±0.76 ^a	7.67±0.80 ^a	0.870
	14	7.60±0.62 ^a	7.60±0.81 ^a	1.000
	21	7.57±0.57 ^a	7.60±0.81 ^a	0.855
	28	7.23±0.86 ^a	6.03±1.00 ^b	0.000
ความชอบโดยรวม (Overall)	0	8.00±0.74 ^a	7.87±0.90 ^a	0.534
	7	7.87±0.82 ^a	7.70±0.92 ^a	0.460
	14	7.70±0.70 ^a	7.63±0.76 ^a	0.726
	21	7.53±0.63 ^a	7.47±0.68 ^a	0.695
	28	7.43±0.63 ^a	7.17±0.79 ^a	0.153

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันตามแนวนอนแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

การเปลี่ยนแปลงปริมาณจุลินทรีย์

จากการศึกษาสภาวะการเก็บรักษาไส้กรอกปลาตุ๋นที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิแช่เย็นและอุณหภูมิแช่แข็ง พบว่าการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษา โดยการเก็บรักษาที่อุณหภูมิแช่เย็นมีปริมาณจุลินทรีย์เกินมาตรฐานอุตสาหกรรมอาหารกำหนดต้องน้อยกว่า 1×10^6 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม (มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน, 2555) ที่อายุการเก็บรักษา 21 วัน มีค่ามากกว่า เท่ากับ 7.53×10^6 และการเก็บรักษาที่อุณหภูมิแช่แข็ง พบว่ามีปริมาณจุลินทรีย์เกินมาตรฐานอุตสาหกรรมอาหารกำหนดที่อายุการเก็บรักษา 28 วัน มีค่ามากกว่า เท่ากับ 2.30×10^6 ดังแสดงในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ของไส้กรอกปลาตุ๋นที่เก็บรักษาที่ในสภาวะที่ต่างกัน

พารามิเตอร์	ระยะเวลา (วัน)	สิ่งทดลอง	
		อุณหภูมิแช่เย็น	อุณหภูมิแช่แข็ง
ปริมาณจุลินทรีย์ CFU/g	0	4.23×10^2	3.27×10
	7	6.33×10^3	6.03×10^2
	14	4.07×10^5	5.10×10^3
	21	7.53×10^6	2.60×10^5
	28	-	2.30×10^6

สรุป

จากผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี และค่าสีของไส้กรอกปลาตุ๋นที่อายุการเก็บรักษาที่ 0, 7, 14, 21 และ 28 วัน ค่ากิจกรรมของน้ำของไส้กรอกปลาตุ๋นที่เก็บรักษาด้วยอุณหภูมิแช่เย็นและอุณหภูมิแช่แข็ง ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) โดยมีค่ากิจกรรมของน้ำเฉลี่ยระหว่าง 0.97-0.98 ในส่วนค่ากรด-เบส พบว่า ไส้กรอกปลาตุ๋นที่เก็บรักษาด้วยอุณหภูมิที่ต่างกัน ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) มีค่าเฉลี่ยระหว่าง 6.92-7.03 และค่าปริมาณความชื้น พบว่า ไส้กรอกปลาตุ๋นที่เก็บรักษาด้วยอุณหภูมิที่ต่างกัน ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) มีค่าเฉลี่ยระหว่าง 41.12-50.54 และค่าสี $L^* a^* b^*$ พบว่า ค่าความสว่าง (L^*) ของไส้กรอกปลาตุ๋นที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิแช่เย็นและอุณหภูมิแช่แข็ง ที่ระยะเวลา 0, 7 และ 14 วัน ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) แต่เมื่ออายุการเก็บรักษานานขึ้น พบว่า ค่าความสว่าง (L^*) ของไส้กรอกปลาตุ๋นเพิ่มสูงขึ้น ($p < 0.05$) โดยไส้กรอกปลาตุ๋นที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิแช่เย็นที่อายุการเก็บรักษา 28 วัน มีค่าความสว่าง (L^*) สูงสุด คือ 75.05 และไส้กรอกปลาตุ๋นที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิแช่แข็งที่อายุการเก็บรักษา 21 วัน มีค่าความสว่าง (L^*) ต่ำสุด คือ 49.39 ส่วนค่าสีแดง (a^*) ของไส้กรอกปลาตุ๋นที่เก็บรักษาในสภาวะต่างกันในอุณหภูมิแช่เย็นและอุณหภูมิแช่แข็ง พบว่า ที่ระยะเวลา 0, 7 14 และ 21 วัน ($p > 0.05$) แต่เมื่ออายุการเก็บรักษา 28 วัน พบว่า ไส้กรอกปลาตุ๋นที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิแช่แข็งมีค่า a^* เพิ่มสูงขึ้น ($p < 0.05$) มีค่า 2.65 และค่าสีเหลือง (b^*) ($p > 0.05$) แต่ขณะที่อายุการเก็บรักษาที่ 28 วัน พบว่า ไส้กรอกปลาตุ๋นมีสีเข้มเพิ่มขึ้น โดยค่า b^* ของอุณหภูมิแช่เย็นและอุณหภูมิแช่แข็ง คือ 18.38 และ 19.68 ตามลำดับ

การศึกษาผลของสภาวะการเก็บรักษาต่อคุณภาพของไส้กรอกปลาตุ๋นที่เก็บรักษาด้วยอุณหภูมิแช่เย็นและแช่แข็ง แสดงคุณสมบัติทางเคมีไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่เมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์เนื้อสัมผัสไส้กรอกปลาตุ๋นที่เก็บรักษาด้วยอุณหภูมิแช่แข็งมีผลทำให้ค่าความแข็ง (hardness) ค่าที่ทำให้อาหารแยกตัว ออกจนพร้อมกลืน (gumminess) และค่าการเคี้ยวอาหาร (chewiness) สูงกว่าไส้กรอกปลาตุ๋นที่เก็บรักษาด้วยอุณหภูมิแช่เย็นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และการศึกษาอายุการเก็บรักษาต่อปริมาณจุลินทรีย์ไส้กรอกปลาตุ๋น พบว่า ไส้กรอกปลาตุ๋นที่เก็บรักษาด้วยอุณหภูมิแช่เย็น มีค่าจุลินทรีย์ที่เกินกว่าที่ค่ามาตรฐานกำหนด (น้อยกว่า 1.00×10^6 CFU/g) ในระยะเวลา 14 วัน คือ 4.07×10^5 CFU/g และการเก็บรักษาที่สภาวะแช่แข็ง สามารถเก็บรักษาได้นานถึง 21 วัน (2.60×10^5 CFU/g) แสดงให้เห็นว่าการเก็บรักษาที่สภาวะแช่แข็งสามารถยืดอายุการเก็บรักษาที่ปลอดภัยต่อจุลินทรีย์ได้นานกว่าที่แช่เย็นเป็นระยะเวลามากกว่า 7 วัน โดยไม่ส่งผลต่อคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของผู้บริโภค

เอกสารอ้างอิง

- เกษม นันทชัย, สมจินตนา สุमितสุวรรณและจินตนา ศรีผุย. 2541. ผลของการใช้น้ำมันถั่วเหลืองในสูตรการผลิตต่อคุณภาพและการเป็นที่ยอมรับของผลิตภัณฑ์หมูยอ. วารสารวิจัย มข. 3(1): 22-29 น.
- ประดิษฐ์ คำหนองไผ่. 2556. บทปฏิบัติการเทคโนโลยีเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์. คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี. ปทุมธานี.
- ประวิทย์ สันติวัฒนา. 2550. น้ำมันรำข้าว...คุณค่าจากข้าว. Food news. 2: 9-11 น.
- ปริญญา จันทรัตน์, ก่องกาญจน์ กิจรุ่งโรจน์ และมณี วิทยานนท์. 2548. ผลของการเก็บรักษาในน้ำแข็งต่อการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติโปรตีนกล้ามเนื้อและคุณภาพไส้กรอกปลาอิมัลชันจากปลาตาหวาน (*Priacanthus tayenus*) และปลาปากคม (*Saurida undosquamis*). ว.สงขลานครินทร์ วทท. ปีที่ 27 ฉบับที่ 1 ม.ค.-ก.พ. 2548.
- มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, สำนักงาน. 2555. มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ไส้กรอกปลา มพช. 143/2555. กรุงเทพฯ.
- ศิริภาวี ศรีเจริญ, สุวรรณ วิรัชกุล, รัศมี ชูชีพและนำชัย เจริญเทศประสิทธิ์. 2544. อิทธิพลของระดับน้ำมันถั่วเหลืองในสูตรการผลิตไส้กรอกปลานิลอิมัลชันคลอเรสเตอรอลต่ำ. รายงานการวิจัยภาควิชาประมง คณะเกษตรศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- Calvo, M. M., García, M. L., and Selgas, M. D. 2008. Dry fermented sausages enriched with lycopene from tomato peel. Meat Science 80: 167-172.

หลักสูตรฝึกอบรมระยะสั้นและสื่อเพื่อการเรียนรู้

สำหรับบุคลากร นักศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร และประชาชนทั่วไป
Short course and Learning media for the officer, student of Rajamangala University of
Technology Phra Nakhon and General Public.

ดวงฤทัย แก้วคำ* หนึ่งฤทัย แก้วคำ เรณู วงศ์ลังกา และ นิพล คำพันธ์ุ

Doungruethai Kaewkam*, Nuengruethai Kaewkham, Ranoo Wonglangka and Nipon Kumphan

สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

Institute of Research and Development, Rajamangala University of Technology Phra Nakhon

Doungrouthai.k@rmutp.ac.th 09 0996 3663

บทคัดย่อ

หลักสูตรฝึกอบรมระยะสั้นและสื่อเพื่อการเรียนรู้ สำหรับบุคลากร นักศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร และประชาชนทั่วไป มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและจัดฝึกอบรมออนไลน์หลักสูตรระยะสั้น ออกแบบและจัดทำสื่อเพื่อการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาอาชีพและคุณภาพชีวิต สำหรับบุคลากร นักศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร และประชาชนทั่วไป โดยมีการศึกษาสภาพปัญหาของการถ่ายทอดเทคโนโลยีในรูปแบบการอบรมออนไลน์ ออกแบบหลักสูตรฝึกอบรมออนไลน์ ดำเนินการจัดฝึกอบรมออนไลน์ และเก็บรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการออกแบบสื่อเพื่อการเรียนรู้จากกิจกรรมการจัดฝึกอบรมออนไลน์ จำนวน 2 หลักสูตร ได้แก่ หลักสูตรเมนูอาหารพื้นฟูร่างกายสำหรับผู้ป่วย Long COVID และ ภาษาอังกฤษเพื่อเตรียมสอบ TOEIC สำหรับบุคคลทั่วไป วิเคราะห์และออกแบบสื่อเพื่อการเรียนรู้ จัดทำสื่อเพื่อการเรียนรู้ โดยใช้โปรแกรม Adobe Photoshop โปรแกรม Adobe Illustrator โปรแกรม Adobe Premiere Pro จากนั้นจึงทดสอบเผยแพร่สื่อเพื่อการเรียนรู้ผ่านช่องทางออนไลน์ ได้แก่ RMUTP MOOC เว็บไซต์สถาบันวิจัยและพัฒนา เว็บไซต์คลินิกเทคโนโลยี มทร.พระนคร และ Facebook คลินิกเทคโนโลยี มทร.พระนคร กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ แบ่งเป็นบุคลากร จำนวน 133 คน นักศึกษา จำนวน 133 คน และประชาชนทั่วไป จำนวน 134 คน รวมทั้งสิ้นจำนวน 400 คน เครื่องมือที่ใช้คือแบบสอบถาม ทำการสุ่มตัวอย่างแบบบังเอิญ สถิติที่ใช้ ได้แก่ ค่าความถี่ (Frequency) ค่าร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย (Mean : \bar{X}) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation : S.D.) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล ผลการประเมินความพึงพอใจที่มีต่อสื่อเพื่อการเรียนรู้พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจในภาพรวมต่อสื่อเพื่อการเรียนรู้ อยู่ในระดับมากที่สุด ค่าเฉลี่ย 4.59 เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจด้านเนื้อหา อยู่ในระดับมากที่สุด ค่าเฉลี่ย 4.62 และมีความพึงพอใจด้านการออกแบบ และจัดรูปแบบ อยู่ในระดับมาก ค่าเฉลี่ย 4.42 ตามลำดับ ผลการวิจัยนี้จึงสรุปได้ว่า สื่อที่สร้างขึ้นเป็นสื่อที่มีประสิทธิภาพ สามารถนำไปใช้ในการส่งเสริมการเรียนรู้ และพัฒนาทักษะในการประกอบอาชีพ อันจะนำไปสู่การเพิ่มรายได้ ลดรายจ่าย และพัฒนาคุณภาพชีวิต ให้กับบุคลากร นักศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร และประชาชนทั่วไป อีกทั้งยังสามารถเก็บรวบรวมเทคโนโลยีที่พร้อมถ่ายทอดในรูปแบบของสื่อเพื่อการเรียนรู้ ตลอดจนเป็นการประชาสัมพันธ์เผยแพร่ผลงานของ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนครให้เป็นที่ยอมรับของประชาชนในวงกว้างอีกด้วย

คำสำคัญ: หลักสูตรฝึกอบรมระยะสั้น สื่อเพื่อการเรียนรู้

Abstract

The study of 'Short course and Learning media for officer, student of Rajamangala university of Technology Phra Nakhon and General Public' has the purpose to design and create Learning Media for career development and to improve the quality of life of the officer, student of Rajamangala university of Technology Phra Nakhon and General Public from study the complication of online learning ,online course design and gathering the necessary data for create two learning courses through online channel such as food for cure in Long COVID patient and TOEIC course for generic public. The tools for analyze to design the courses from using the programs : Adobe Photoshop, Adobe Illustrator and Adobe Premiere Pro then stream testing through RMUTP MOOC, IRD website and RMUTP technology clinic Facebook. The population were from 133 officers, 133 student and 134 general public (total 400 people). The tools for gathering the population data was using the questionnaire and analyze by using SPSS statistic (Frequency, Percentage, Mean :

\bar{x} and Standard Deviation : S.D.). The result was the population satisfaction level as following : mostly satisfied with overall online course (\bar{x} = 4.59) and content (\bar{x} = 4.62) and very satisfied with course designing (\bar{x} = 4.49). This result has concluded that the online course has the potential for learning and career development which leads to the income increasing and expense decreasing for the better quality of life among officer, student of Rajamangala university of Technology Phra Nakhon and General Public also for the other technology course and university academic publication.

Keywords: Short course, Learning media

1. บทนำ

สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร กำหนดหนึ่งในพันธกิจคือบริการวิชาการและสังคม เพื่อสร้างและพัฒนาอาชีพโดยยึดนโยบายและยุทธศาสตร์การพัฒนาประเทศ โดยนำผลงานวิจัยและพัฒนาของมหาวิทยาลัย ถ่ายทอดสู่กลุ่มผู้สนใจเทคโนโลยี วิสาหกิจชุมชน OTOP ผู้ประกอบการ SMEs ในรูปแบบการอบรมเชิงปฏิบัติการ เป็นหนึ่งในรูปแบบการให้บริการเพื่อเสริมสร้างองค์ความรู้และฝึกทักษะอาชีพแก่กลุ่มผู้ขอรับบริการในพื้นที่จังหวัดภาคกลางตอนล่าง และจังหวัดใกล้เคียง ซึ่งเป็นพื้นที่รับผิดชอบของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ทำให้ความรู้ในการฝึกอบรมถูกกระจุกตัวอยู่ในวงแคบ ในปีงบประมาณ พ.ศ. 2564 เนื่องด้วยสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 ทำให้สถาบันวิจัยและพัฒนาจำเป็นต้องปรับเปลี่ยนรูปแบบของการถ่ายทอดเทคโนโลยี จากเดิมที่ต้องลงพื้นที่กลุ่มชุมชนหรือกลุ่มอาชีพปรับเปลี่ยนเป็นการฝึกอบรมผ่านช่องทางออนไลน์ โดยเปิดโอกาสให้ประชาชนทั่วไปได้ลงทะเบียนเข้าร่วมอบรม ซึ่งพบว่า มีประชาชนให้ความสนใจเป็นจำนวนมาก โดยลงทะเบียนผ่านระบบจำนวนทั้งสิ้น 181 คน และเมื่อสิ้นสุดการอบรมได้รับเสียงตอบกลับมาว่าต้องการให้จัดอบรมในลักษณะนี้เพิ่มอีก จึงเล็งเห็นถึงแนวทางการพัฒนาอาชีพหรือพัฒนาคุณภาพชีวิต ด้วยการฝึกอบรมระยะสั้นผ่านช่องทางออนไลน์ให้กับบุคลากร นักศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร และประชาชนทั่วไป เพื่อลดข้อจำกัดด้านการจัดตั้งกลุ่มชุมชนหรือกลุ่มอาชีพ และรองรับกับแนวโน้มสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 ในปัจจุบัน

เทคโนโลยีที่มีความก้าวหน้าและถูกพัฒนาอย่างต่อเนื่อง สามารถสร้างการเข้าถึงด้านการเรียนรู้ผ่านช่องทางออนไลน์ให้กับประชาชนในทุกเพศ ทุกวัย ทุกเวลา และทุกอาชีพในสังคม อย่างไม่มีข้อจำกัด โดยกระทรวงแรงงานได้เปิดเผยว่า การอบรมออนไลน์ เป็นการเปิดโอกาสให้แรงงานเข้าถึงช่องทางการฝึกอบรมได้เป็นจำนวนมาก และกรมพัฒนาฝีมือแรงงาน (กพร.) ได้รับนโยบายจากกระทรวงแรงงานให้จัดฝึกอบรมทักษะฝีมือแรงงานแบบ New Normal ผ่านระบบออนไลน์ เพื่อเพิ่มโอกาสให้แก่แรงงานและประชาชนทั่วไป ได้พัฒนาทักษะฝีมือในช่วงกักตัวหรือ Work From Home จากสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 ซึ่งนับเป็นการพัฒนาศักยภาพเพื่อรักษาตำแหน่งงานและเป็นการเตรียมความพร้อมให้แก่แรงงานในการกลับเข้าสู่ตลาดแรงงานอีกครั้งเมื่อสถานการณ์โควิด-19 คลี่คลายลง (กรมประชาสัมพันธ์, 2564) การฝึกอบรมออนไลน์หลักสูตรระยะสั้นเพื่อพัฒนาอาชีพและคุณภาพชีวิต สำหรับบุคลากร นักศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร และประชาชนทั่วไป สอดคล้องกับแผนยุทธศาสตร์พัฒนามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ระยะ 15 ปี (พ.ศ. 2560-2574) ในยุทธศาสตร์ที่ 3 พัฒนาการบริการวิชาการและพัฒนาอาชีพอย่างมีคุณภาพ (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร, 2560) โดยส่งเสริมสนับสนุนให้บุคลากร นักศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร และประชาชนทั่วไป มีองค์ความรู้ในการนำไปประกอบอาชีพ เพื่อเพิ่มรายได้ หรือลดรายจ่าย ส่งผลให้มีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น ลดปัญหาการว่างงาน และลดปัญหาอาชญากรรมอันอาจเกิดจากการว่างงาน นอกจากนี้ ยังสามารถนำสื่อภาพนิ่งและวิดีโอไปต่อยอดเป็นสื่อเพื่อการเรียนรู้ของสถาบันวิจัยและพัฒนา ตลอดจนประชาสัมพันธ์เผยแพร่ผลงานของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ให้เป็นที่รู้จักของประชาชนในวงกว้างได้อีกด้วย

1.1 วัตถุประสงค์

1.1.1 เพื่อออกแบบและจัดฝึกอบรมออนไลน์หลักสูตรระยะสั้น เพื่อพัฒนาอาชีพและคุณภาพชีวิต สำหรับบุคลากร นักศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร และประชาชนทั่วไป

1.1.2 เพื่อออกแบบและจัดทำสื่อเพื่อการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาอาชีพและคุณภาพชีวิต สำหรับบุคลากร นักศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร และประชาชนทั่วไป

1.2 การสำรวจเอกสารที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อสนับสนุนการวิจัย ดังนี้

1.2.1 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการฝึกอบรม

การฝึกอบรม หมายถึง กระบวนการสร้างการเรียนรู้รูปแบบหนึ่ง เพื่อเพิ่มพูนความรู้ หรือพัฒนาสมรรถภาพด้านใดด้านหนึ่งให้กับผู้เข้ารับการฝึกอบรม รวมถึงปรับเปลี่ยนพฤติกรรมให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ โดยมีวัตถุประสงค์

ของการฝึกอบรม ดังนี้ (1) เพื่อแก้ปัญหาที่เกี่ยวกับบุคลากร (2) เพื่อเตรียมพร้อมรับการเปลี่ยนแปลงในอนาคต (3) เพื่อเพิ่มขีดความสามารถของบุคลากรให้ทันต่อความก้าวหน้าของเทคโนโลยี (4) เพื่อเตรียมพร้อมรับมือกับการแข่งขันที่มีความรุนแรงเพิ่มมากขึ้น โดยนำความรู้ในด้านต่าง ๆ มาใช้ในการพัฒนาตนเอง และพัฒนาองค์กร เพื่อเพิ่มปริมาณผลผลิต พัฒนาคุณภาพผลผลิต ลดต้นทุนของงาน ลดอัตราการเกิดอุบัติเหตุ ลดอัตราการหมุนเวียนและการขาดงาน (วิทยาลัยเทคนิคศรีสะเกษ, ม.ป.ป.)

ประโยชน์ของการฝึกอบรม มีดังนี้ (1) ผู้เข้ารับการฝึกอบรมสามารถนำความรู้ไปใช้ในการพัฒนาความสามารถของตนเอง สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีประสิทธิผล (2) เกิดการปรึกษาหารือกันระหว่างผู้ที่เกี่ยวข้อง เช่น ผู้เข้ารับการฝึกอบรม หัวหน้างาน ผู้บริหาร เป็นต้น (3) ผู้เข้ารับการฝึกอบรมเกิดการยกระดับความรู้ ทักษะ และปรับทัศนคติ (4) ลดระยะเวลาในการเรียนรู้งาน (5) ลดภาระหน้าที่ของหัวหน้างาน (6) กระตุ้นให้บุคลากรปฏิบัติงานเพื่อความก้าวหน้าของตนเอง

1.2.2 สื่อสังคมออนไลน์ (Social Media)

สื่อสังคมออนไลน์ (Social Media) หมายถึง สื่อที่เป็นเครื่องมือในการปฏิบัติการทางสังคม เพื่อใช้สื่อสารระหว่างกันบนเครือข่ายทางสังคม ผ่านทางเว็บไซต์และโปรแกรมประยุกต์บนสื่อใด ๆ ที่มีการเชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ต โดยเน้นให้ผู้ใช้ทั้งที่เป็นผู้ส่งสารและผู้รับสารมีส่วนร่วมอย่างสร้างสรรค์ในการผลิตเนื้อหาขึ้นเอง ในรูปแบบของข้อมูลภาพ และเสียง ประเภทของสื่อสังคมออนไลน์ จำแนกตามลักษณะของการนำมาใช้ โดยสามารถแบ่งเป็นกลุ่มหลักได้ (มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี, ม.ป.ป.) ดังนี้

(1) Weblogs หรือ Blogs คือสื่อส่วนบุคคลบนอินเทอร์เน็ตที่ใช้เผยแพร่ข้อมูล ข่าวสาร ความรู้ ข้อคิดเห็น บันทึกส่วนตัว โดยสามารถแบ่งปันให้บุคคลอื่น ๆ สามารถเข้าไปอ่าน หรือแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมได้

(2) Social Networking เป็นเครือข่ายทางสังคมที่ใช้สำหรับเชื่อมต่อระหว่างบุคคล กลุ่มบุคคล เพื่อให้เกิดเป็นกลุ่มสังคม เพื่อร่วมกันแลกเปลี่ยนและแบ่งปันข้อมูลระหว่างกัน เช่น Facebook, Linked in, MySpace, Youmeo เป็นต้น

(3) Micro Blogging และ Micro Sharing หรือที่เรียกกันว่า “บล็อกจิ๋ว” เป็นเว็บเซอร์วิสหรือเว็บไซต์ที่ให้บริการแก่บุคคลทั่วไป สำหรับเขียนข้อความสั้น ๆ ประมาณ 140 ตัวอักษร ที่เรียกว่า “Status” หรือ “Notice” เพื่อแสดงสถานะของตนเอง หรือแจ้งข่าวสารต่าง ๆ แก่กลุ่มเพื่อนในสังคมออนไลน์ ที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายคือ Twitter

(4) Online Video เป็นเว็บไซต์ที่ให้บริการวิดีโอออนไลน์โดยไม่เสียค่าใช้จ่าย ซึ่งปัจจุบันได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายและขยายตัวอย่างรวดเร็ว เนื่องจากเนื้อหาที่น่าสนใจในวิดีโอออนไลน์ไม่ถูกจำกัดโดยผังรายการที่แน่นอนและตายตัว ทำให้ผู้ใช้ติดตามชมได้อย่างต่อเนื่อง ไม่มีโฆษณาคั่น ผู้ใช้สามารถเลือกชมเนื้อหาได้ตามความต้องการและยังสามารถเชื่อมโยงไปยังเว็บไซต์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องได้อีกด้วย เช่น Youtube เป็นต้น

(5) Photo Sharing เป็นเว็บไซต์ที่เน้นให้บริการฝากรูปภาพ โดยผู้ใช้บริการสามารถอัปโหลดและดาวน์โหลดรูปภาพเพื่อนำมาใช้งานได้ อีกทั้งยังสามารถใช้เป็นพื้นที่เพื่อเสนอขายภาพที่ตนเองนำไปฝากได้อีกด้วย เช่น Flickr, Photobucket, Photoshop, Express, Zoom เป็นต้น

(6) Wikis เป็นเว็บไซต์ที่มีลักษณะเป็นแหล่งข้อมูลหรือความรู้ ซึ่งผู้เขียนส่วนใหญ่อาจเป็นนักวิชาการ นักวิชาชีพ หรือผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านต่าง ๆ ทั้งการเมือง เศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม ซึ่งผู้ใช้สามารถเขียนหรือแก้ไขข้อมูลได้อย่างอิสระ เช่น Wikipedia, Google Earth, diggZy Favorites Online เป็นต้น

(7) Virtual Worlds คือการสร้างโลกจินตนาการโดยจำลองส่วนหนึ่งของชีวิตลงไป เป็นสื่อสังคมออนไลน์ที่ผู้ใช้สื่อสารระหว่างกันบนอินเทอร์เน็ตในลักษณะโลกเสมือนจริง ซึ่งผู้ที่จะเข้าไปใช้บริการอาจเป็นบริษัทหรือองค์กรด้านธุรกิจ ด้านการศึกษา รวมถึงองค์กรด้านสื่อ เว็บไซต์ที่ใช้หลัก Virtual Worlds ที่ประสบผลสำเร็จและมีชื่อเสียง คือ Second life

(8) Crowd Sourcing เป็นหลักการขอความร่วมมือจากบุคคลในเครือข่ายสังคมออนไลน์ โดยจัดทำในรูปแบบของเว็บไซต์ที่มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อค้นหาคำตอบและวิธีการแก้ปัญหาต่าง ๆ ทั้งทางธุรกิจ การศึกษา การสื่อสาร โดยอาจดึงความร่วมมือจากเครือข่ายทางสังคมมาช่วยตรวจสอบข้อมูล เสนอความคิดเห็น หรือให้ข้อเสนอแนะ ซึ่งกลุ่มคนที่เข้ามาให้ข้อมูลอาจเป็นประชาชนทั่วไป หรือผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านในภาคธุรกิจ หรือในสังคมนักข่าว เช่น Idea storm, Mystarbucks Idea เป็นต้น

(9) Podcasting หรือ Podcast เป็นการบันทึกภาพและเสียง และนำมาไว้ในเว็บเพจ เพื่อเผยแพร่ให้บุคคลภายนอก (The public in general) ที่สนใจดาวน์โหลดไปใช้งาน เช่น Dual Geek Podcast, Wiggly Podcast เป็นต้น

(10) Discuss/Review/Opinion เป็นเว็บบอร์ดที่ผู้ใช้อินเทอร์เน็ตสามารถแสดงความคิดเห็น ทั้งในด้านที่เกี่ยวกับสินค้าหรือบริการ ประเด็นสาธารณะทางการเมือง เศรษฐกิจ สังคม เช่น Yahoo!Answer, Pantip, Yelp เป็นต้น

โดยบทบาทของสื่อสังคมออนไลน์กับการศึกษา (ชนะวัฒน์ วรรณประภา, 2560) มีดังนี้

(1) บทบาททางการสอน ได้แก่ 1) ครูใช้สื่อสังคมออนไลน์เพื่อกระตุ้นการสร้างความน่าติดตามตื้นตาตื้นใจให้กับผู้เรียนในชั้นของการนำเข้าสู่บทเรียน โดยการเปิดวิดีโอที่เกี่ยวกับเนื้อหาในคาบเรียนนั้น ๆ จาก YouTube 2) ครูสามารถให้ข้อเสนอแนะแก่ผู้เรียนได้อย่างทันที เมื่อมีการซักถามเข้ามาในสื่อสังคมออนไลน์ 3) สื่อสังคมออนไลน์ส่งเสริมให้ความสัมพันธ์

ระหว่างครูกับผู้เรียนมีความใกล้ชิดกันมากขึ้น ใ่วางใจซึ่งกันและกันมากขึ้น ช่วยให้การเรียนการสอนนั้นดีขึ้น ผู้เรียนไม่ได้ตกอยู่ในสถานการณ์ของความตึงเครียด 4) ครูสามารถติดตามงานที่ได้มอบหมายให้กับผู้เรียน และโต้ตอบได้อย่างทันถ่วงที 5) ครูสามารถตอบข้อคำถามจากผู้เรียนได้ทุกที่ ทุกเวลา 6) ครูสามารถสร้างสื่อง่าย ๆ ด้วยการถ่ายคลิปวิดีโอการสอน และนำมาโพสต์ในสื่อสังคมออนไลน์ได้ อีกทั้งยังสามารถนำข้อมูลความรู้ที่ได้จัดเตรียมไว้ในรูปของไฟล์ Word หรือ PDF โพสต์ในสื่อสังคมออนไลน์ เพื่อให้ผู้เรียนได้อ่านทำความเข้าใจล่วงหน้าก่อนเข้าห้องเรียน

(2) บทบาทสำหรับการบริหารจัดการ ได้แก่ 1) ผู้บริหารใช้สื่อสังคมออนไลน์เพื่อการสั่งการ มอบหมายงานกับผู้ใต้บังคับบัญชา 2) ผู้บริหารใช้สื่อสังคมออนไลน์เพื่อการนัดหมายประชุม ปรึกษาหารือ และสามารถใช้ศักยภาพทางเทคโนโลยีประชุมพร้อมกันหลายคนได้ 3) ผู้บริหารสามารถใช้สื่อสังคมออนไลน์เป็นช่องทางหนึ่งสำหรับตอบข้อซักถามหรือรับข้อร้องเรียน 4) ประชาสัมพันธ์กิจกรรมต่าง ๆ ในองค์กรให้ประชาชนรับทราบข้อมูล ผ่านสื่อสังคมออนไลน์ประเภทต่าง ๆ

1.2.3 แนวทางการออกแบบหลักสูตรฝึกอบรมออนไลน์

ศึกษาค้นคว้าสถิติการเข้าอบรมออนไลน์ของมหาวิทยาลัยต่าง ๆ ยกตัวอย่างเช่น จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล และ Thai Mooc ซึ่งเป็นการรวมแหล่งอบรมออนไลน์ของมหาวิทยาลัยต่าง ๆ พบว่า 5 หลักสูตรที่คนเข้าชมมากที่สุด ประกอบด้วย หลักสูตรด้านภาษา หลักสูตรด้านการตลาด หลักสูตรด้านสุขภาพ หลักสูตรด้านกฎหมาย หลักสูตรด้านคนรักสัตว์และการทำอาหาร (CHULA MOOC, 2565) และค้นคว้าข้อมูลของอาการลงโควิด (Long COVID) หรือ Post COVID-19 Syndrome พบว่า ผู้ป่วยที่ได้รับเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 หรือผู้ป่วยที่เป็นโรค COVID-19 บางรายมีอาการที่ได้รับผลกระทบจากการติดเชื้อ เช่น มีอาการอ่อนเพลีย เหนื่อยง่าย หอบเหนื่อย หายใจไม่ทัน หายใจถี่ แน่นหน้าอก ใจสั่น สมาธิสั้น ความจำสั้น ปวดหัว ไอ นอนไม่หลับ เป็นต้น (รับพร ทักษิณวรจากร, 2565) ผู้ป่วยลงโควิด จึงควรรักษาสุขภาพให้แข็งแรง เสริมภูมิคุ้มกันด้วยการรับประทานอาหารครบ 5 หมู่ ที่ผ่านการปรุงจนสุก สะอาดถูกหลักอนามัย เน้นอาหารที่ย่อยง่าย และแบ่งอาหารเป็นมื้อย่อย ๆ เพื่อรักษาระดับน้ำตาลในเลือดให้คงที่ ทำให้ร่างกายไม่อ่อนล้า อ่อนเพลีย ควรเลือกรับประทานอาหารที่มีโปรตีน เช่น เนื้อสัตว์ เนย นม ไข่ เต้าหู้ ถั่วต่าง ๆ และอาหารที่มีจุลินทรีย์สุขภาพ หรือโพรไบโอติกส์ (Probiotics) ได้แก่ นมเปรี้ยว โยเกิร์ต รับประทานร่วมกับอาหารที่มีใยอาหารสูง เช่น ก๋วยเตี๋ยว ธัญพืช ถั่วเมล็ดแห้ง กระเทียม หัวหอมใหญ่ เป็นต้น ซึ่งเป็นอาหารของจุลินทรีย์สุขภาพ และช่วยระบบภูมิคุ้มกันร่างกาย นอกจากนี้ วิตามินและแร่ธาตุต่าง ๆ มีส่วนช่วยในการฟื้นฟูร่างกาย และสร้างภูมิคุ้มกัน ได้แก่ วิตามินซี พบมากในอาหารจำพวกผักและผลไม้สด เช่น มะเขือเทศ มะนาว มะละกอ ส้ม ฝรั่ง พริกหวาน เป็นต้น วิตามินเอ พบมากในเครื่องในสัตว์ ไข่แดง ผักโขม ผักใบเขียวเข้ม ผักและผลไม้สีเหลืองและส้ม เช่น ผักบุ้ง ตำลึง แครอท ฟักทอง มะละกอสุก มันเทศสีเหลือง เป็นต้น วิตามินดี พบมากในปลาที่กิน ปลาเนื้อแข็ง ปลาเนื้อนุ่ม ปลาแซลมอน ปลาซาร์ดีน ปลาแมคคาเรล เป็นต้น วิตามินอี พบมากในไข่ ผักและผลไม้ต่าง ๆ เช่น อะโวคาโด น้ำมันมะกอก น้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันดอกทานตะวัน ถั่วต่าง ๆ เป็นต้น และแร่ธาตุสังกะสี พบมากในข้าวกล้อง หอยนางรม เนื้อสัตว์ เครื่องใน ตับ เป็นต้น (มูลนิธิวิจัยพัฒนสาธารณสุขไทย, 2565)

2. วิธีการทดลองหรือวิธีการศึกษา

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาแนวทางการฝึกอบรมออนไลน์หลักสูตรระยะสั้น และจัดทำสื่อเพื่อการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาอาชีพและคุณภาพชีวิต โดยผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอนในการดำเนินการวิจัยดังนี้

2.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร หมายถึง บุคลากร นักศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร และประชาชนทั่วไป ที่มีความต้องการฝึกอบรมออนไลน์หรือรับข้อมูลเทคโนโลยีผ่านสื่อเพื่อการเรียนรู้

กลุ่มตัวอย่าง ประกอบด้วย บุคลากร นักศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร และประชาชนทั่วไป โดยผู้วิจัยได้กำหนดกลุ่มตัวอย่างจากจำนวนประชากรไทย ในปี 2564 เป็นจำนวน 66,171,439 คน (มติชนออนไลน์, 2565) ใช้วิธีการเปิดตารางสำเร็จรูปของ Taro Yamane ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ได้จำนวนตัวอย่างไม่น้อยกว่า 400 คน

2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

2.2.1 ด้านซอฟต์แวร์ (Software) ได้แก่ โปรแกรม Adobe Photoshop โปรแกรม Adobe Illustrator โปรแกรม Adobe Premiere Pro, OS: Windows 10 professional

2.2.2 ด้านฮาร์ดแวร์ (Hardware) ได้แก่ Notebook asus, CPU: i7 4700hq 2.4Ghz, RAM: 16 GB, Hard disk : SSD 500GB, VGA : Geforce GT 750M

2.2.3 แบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อสื่อเพื่อการเรียนรู้ 2 หลักสูตร ได้แก่ หลักสูตรเมนูอาหารฟื้นฟูร่างกายสำหรับผู้ป่วย Long COVID และ ภาษาอังกฤษเพื่อเตรียมสอบ TOEIC สำหรับบุคคลทั่วไป

2.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลโดยแบบสอบถามออนไลน์จากบุคลากร นักศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร และประชาชนทั่วไป โดยผู้วิจัยเก็บแบบสอบถามออนไลน์ผ่าน google form จำนวน 400 คน โดยการเก็บข้อมูลแบบสอบถาม ผู้วิจัยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบโควตา (Quota sampling) แบ่งเป็นบุคลากร จำนวนไม่น้อยกว่า 133 คน นักศึกษา จำนวนไม่น้อยกว่า 133 คน และประชาชนทั่วไป จำนวนไม่น้อยกว่า 134 คน จากนั้นเลือกสุ่มตัวอย่างแบบบังเอิญจนครบตามจำนวนที่กำหนด

2.4 การวิเคราะห์และออกแบบสื่อเพื่อการเรียนรู้

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์และออกแบบสื่อเพื่อการเรียนรู้ จากกิจกรรมการจัดฝึกอบรมออนไลน์ จำนวน 2 หลักสูตร ได้แก่ หลักสูตรเมนูอาหารฟื้นฟูร่างกายสำหรับผู้ป่วย Long COVID และ ภาษาอังกฤษเพื่อเตรียมสอบ TOEIC สำหรับบุคคลทั่วไป พัฒนาอาชีพและคุณภาพชีวิต สำหรับบุคลากร นักศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร และประชาชนทั่วไป โดยแบ่งเป็นสื่อภาพนิ่งและสื่อวิดีโอ (Video) สำหรับเผยแพร่ผ่านช่องทางออนไลน์ ได้แก่ RMUTP MOOC เว็บไซต์สถาบันวิจัย และพัฒนา เว็บไซต์คลินิกเทคโนโลยี มทร.พระนคร และ Facebook คลินิกเทคโนโลยี มทร.พระนคร

2.5 การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้

การวิจัยครั้งนี้ วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป โดยนำข้อมูลจากแบบสอบถามที่ได้เก็บรวบรวม โดยผู้วิเคราะห์ระบบแปลรหัส (Code) และบันทึกลงในโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS เพื่อดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลโดยสถิติได้แก่ ค่าความถี่ (Frequency) ค่าร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย (Mean : \bar{X}) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation : S.D.)

3. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

การฝึกอบรมออนไลน์หลักสูตรระยะสั้น เพื่อพัฒนาอาชีพและคุณภาพชีวิต สำหรับบุคลากร นักศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร และประชาชนทั่วไป สรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

3.1 ผลการออกแบบและจัดฝึกอบรมหลักสูตรฝึกอบรมระยะสั้นและสื่อเพื่อการเรียนรู้ สำหรับบุคลากร นักศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร และประชาชนทั่วไป

การศึกษาค้นคว้าข้อมูลเพื่อการวิจัยหลักสูตรฝึกอบรมระยะสั้นและสื่อเพื่อการเรียนรู้ สำหรับบุคลากร นักศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร และประชาชนทั่วไป เป็นการนำแนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการฝึกอบรม และสื่อสังคมออนไลน์ (Social Media) มาใช้ในการออกแบบหลักสูตรฝึกอบรมออนไลน์ เพื่อพัฒนาอาชีพและคุณภาพชีวิต โดยได้เริ่มศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับความหมายของการฝึกอบรม วัตถุประสงค์ของการฝึกอบรม ประโยชน์ของการฝึกอบรม บทบาทที่สำคัญของผู้รับผิดชอบจัดการฝึกอบรม และประเภทการฝึกอบรม ความหมายของสื่อสังคมออนไลน์ ประเภทของสื่อสังคมออนไลน์ และบทบาทของสื่อสังคมออนไลน์กับการศึกษา ตลอดจนศึกษาสภาพปัญหาของการถ่ายทอดเทคโนโลยีในรูปแบบการอบรมออนไลน์ พบว่า การถ่ายทอดเทคโนโลยีในรูปแบบการอบรมเชิงปฏิบัติการ เพื่อเสริมสร้างองค์ความรู้และฝึกทักษะอาชีพแก่กลุ่มผู้เข้ารับบริการในพื้นที่จังหวัดภาคกลางตอนล่าง และจังหวัดใกล้เคียง ทำให้ความรู้ในการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการถูกกระจุกตัวอยู่ในวงแคบ ซึ่งในปีงบประมาณ พ.ศ. 2564 เนื่องด้วยสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 ทำให้สถาบันวิจัยและพัฒนา จำเป็นต้องปรับเปลี่ยนรูปแบบของการถ่ายทอดเทคโนโลยี จากเดิมที่ต้องลงพื้นที่กลุ่มชุมชนหรือกลุ่มอาชีพเป็นการฝึกอบรมผ่านช่องทางออนไลน์ โดยเปิดโอกาสให้กับประชาชนทั่วไปได้ลงทะเบียนเข้าร่วมอบรม ซึ่งมีประชาชนลงทะเบียนผ่านระบบจำนวนทั้งสิ้น 181 คน และเมื่อสิ้นสุดการอบรมได้รับเสียงตอบกลับมาว่าต้องการให้จัดอบรมในลักษณะนี้เพิ่มอีก

จากการค้นคว้าข้อมูลหลักสูตรอบรมออนไลน์ยอดนิยม ผู้วิจัยเลือกหลักสูตรด้านภาษา ซึ่งเป็นหลักสูตรที่บุคลากรสามารถนำไปต่อยอดในการพัฒนาความก้าวหน้าทางอาชีพ ส่วนนักศึกษาสามารถนำไปใช้ในการสมัครงานได้ ส่วนหลักสูตรการทำอาหาร เป็นหลักสูตรที่กลุ่มเป้าหมายทั้งบุคลากร นักศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร และประชาชนทั่วไป สามารถนำไปต่อยอดได้หลากหลาย เช่น ต่อยอดเป็นอาชีพใหม่ อาชีพเสริม งานอดิเรก หรือใช้ในชีวิตประจำวัน โดยเฉพาะในยุคที่คนหันมาใส่ใจสุขภาพมากขึ้น จากกระแสสังคม และการแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโคโรนา-19 หรือ COVID-19 ผู้ที่ยังไม่ได้รับเชื้อก็ต้องรับประทานอาหารที่เสริมสร้างภูมิคุ้มกันเพื่อป้องกันไม่ให้เชื้อโรคเข้าสู่ร่างกาย ส่วนผู้ที่ได้รับเชื้อแล้วก็ต้องรับประทานอาหารที่ช่วยฟื้นฟูร่างกายให้ดีขึ้น เมนูที่ดีต่อสุขภาพจึงเป็นเมนูที่ผู้คนหันมาให้ความสำคัญมากขึ้น นอกจากนี้ ยังได้ค้นคว้าข้อมูลของอาหารเสริมภูมิคุ้มกันสำหรับผู้ป่วยโควิด ผู้วิจัยและผู้เชี่ยวชาญด้านอาหารและโภชนาการ จึงออกแบบหลักสูตรอาหารเสริมภูมิคุ้มกันสำหรับผู้ป่วยโควิด จำนวน 4 เมนู ได้แก่ 1) ข้าวกล้องต้มปลานิล เป็นเมนูที่ประกอบไปด้วยแร่ธาตุสังกะสี และวิตามินดี 2) ราดหน้าทะเลใส่คะน้า เป็นเมนูที่อุดมไปด้วยวิตามินเอ 3) แกงส้มผักรวม เป็นเมนูที่ทำให้ได้รับวิตามินเอ และวิตามินซี 4) ไข่อบอะโวคาโด

ใส่มะเขือเทศ เป็นเมนูที่อุดมไปด้วยวิตามินอี และวิตามินซี จากนั้นจึงดำเนินการจัดฝึกอบรมออนไลน์ และเก็บรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการออกแบบสื่อเพื่อการเรียนรู้จากกิจกรรมการจัดฝึกอบรมออนไลน์ จำนวน 2 หลักสูตร ได้แก่ หลักสูตรเมนูอาหารฟื้นฟูร่างกายสำหรับผู้ป่วย Long COVID และ ภาษาอังกฤษเพื่อเตรียมสอบ TOEIC สำหรับบุคคลทั่วไป

3.2 การวิเคราะห์และออกแบบสื่อเพื่อการเรียนรู้

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์และออกแบบสื่อเพื่อการเรียนรู้ จากกิจกรรมการจัดฝึกอบรมออนไลน์ จำนวน 2 หลักสูตร ได้แก่ หลักสูตรเมนูอาหารฟื้นฟูร่างกายสำหรับผู้ป่วย Long COVID และ ภาษาอังกฤษเพื่อเตรียมสอบ TOEIC สำหรับบุคคลทั่วไป เพื่อพัฒนาอาชีพและคุณภาพชีวิต สำหรับบุคลากร นักศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร และประชาชนทั่วไป โดยแบ่งเป็นสื่อภาพนิ่งและสื่อวิดีโอ (Video) สำหรับเผยแพร่ผ่านช่องทางออนไลน์ ได้แก่ RMUTP MOOC เว็บไซต์สถาบันวิจัยและพัฒนา เว็บไซต์คลินิกเทคโนโลยี มทร.พระนคร และ Facebook คลินิกเทคโนโลยี มทร.พระนคร

3.3 ผลการประเมินความพึงพอใจที่มีต่อสื่อเพื่อการเรียนรู้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตารางที่ 1 แสดงจำนวนและร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามเพศ

เพศ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ชาย	162	40.50
หญิง	238	59.50
รวม	400	100.00

จากตารางที่ 1 พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง คิดเป็นร้อยละ 59.50 รองลงมาคือเพศชาย ร้อยละ 40.50

ตารางที่ 2 แสดงจำนวนและร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามอายุ

อายุ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ต่ำกว่า 20 ปี	146	36.50
21-30 ปี	63	15.75
31-40 ปี	75	18.75
41-50 ปี	49	12.25
51-60 ปี	54	13.50
61 ปีขึ้นไป	13	3.25
รวม	400	100.00

จากตารางที่ 2 พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีอายุต่ำกว่า 20 ปี คิดเป็นร้อยละ 36.50 รองลงมาคืออายุระหว่าง 31 – 40 ปี คิดเป็นร้อยละ 18.75 อายุระหว่าง 21-30 ปี คิดเป็นร้อยละ 15.75 อายุระหว่าง 51-60 ปี คิดเป็นร้อยละ 13.50 อายุระหว่าง 41-50 ปี คิดเป็นร้อยละ 12.25 และอายุ 61 ปีขึ้นไป คิดเป็นร้อยละ 3.25 ตามลำดับ

ตารางที่ 3 แสดงจำนวนและร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามที่อยู่ปัจจุบัน

ที่อยู่ปัจจุบัน	จำนวน (คน)	ร้อยละ
กรุงเทพมหานครและปริมณฑล	344	86.00
ต่างจังหวัด	56	14.00
รวม	400	100.00

จากตารางที่ 3 พบว่า ปัจจุบันผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่อาศัยอยู่ในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล คิดเป็นร้อยละ 86.00 และอาศัยอยู่ในต่างจังหวัด คิดเป็นร้อยละ 14.00

ตารางที่ 4 แสดงจำนวนและร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามอาชีพ

อาชีพ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
รับราชการ	14	3.50
พนักงานรัฐวิสาหกิจ	119	29.75
เกษตรกร	12	3.00
โอทอป	0	0.00
แม่บ้าน	27	6.75
พนักงานธุรกิจเอกชน	23	5.75
รับจ้าง	16	4.00
วิสาหกิจชุมชน	5	1.25
ค้าขาย	51	12.75
อื่น ๆ	133	33.25
รวม	400	100.00

จากตารางที่ 4 พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ประกอบอาชีพอื่น ๆ คือนักศึกษา คิดเป็นร้อยละ 33.25 รองลงมาคือ อาชีพพนักงานรัฐวิสาหกิจ คิดเป็นร้อยละ 29.75 อาชีพค้าขาย คิดเป็นร้อยละ 12.75 อาชีพแม่บ้าน คิดเป็นร้อยละ 6.75 อาชีพพนักงานธุรกิจเอกชน คิดเป็นร้อยละ 5.75 อาชีพรับจ้าง คิดเป็นร้อยละ 4.00 อาชีพรับราชการ คิดเป็นร้อยละ 3.50 อาชีพเกษตรกร คิดเป็นร้อยละ 3.00 และอาชีพวิสาหกิจชุมชน คิดเป็นร้อยละ 1.25 ตามลำดับ

ตารางที่ 5 แสดงจำนวนและร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามระดับการศึกษาสูงสุด

ระดับการศึกษาสูงสุด	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ประถมศึกษา	29	7.25
มัธยมศึกษาตอนต้น	8	2.00
มัธยมศึกษาตอนปลาย/ปวช.	91	22.75
ปวส./อนุปริญญา	63	15.75
ปริญญาตรี	165	41.25
สูงกว่าปริญญาตรี	38	9.50
อื่น ๆ	6	1.50
รวม	400	100.00

จากตารางที่ 5 พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีระดับการศึกษาสูงสุดอยู่ในระดับปริญญาตรี คิดเป็นร้อยละ 41.25 รองลงมาคือระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย/ปวช. คิดเป็นร้อยละ 22.75 ระดับปวส./อนุปริญญา คิดเป็นร้อยละ 15.75 ระดับสูงกว่าปริญญาตรี คิดเป็นร้อยละ 9.50 ระดับประถมศึกษา คิดเป็นร้อยละ 7.25 ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น คิดเป็นร้อยละ 2.00 และระดับอื่น ๆ คิดเป็นร้อยละ 1.50 ตามลำดับ

ส่วนที่ 2 ความพึงพอใจที่มีต่อสื่อเพื่อการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาอาชีพและคุณภาพชีวิต สำหรับบุคลากร นักศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร และประชาชนทั่วไป

ตารางที่ 6 ผลการประเมินความพึงพอใจที่มีต่อสื่อเพื่อการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาอาชีพและคุณภาพชีวิต สำหรับบุคลากร นักศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร และประชาชนทั่วไป

การประเมินความพึงพอใจ	\bar{X}	S.D.	ความหมาย
1. ความพึงพอใจด้านเนื้อหา			
1.1 เนื้อหาเข้าใจง่าย	4.63	0.49	มากที่สุด
1.2 เนื้อหามีความชัดเจน ถูกต้อง น่าเชื่อถือ	4.63	0.49	มากที่สุด
1.3 ข้อมูลมีความทันสมัย น่าสนใจ	4.63	0.49	มากที่สุด
1.4 ข้อมูลที่ได้รับมีประโยชน์	4.61	0.50	มากที่สุด
ภาพรวม	4.62	0.49	มากที่สุด
2. ความพึงพอใจด้านการออกแบบและจัดรูปแบบ			
2.1 การจัดลำดับเนื้อหาเป็นขั้นตอนและต่อเนื่อง อ่านแล้วเข้าใจง่าย	4.50	0.51	มาก
2.2 รูปแบบตัวอักษรอ่านได้ง่ายและสวยงาม	4.42	0.61	มาก
2.3 สีที่ใช้สวยงามและสบายตา	4.36	0.60	มาก
2.4 ขนาดของตัวอักษร ชัดเจน อ่านง่าย มีความเหมาะสม	4.42	0.61	มาก
2.5 ภาพกราฟิกเหมาะสม ชัดเจน สอดคล้องกับเนื้อหา	4.42	0.61	มาก
ภาพรวม	4.42	0.58	มาก
3. ความพึงพอใจในภาพรวมต่อสื่อเพื่อการเรียนรู้	4.59	0.50	มากที่สุด

จากตารางที่ 6 พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจในภาพรวมต่อสื่อเพื่อการเรียนรู้ อยู่ในระดับมากที่สุด ค่าเฉลี่ย 4.59 เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจต่อด้านเนื้อหา อยู่ในระดับมากที่สุด ค่าเฉลี่ย 4.62 และมีความพึงพอใจด้านการออกแบบและจัดรูปแบบ อยู่ในระดับมาก ค่าเฉลี่ย 4.42 ตามลำดับ

4. สรุป

การสร้างสื่อเพื่อการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาอาชีพและคุณภาพชีวิต สำหรับบุคลากร นักศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร และประชาชนทั่วไป พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง ร้อยละ 59.50 มีอายุต่ำกว่า 20 ปี ร้อยละ 36.50 อาศัยอยู่ในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ร้อยละ 86.00 ประกอบอาชีพอื่น ๆ คือ นักศึกษา ร้อยละ 33.25 มีระดับการศึกษาสูงสุดอยู่ในระดับปริญญาตรี ร้อยละ 41.25 ผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจในภาพรวมต่อสื่อเพื่อการเรียนรู้ อยู่ในระดับมากที่สุด ค่าเฉลี่ย 4.59 เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า มีความพึงพอใจต่อด้านเนื้อหา อยู่ในระดับมากที่สุด ค่าเฉลี่ย 4.62 ด้านการออกแบบและจัดรูปแบบ อยู่ในระดับมาก ค่าเฉลี่ย 4.42 ตามลำดับ ผลการวิจัยนี้จึงสรุปได้ว่า สื่อเพื่อการเรียนรู้ที่ได้สร้างขึ้นเป็นสื่อที่มีประสิทธิภาพ สามารถนำไปใช้ส่งเสริมการเรียนรู้ และพัฒนาทักษะในการประกอบอาชีพ อันจะนำไปสู่การเพิ่มรายได้ ลดรายจ่าย และพัฒนาคุณภาพชีวิต ให้กับบุคลากร นักศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร และประชาชนทั่วไป อีกทั้งยังสามารถเก็บรวบรวมเทคโนโลยีที่พร้อมถ่ายทอดในรูปแบบของสื่อเพื่อการเรียนรู้ ตลอดจนเป็นการประชาสัมพันธ์เผยแพร่ผลงานของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนครให้เป็นที่รู้จักของประชาชนในวงกว้าง สอดคล้องกับงานวิจัยของดลฤดี ศรีมันตะ (2561) ศึกษาการแสวงหาความรู้ ทักษะ และพฤติกรรมการใช้สื่อสื่อสารผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์ของผู้สูงอายุในตำบลบางแก้ว อำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ พบว่า ผู้สูงอายุมีพฤติกรรมการสื่อสารผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์โดยใช้เพื่อติดต่อสื่อสารกับเพื่อน ใช้เพื่อค้นคว้าหาข้อมูลต่าง ๆ ใช้ติดต่อสื่อสารกับบุตรหลาน และใช้เพื่อประกอบธุรกิจของตนเอง สอดคล้องกับงานวิจัยของนฤมล บุญส่ง (2561) ศึกษาสื่อสังคมกับการเรียนการสอนในศตวรรษที่ 21 พบว่า สื่อสังคมมีอิทธิพลอย่างมากในด้านการศึกษา โดยมีอิทธิพลอย่างยิ่งต่อการรับรู้ข้อมูลข่าวสารของสังคมไทย ในปัจจุบันได้มีการนำสื่อสังคมเข้ามา มีบทบาท สร้างแรงผลักดันต่อการอยากรู้ อยากเรียน และสามารถเรียนรู้ได้ตลอดเวลา สอดคล้องกับงานวิจัยของจุฑารัตน์ ศราวณวงค์ และคณะ (2560) ศึกษาพฤติกรรมการใช้สื่อสังคมออนไลน์ของนิสิตระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พบว่า นิสิตมีความถี่ในการใช้งานสื่อสังคมออนไลน์สูงและมีทัศนคติในเชิงบวก โดยเฉพาะเพื่อเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยการเข้าถึงและโหลดสื่อการสอนของครู เช่น สไลด์เอกสารการสอน วิดีโอบรรยาย การโหลดภาพ หรือวิดีโอ มาใช้ประกอบการทำรายงาน ดังนั้น มหาวิทยาลัยจึงควรกำหนดเป็นนโยบาย และมีแนวทางการขับเคลื่อนอย่างชัดเจนและจริงจัง ในการนำสื่อสังคมออนไลน์มาใช้เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ของนิสิตระดับปริญญาตรี ควรพิจารณาในการกระตุ้นและส่งเสริมให้อาจารย์นำสื่อสังคมออนไลน์ มาใช้เป็นเครื่องมือในการเรียนการสอนในรายวิชาที่รับผิดชอบ สอดคล้องกับงานวิจัยของธนะวัฒน์ วรรณประภา (2560) ศึกษาสื่อสังคมออนไลน์กับการศึกษา พบว่า สื่อสังคมออนไลน์เป็นเครื่องมือหนึ่งที่ทำงานในเครือข่ายอินเทอร์เน็ต มีความสามารถในการติดต่อสื่อสารระหว่างกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีบทบาทกับการศึกษาทั้งทางด้านการเรียนการสอน และการบริหารจัดการ สามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ได้ ทั้งการศึกษาในระบบ การศึกษานอกระบบ และการศึกษาตามอัธยาศัย ซึ่งแนวโน้มในอนาคต สื่อสังคมออนไลน์จะช่วยให้ผู้เรียนค้นหาคำความรู้ต่าง ๆ ได้โดยไร้ขีดจำกัดในเรื่องของเวลาและสถานที่ สอดคล้องกับงานวิจัยของ สุธาวัลย์ ธรรมสังวาลย์ (2556) ศึกษาช่องทางการเรียนการสอนบนสื่อสังคมออนไลน์ของคณะนิเทศศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม พบว่า การใช้กลุ่ม Facebook ในการเรียนการสอนนิเทศศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม เป็นแนวทางการปรับห้องเรียนธรรมดาให้เป็นห้องเรียนในอุดมคติ ผู้สอนต้องใช้เครือข่ายสังคมออนไลน์ให้เกิดประโยชน์สูงสุด มุ่งอำนวยความสะดวกต่อการเรียนได้ทุกที่ทุกเวลา ตอบสนองต่อความต้องการของผู้เรียน การสร้างกลุ่ม Facebook ให้ผู้เรียนสามารถเข้ามาสืบค้นเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง จึงเป็นทางออกที่ดีสำหรับการจัดการเรียนการสอน ช่องทางการเรียนการสอนบนสื่อสังคมนับว่าเป็นเรื่องใหม่ที่น่าสนใจและเป็นประโยชน์ เปิดโอกาสทางการเรียนรู้ของผู้เรียน จึงเป็นวิธีการที่ผู้สอนควรนำไปประยุกต์ใช้กับการสอนของตนเอง เพื่อพัฒนาการจัดการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพ และทันต่อยุคสมัย สอดคล้องกับงานวิจัยของธีรภัทร์ ถิ่นแสนดี (2558) ศึกษาสังคมออนไลน์เพื่อการศึกษา พบว่า สังคมออนไลน์เพื่อการศึกษา เป็นการนำเอาสื่อสังคมออนไลน์ที่นิยมใช้ในเครือข่ายสังคมออนไลน์ ได้แก่ Twitter, Facebook และ YouTube มาประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนหรือใช้ประโยชน์ในวงการการศึกษา โดยข้อดีของ Facebook คือผู้เรียนสามารถเข้าถึงข้อมูลได้อย่างรวดเร็ว กระตุ้นให้ผู้เรียนเข้าถึงการเรียนรู้แบ่งปันสาระความรู้ให้กับผู้อื่นได้อย่างทั่วถึง แต่มีข้อเสียซึ่งเกิดขึ้นกับผู้เรียนที่ขาดวินัย เช่น ไม่สามารถควบคุมเวลาในการใช้งานได้ หรือเล่นเกมส์เพื่อความบันเทิง และขาดวิจยารณญาณในการรับข้อมูล ในส่วนของ YouTube ส่วนใหญ่นำมาใช้ให้ความรู้ในรูปแบบของการสืบค้นเรียนรู้ด้วยตนเอง ข้อดีคือสามารถเป็นสื่อการสอนสำหรับผู้เรียนได้ มีความหลากหลายของข้อมูล มีแหล่งข้อมูลที่ค้นคว้ามากมาย เช่น ดูหนัง ฟังเพลง เรียนรู้การใช้งานโปรแกรมต่าง ๆ ผ่าน YouTube ส่วนข้อเสียคือเป็นการสื่อสารทางเดียว ไม่มีการโต้ตอบ มีเพียงการรับฝ่ายเดียว อาจทำให้การเรียนรู้ขาดการเชื่อมต่อได้ และการเข้าชมนเนื้อหาที่ไม่เหมาะสมกับวัย อาจทำให้ผู้เรียนได้รับความรู้ที่ไม่เหมาะสมได้ เช่นเดียวกัน และสอดคล้องกับงานวิจัยของพรณิการ์ พุ่มจันทร์ และคณะ (2558) ศึกษาพฤติกรรมการใช้สื่อสังคมออนไลน์ของนักศึกษาแพทย์ระดับปริคคินิกของคณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล พบว่า มีข้อเสนอแนะให้พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนการสอนที่สามารถใช้สื่อสังคมออนไลน์มาประยุกต์ร่วม เพราะเป็นช่องทางให้นักศึกษาแพทย์ได้เข้าถึงข้อมูลอย่างรวดเร็ว

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่ให้การสนับสนุนงบประมาณเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2565 ในการทำวิจัย

6. เอกสารอ้างอิง

- กรมประชาสัมพันธ์. ฝึกออนไลน์พัฒนาฝีมือประชาชนช่วงกักตัวสู้วิกฤตโควิด-19 เลือกได้ทั้งภาษา ดิจิทัล คอมพิวเตอร์ ไม่เสียค่าใช้จ่าย. [online]. เข้าถึงจาก <https://www.prd.go.th/th/content/category/detail/id/39/iid/22274> : 2564.
- จุฑารัตน์ ศราวณะวงศ์ และคณะ. 2560. พฤติกรรมการใช้สื่อสังคมออนไลน์ของนิสิตระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. วารสารบรรณศาสตร์ มศว. 10(2) : 16-31.
- ดลฤดี ศรีมันตะ. 2561. การแสวงหาคำรู้ ทักษะคิด และพฤติกรรมการสื่อสารผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์ของผู้สูงอายุใน ตำบลบางแก้ว อำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ. วารสารนิเทศศาสตร์ธุรกิจบัณฑิตย์. 12(2) : 177-219.
- ธนะวัฒน์ วรรณประภา. 2560. สื่อสังคมออนไลน์กับการศึกษา. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. 11(1) : 7-20.
- ธีรภัทร์ ถิ่นแสนดี. 2558. สังคมออนไลน์ เพื่อการศึกษา Online Society for Education. วารสารมหาวิทยาลัยมหาภูมิราชนิเวศน์วิทยาลัย วิทยาเขตร้อยเอ็ด. 4 (2) : 381-391.
- นฤมล บุญส่ง. 2561. สื่อสังคมกับการเรียนการสอนในศตวรรษที่ 21. Veridian E-Journal, 11(1) : 2873-2885.
- พรณิการ์ พุ่มจันทร์ และคณะ. 2558. พฤติกรรมการใช้สื่อสังคมออนไลน์ของนักศึกษาแพทย์ระดับปริคคินิกของคณะแพทยศาสตร์ ศิริราชพยาบาล. เวชบัณฑิตศิริราช. 8(1) : 27-35.

- มติชนออนไลน์. เปิดสถิติประชากรไทย ปี 2564 เช็กที่นี่ จังหวัดใดมีคนอยู่มาก-น้อยที่สุด. [online]. เข้าถึงจาก https://www.matichon.co.th/politics/news_3126075 : 2565.
- มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร. แผนพัฒนามหาวิทยาลัย. [online]. เข้าถึงจาก <https://www.rmutp.ac.th/แผนพัฒนามหาวิทยาลัย/> : 2560.
- มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี. การเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 สื่อสังคมออนไลน์. แหล่งเรียนรู้ดิจิทัล. [online]. เข้าถึงจาก <https://sci.dru.ac.th/dlr/files3/Media%20Online.pdf> : ม.ป.ป.
- รับพร ทักษิณวรารจารย์. LONG COVID หลังติดเชื้อแล้ว โควิดทิ้งอะไรไว้ให้กับร่างกายเรา!. โรงพยาบาลพระรามเก้า. [online]. เข้าถึงจาก <https://www.pram9.com/long-covid/> : 2565.
- วิทยาลัยเทคนิคศรีสะเกษ. การบริหารงานคุณภาพในองค์กร. [online]. เข้าถึงจาก <https://sites.google.com/site/rtech603xx/unit-6> : ม.ป.ป.
- สุธาวัลย์ ธรรมสังข์วาลย์. 2556. ช่องทางการเรียนการสอนบนสื่อสังคมออนไลน์ของคณะนิเทศศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม. วารสารนิเทศสยามปริทัศน์. 12(13) : 37-42.
- CHULA MOOC. คอร์สเรียน. [online]. เข้าถึงจาก <https://mooc.chula.ac.th/courses> : 2565.

การศึกษาเทคนิคการเขียนบทความวิจัยเพื่อการตีพิมพ์ระดับชาติ

A Study on Research Article Writing Techniques for National Publication

พรทิพย์ ผึ้งแก้ว และ อำพรธม ผึ้งแก้ว

คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

Faculty of Agricultural Technology, Rajamangala University of Technology Thanyaburi

e-mail pornthip@mutt.ac.th¹ Tel. 0 85133 9476

e-mail amphan_p@mail.mutt.ac.th¹ Tel. 0 97298 9915

บทคัดย่อ

งานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาปัญหา/อุปสรรคและเทคนิคการเขียนบทความวิจัยที่ส่งผลกระทบต่อตีพิมพ์เผยแพร่บทความวิจัยและบทความทางวิชาการของบุคลากรคณะเทคโนโลยีการเกษตร กลุ่มตัวอย่างเป็นบุคลากรสายวิชาการและสายสนับสนุนที่เขียนบทความวิจัยเพื่อตีพิมพ์ระดับชาติ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบสัมภาษณ์ที่สร้างโดยผู้วิจัยและผ่านการหาความเชื่อมั่นจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ค่าร้อยละ ค่าความถี่ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่า เทคนิคการเขียนบทความวิจัยเพื่อการตีพิมพ์ในระดับชาติของบุคลากรของคณะเทคโนโลยีการเกษตร ทั้งสายวิชาการและสายสนับสนุน โดยใช้หลักการ PDCA ประกอบด้วย 1) วางแผนและกำหนดวิธีการ เพื่อใช้ในการปรับแผนหรือวิธีการ 2) ปฏิบัติตามแผนและลงมือปฏิบัติ ตามแผนงานและวิธีการที่กำหนดไว้ 3) ตรวจสอบสิ่งที่ลงมือปฏิบัติว่าเป็นไปตามแผนงานหรือแสดงว่าวิธีการที่เราเลือกใช้นั้นยังคงถูกต้อง 4) ปรับปรุงการดำเนินการอย่างเหมาะสมหรือการจัดทำมาตรฐานใหม่ โดยมีกระบวนการจัดเตรียมงานเพื่อการตีพิมพ์ในระดับชาติมีความยากง่าย จากระดับมากไปหาน้อย ได้แก่ บทวิจารณ์ ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.21 บทนำ ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.13 บทคัดย่อ ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.11 การเขียนผลการวิจัย ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.90 การสรุปผลการทดลอง ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.86 ตาราง/รูปภาพ ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.68 การวิเคราะห์ผลทางสถิติ ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.62 ตามลำดับ

คำสำคัญ : การตีพิมพ์ระดับชาติ เทคนิคการเขียนงานวิจัย บทความวิจัย

Abstract

The purpose of this research was to study the problems/obstacles and techniques for writing research articles that affect the publication of research articles and academic articles among personnel of the Faculty of Agricultural Technology. The sample group consisted of academic and supporting personnel who wrote research articles for national publications. The research instrument was an interview form created by the researcher, which was validated by 5 experts. Statistics used for data analysis were percentage, frequency, mean and standard deviation. The results showed that techniques for writing research papers for national publication of personnel of the Faculty of Agricultural Technology, both academic and supporting parties, using PDCA principles were: 1) Plan and determine methods to be used in adjusting plans or methods, 2) Implement the plan and act according to the plan and method specified, 3) Verify that what has been done is in accordance with the plan or that the method we have chosen is still valid, 4) Improve the appropriate actions or establish new standards. The work preparation process for national publication was difficult from descending level: review average 4.21, introduction average 4.13, abstract average 4.11, research writing average 3.90, summarization average 3.86, tables/pictures average 3.68, statistical analysis average 3.62, respectively.

Keywords : national publication, research writing technique, research article

บทนำ

บทความวิจัยและบทความทางวิชาการ เป็นงานเขียนที่แสดงถึงความก้าวหน้าทางวิชาการของผู้เขียนในด้านระบบความคิดและการนำเสนอ ทำให้เกิดการกระจายความรู้และการพัฒนาองค์ความรู้ทำให้เกิดประโยชน์ด้านการพัฒนาสังคมและประเทศชาติในด้านต่างๆ ซึ่งเป็นช่องทางในการเผยแพร่บทความวิจัยและบทความทางวิชาการ ในรูปแบบสื่อสิ่งพิมพ์ เช่น วารสารทางวิชาการ วารสารกึ่งวิชาการ หนังสือรวมเรื่อง เอกสารประกอบการประชุมสัมมนาทางวิชาการ สื่อบุคคล ได้แก่ การนำเสนอ

ผลงานในงานประชุมสัมมนาทางวิชาการ การบรรยาย การอภิปรายและสื่ออิเล็กทรอนิกส์ เช่น เว็บไซต์ ฐานข้อมูล เป็นต้น (อลงกต, 2562) ซึ่งมีค่านิยมประเภทของบทความ ดังนี้

การตีพิมพ์ระดับชาติ หมายถึง บทความจากผลงานวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์ในวารสารวิชาการ (Journal) ที่มีชื่อปรากฏอยู่ในฐานข้อมูล Thai-Journal Citation Index Centre (TCI) หรือวารสารวิชาการที่ยอมรับโดยสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา (สกอ.) ให้เป็นวารสารระดับชาติรวมทั้งการเผยแพร่ผลงานวิจัยในที่ประชุมวิชาการระดับชาติ (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2565)

เทคนิคการเขียนงานวิจัย หมายถึง นักวิจัยจำเป็นต้องมีความรู้เรื่อง การเขียนโครงการวิจัย การออกแบบการวิจัย และการเขียนรายงานการวิจัย ที่สื่อความหมายให้ผู้อ่านได้ทราบว่า นักวิจัยได้ทำวิจัยเรื่องอะไร ทำไมจึงทำ วัตถุประสงค์สำคัญคืออะไร ทำอย่างไร และได้ข้อค้นพบอะไรบ้าง เป็นประโยชน์และมีคุณค่าอย่างไร (บุญศรี, 2562)

บทความวิจัย หมายถึง บทความทางวิชาการที่เขียนขึ้นจากผลงานวิจัยของผู้เขียนเอง โดยเป็นการประมวลสรุปอย่างกระชับและสั้นของกระบวนการวิจัยและผลการวิจัยซึ่งเป็นงานศึกษาหรือค้นคว้าอย่างมีระบบด้วยวิธีวิทยาการวิจัยซึ่งเป็นที่ยอมรับในสาขาวิชานั้นๆ และมีวัตถุประสงค์ที่ชัดเจนเพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูล คำตอบ หรือข้อสรุปนำไปสู่ความก้าวหน้าทางวิชาการ หรือเอื้อต่อการนำวิชาการนั้นไปประยุกต์ (มณีนัยและดารารัตน์ อ้างถึงใน สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา, 2560)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี เป็นสถาบันการศึกษาในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา โดยมีการเรียนการสอนในระดับชั้นปริญญาตรีและสูงกว่าระดับปริญญาตรีหรือบัณฑิตศึกษา ซึ่งบุคลากรที่ปฏิบัติงานหรือปฏิบัติหน้าที่ได้นั้น มีการกำหนดคุณสมบัติและคุณวุฒิการศึกษา ต้องทำงานวิจัยหรือค้นคว้าอิสระ เพื่อหาองค์ความรู้ใหม่ ซึ่งบุคลากรจึงต้องทำบทความวิจัยหรือบทความทางวิชาการเพื่อนำเสนอผลงานของตนเองตามแหล่งเผยแพร่ต่างๆ ซึ่งจะเห็นได้ว่า ผลงานการตีพิมพ์เผยแพร่บทความวิจัยหรือบทความทางวิชาการของบุคลากรคณะเทคโนโลยีการเกษตร ในวารสารต่างๆ ในระดับชาติ มีปัจจัยบางประการที่ส่งผลต่อการตีพิมพ์เผยแพร่บทความวิจัยและบทความทางวิชาการนั้นๆ ความสำคัญของการตีพิมพ์บทความวิจัย ถือเป็นผลงานที่เป็นการเผยแพร่องค์ความรู้ อันจะเป็นประโยชน์ต่อวงการวิชาการและสังคมบ่มบ่มของสาระและบทสรุปที่สำคัญสามารถเข้าใจได้ในเวลาสั้นถือเป็นกลไกการกลั่นกรองคุณภาพผลงานอีกครั้งหนึ่ง โดยกระบวนการตรวจสอบคุณภาพโดยผู้ทรงคุณวุฒิแสดงให้เห็นถึงความสามารถทางการวิจัยของบุคคลหน่วยงานและประเทศ (ณรงค์ฤทธิ์, 2560) นอกจากนี้ คณะเทคโนโลยีการเกษตรยังมีการส่งเสริมนักวิจัยรุ่นพี่ให้คำปรึกษาแก่นักวิจัยรุ่นใหม่ โดยการถ่ายทอดประสบการณ์และเทคนิคการเขียนบทความวิจัยเพื่อการตีพิมพ์ระดับชาติ เพื่อนำมาปรับแก้ไขบทความทางวิชาการให้เป็นไปตามรูปแบบของวารสารหรือรายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการนั้นๆ เพื่อให้มีโอกาสผ่านการพิจารณาและได้รับการตีพิมพ์ให้มากขึ้น ซึ่งในปีการศึกษา 2558 จนถึงปัจจุบัน คณะฯ มีผลงานทางวิชาการที่ได้รับการตีพิมพ์ในรายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการ “ลดลง” และในขณะเดียวกันการตีพิมพ์ผลงานในวารสารระดับชาติและนานาชาติเพิ่มขึ้น (คณะเทคโนโลยีการเกษตร, 2558)

ดังนั้น ผู้วิจัยซึ่งเป็นบุคลากรสายสนับสนุนประจำแผนกวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี มีนโยบายให้จัดทำงานวิจัย R2R ซึ่งผู้วิจัยมีความสนใจที่จะศึกษาเทคนิคในการเขียนบทความวิจัยเพื่อการตีพิมพ์ในระดับชาติ โดยศึกษาเทคนิคการเขียนบทความวิจัยเพื่อการตีพิมพ์ในระดับชาติจากเจ้าของบทความ ประกอบด้วย แหล่งตีพิมพ์เผยแพร่, ปัญหาและอุปสรรคและความยากง่าย, การตอบรับตีพิมพ์ผลงาน, การวางแผนและกำหนดวิธีการที่เลือกใช้, การปฏิบัติตามแผนและลงมือปฏิบัติ, การตรวจสอบสิ่งที่ลงมือปฏิบัติตามแผนงานหรือแสดงวิธีการที่เลือกกว่ามีความถูกต้อง, ปรับปรุงการดำเนินการให้เหมาะสมหรือจัดทำมาตรฐานใหม่ ซึ่งถือเป็นพื้นฐานของการยกระดับคุณภาพ เพื่อนำผลที่ได้จากการศึกษามาเป็นแนวทางในการปฏิบัติและส่งเสริมให้บุคลากรของคณะเทคโนโลยีการเกษตร ได้รับการตีพิมพ์บทความวิจัยหรือบทความทางวิชาการให้เพิ่มจำนวนมากขึ้น อันเป็นการส่งเสริมและสนับสนุนการพัฒนาบทความวิจัยและบทความทางวิชาการของบุคลากรคณะเทคโนโลยีการเกษตร เพื่อก้าวไปสู่การเป็นหน่วยงานที่ผลิตงานวิจัย นวัตกรรมและการให้บริการด้านวิชาการต่างๆ ที่มีความน่าเชื่อถือเป็นที่ยอมรับของประชาคมโลก

วิธีการดำเนินการวิจัย

งานวิจัยเรื่องนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาปัญหาและอุปสรรคในการเขียนบทความวิจัยเพื่อการตีพิมพ์ในระดับชาติและศึกษาเทคนิคการเขียนบทความวิจัยเพื่อการตีพิมพ์ระดับชาติ และมีขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. เขียนโครงร่างงานวิจัย
3. ขออนุมัติโครงการวิจัย
4. ดำเนินการสร้างแบบสัมภาษณ์

5. ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบแบบสัมภาษณ์และปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ
6. ดำเนินการเก็บข้อมูล
7. สรุปผลการวิจัย/เผยแพร่งานวิจัย

โดยมีขั้นตอนและรายละเอียด ดังนี้

1. ประชากร

ประชากรเป็นบุคลากรของคณะเทคโนโลยีการเกษตรที่เป็นนักวิจัย จำนวน 57 คน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แบบสัมภาษณ์สร้างขึ้นจากผู้วิจัย แบบปลายเปิดและปิด มีลักษณะแบบตอบรายการ (Checklist) และเติมข้อความ โดยมีวิธีการสร้าง ดังนี้

1. ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี งานวิจัย และเอกสารที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นกรอบแนวคิด
2. สร้างแบบสัมภาษณ์ ด้านปัญหา/อุปสรรคและเทคนิคการเขียนบทความวิจัย แบ่งออกเป็น 4 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสัมภาษณ์ ส่วนที่ 2 ปัญหา/อุปสรรคและความยากง่ายของการเขียนบทความวิจัยเพื่อการตีพิมพ์ในระดับชาติ เพื่อให้ได้รับการพิจารณาตอบรับผลงาน

ส่วนที่ 3 ความคิดเห็นผู้ที่ได้ตอบรับการตีพิมพ์หรือไม่ได้ตอบรับการตีพิมพ์ มีลักษณะเป็นแบบตอบรายการ (Checklist) ด้วยการให้ความเห็นด้วยและไม่เห็นด้วย

ส่วนที่ 4 ข้อเสนอแนะทั่วไป แบบปลายเปิด ด้วยการให้ข้อเสนอแนะ/ความคิดเห็น ลงในแบบสัมภาษณ์

3. นำแบบสัมภาษณ์ที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบความถูกต้องและเชื่อถือ
4. ปรับปรุงแก้ไขแบบสัมภาษณ์ตามคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญเสนอแนะ
5. ดำเนินการเก็บข้อมูล
6. วิเคราะห์ข้อมูล ค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน นำเสนอในรูปแบบตารางและพรรณนา

3. หาค่าความเชื่อมั่นของแบบสัมภาษณ์

1. นำแบบสัมภาษณ์ที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา โครงสร้างและด้านเทคนิคเนื้อหา ระเบียบวิธีวิจัย
2. ปรับปรุงแก้ไขแบบสัมภาษณ์ตามจากผู้เชี่ยวชาญเสนอแนะ
3. นำแบบสัมภาษณ์ไปเก็บข้อมูลการเขียนบทความวิจัยเพื่อการตีพิมพ์ในระดับชาติและปัญหา/อุปสรรคในการเขียนบทความวิจัยเพื่อการตีพิมพ์ในระดับชาติของคณะเทคโนโลยีการเกษตร
4. นำผลการเก็บข้อมูลถึงปัญหา/อุปสรรคในการเขียนบทความวิจัยเพื่อการตีพิมพ์ในระดับชาติของคณะเทคโนโลยีการเกษตร มาวิเคราะห์
5. สรุปผลการวิจัย
6. เผยแพร่บทความวิจัยในที่ประชุมวิชาการระดับชาติ

4. เก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลในการศึกษาโดยขอความร่วมมือจากบุคลากรของคณะเทคโนโลยีการเกษตร จำนวนทั้งสิ้น 57 คน ที่ยินดีให้ความร่วมมือระยะเวลาในการลงพื้นที่วิจัย เมื่อเดือนตุลาคม - กันยายน 2562 และดำเนินการสัมภาษณ์บุคลากรที่ได้รับตอบรับและไม่ได้รับการตอบรับตีพิมพ์บทความวิจัย จากสาขาวิชาจำนวนทั้งสิ้น 3 สาขาวิชา ได้แก่ สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืชและภูมิทัศน์ สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์และวิทยาศาสตร์สุขภาพสัตว์

5. สถิติที่ใช้การแปลผล

สถิติที่ใช้การวิเคราะห์ข้อมูลผู้วิจัยดำเนินการ ดังนี้

1. ข้อมูลเกี่ยวกับสถานภาพทั่วไปของผู้ตอบแบบสัมภาษณ์วิเคราะห์ข้อมูลโดยการแจกแจงความถี่และคิดค่าร้อยละ แล้วนำเสนอในรูปแบบตารางและพรรณนา
2. ข้อมูลเกี่ยวกับปัญหา/อุปสรรคในการเขียนบทความวิจัยเพื่อการตีพิมพ์ในระดับชาติของคณะเทคโนโลยีการเกษตร นำมาวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการหาค่าเฉลี่ย (Mean) และการหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ซึ่งมีเกณฑ์ในการกำหนดค่าน้ำหนักของการประเมินเป็น 5 ระดับได้ดังนี้

ระดับความคิดเห็น

ค่าน้ำหนักคะแนนของตัวเลือกตอบ

มากที่สุด	กำหนดให้มีค่าเท่ากับ 5 คะแนน
มาก	กำหนดให้มีค่าเท่ากับ 4 คะแนน
ปานกลาง	กำหนดให้มีค่าเท่ากับ 3 คะแนน
เล็กน้อย	กำหนดให้มีค่าเท่ากับ 2 คะแนน
ไม่มีปัญหา/อุปสรรค	กำหนดให้มีค่าเท่ากับ 1 คะแนน

เกณฑ์การแปลความหมายเพื่อจัดระดับคะแนนเฉลี่ย Mean (\bar{x}) ได้กำหนดตามแนวคิด

(ประคอง กรรณสูตร, 2538 : 10) ดังนี้

5.00–4.50	หมายถึง มีความคิดเห็นในระดับมากที่สุด
4.49–3.50	หมายถึง มีความคิดเห็นในระดับมาก
3.49–2.50	หมายถึง มีความคิดเห็นในระดับปานกลาง
2.49–1.50	หมายถึง มีความคิดเห็นในระดับน้อย
1.49–1.00	หมายถึง มีความคิดเห็นในระดับไม่มีปัญหา/อุปสรรค

3. ข้อเสนอแนะของบุคลากรคณะเทคโนโลยีการเกษตร ที่มีต่อปัญหา/อุปสรรคในการเขียนบทความวิจัยเพื่อการตีพิมพ์ในระดับชาติ ด้วยความถี่และนำเสนอในรูปแบบพรรณนา

6. สรุปผลงานวิจัย/การเผยแพร่งานวิจัย

ผลการศึกษา พบว่า ปัญหาและอุปสรรคการตีพิมพ์บทความวิจัย มีข้อแตกต่างกันดังนี้ เพศ ประสบการณ์วิจัย คุณวุฒิ แหล่งตีพิมพ์/สถานที่ตีพิมพ์บทความวิจัย สาขาที่ส่งบทความวิจัยเข้าร่วมเพื่อการตีพิมพ์ระดับชาติ จำนวนผลงานวิจัยที่เป็นเจ้าของบทความวิจัย/เป็นผู้มีส่วนในบทความวิจัยและได้รับการตีพิมพ์ ซึ่งมีความยากง่ายอยู่ในระดับมากที่สุด ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 5.00 พิจารณาเป็นรายข้อจากระดับความยากง่าย พบว่า สายวิชาการและสายสนับสนุน มีบทความวิจัยตีพิมพ์ในระดับชาติจำนวนน้อยมาก นักวิจัยทราบปัญหาและต้องการปรับเปลี่ยนวิธีการเขียนบทความวิจัยให้เป็นทิศทางเดียวกัน

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ผลการวิจัย

งานวิจัยเรื่องนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาปัญหาและอุปสรรคในการเขียนบทความวิจัยเพื่อการตีพิมพ์ในระดับชาติและศึกษาเทคนิคการเขียนบทความวิจัยเพื่อการตีพิมพ์ระดับชาติ

ตารางที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสัมภาษณ์

ปัจจัยพื้นฐานส่วนบุคคล	จำนวน	ร้อยละ
เพศ		
- ชาย	26	45
- หญิง	31	55
ประสบการณ์วิจัย		
- 1-5 ปี	23	40.35
- 6-10 ปี	28	49.12
- 11-15 ปี	2	3.51
- 16-20 ปี	-	-
- 20 ปีขึ้นไป	4	7.02
คุณวุฒิ		
- ป.ตรี	2	3.51
- ป.โท	28	49.12
- ป.เอก	27	47.37

จากตารางที่ 1 แสดงปัจจัยพื้นฐานส่วนบุคคลของกลุ่มประชากร ซึ่งเป็นนักวิจัยของคณะเทคโนโลยีการเกษตร ผู้วิจัยสรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

เมื่อจำแนกตามเพศ พบว่า ผู้ตอบแบบสัมภาษณ์ เป็นเพศชาย คิดเป็นร้อยละ 45 จำนวน 26 คน เป็นเพศหญิง คิดเป็นร้อยละ 55 จำนวน 31 คน

เมื่อจำแนกตามประสบการณ์วิจัย พบว่า ผู้ตอบแบบสัมภาษณ์ มีประสบการณ์วิจัย ช่วง 1-5 ปี คิดเป็นร้อยละ 40.35 จำนวน 23 คน ประสบการณ์วิจัย ช่วง 6-10 ปี คิดเป็นร้อยละ 49.12 จำนวน 28 คน ประสบการณ์วิจัย ช่วง 11-15 ปี คิดเป็นร้อยละ 3.51 จำนวน 2 คน และประสบการณ์วิจัย ช่วง 20 ปีขึ้นไป คิดเป็นร้อยละ 7.02 จำนวน 4 คน

เมื่อจำแนกตามคุณวุฒิ พบว่า ผู้ตอบแบบสัมภาษณ์ มีคุณวุฒิ ระดับ ป.ตรี คิดเป็นร้อยละ 3.51 จำนวน 2 คน คุณวุฒิ ระดับ ป.โท คิดเป็นร้อยละ 49.12 จำนวน 28 คน และคุณวุฒิ ระดับ ป.เอก คิดเป็นร้อยละ 47.37 จำนวน 27 คน

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ปัญหาและอุปสรรคการเขียนบทความวิจัยตีพิมพ์ระดับชาติ

รายการ	\bar{x}	S.D.	ระดับคุณภาพ
1. ชื่อเรื่อง (Title)	3.21	0.16	ปานกลาง
2. ชื่อผู้แต่ง (Author name) อ้างอิงใน Template	2.71	0.16	ปานกลาง
3. การใส่ที่อยู่ของผู้วิจัย (Foot Note)	2.52	0.14	ปานกลาง
4. บทคัดย่อ (Abstract)	4.11	0.22	มาก
5. คำสำคัญ (Key word)	2.96	0.13	ปานกลาง
6. บทนำ (Introduction)	4.13	0.17	มาก
7. วิธีดำเนินการวิจัย (Method)	3.35	0.17	ปานกลาง
8. ผลการวิจัย (Results)	3.90	0.23	มาก
9. อภิปรายผล (Discussion)	4.62	0.21	มากที่สุด
10. ตาราง/รูปภาพ (Table)	3.68	0.16	มาก
11. การวิเคราะห์ผลทางสถิติ (Statistical analysis)	3.62	0.16	มาก
12. การสรุปผลการทดลอง (Conclusion)	3.86	0.19	มาก
13. บทวิจารณ์ (Recommend)	4.21	0.18	มาก
14. กิตติกรรมประกาศ (Acknowledgment)	2.48	0.13	น้อย
15. เอกสารอ้างอิง (Reference)	3.13	0.16	ปานกลาง
16. อื่นๆ วิธี/ลักษณะ/รูปแบบ (เขียนและใช้ภาษาอังกฤษ)	5.00	1.67	มากที่สุด
รวม	3.59	1.55	มาก

จากตารางที่ 2 แสดงระดับความยากง่าย ระดับมากที่สุด จำนวน 2 ข้อ ได้แก่ เขียนและใช้ภาษาอังกฤษ ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.00 เทคนิคและการอภิปรายผล ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.62 ความยากง่ายระดับมาก มีจำนวน 7 ข้อ ตามลำดับ ได้แก่ บทวิจารณ์ (Recommend) ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.21 บทนำ (Introduction) ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.13 บทคัดย่อ (Abstract) ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.11 ผลการวิจัย (Results) ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.90 สรุปผลการทดลอง (Conclusion) ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.86 ตาราง/รูปภาพ (Table) ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.68 วิเคราะห์ผลทางสถิติ (Statistical analysis) ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.62 ความยากง่ายระดับปานกลาง มีจำนวน 6 ข้อ ตามลำดับ ได้แก่ วิธีดำเนินการวิจัย (Method) ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.35 ชื่อเรื่อง (Title) ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.21 เอกสารอ้างอิง (Reference) ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.13 คำสำคัญ (Key word) ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.96 ชื่อผู้แต่งอ้างอิง (Author name) ค่าเฉลี่ยเท่ากับ

2.71 การใส่ที่อยู่ (Foot Note) ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.52 ระดับน้อย คือ กิตติกรรมประกาศ (Acknowledgment) ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.48 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) มากกว่า 1 ทั้งนี้เป็นผลเนื่องจาก

1. การกระจายตัวของคำตอบของผู้ตอบแบบสัมภาษณ์ที่คำตอบตั้งแต่ระดับ 1 ถึง 5
2. ค่าความแปรปรวนที่เกิดจากระดับความรู้และความสามารถที่แตกต่างกัน ไม่ได้ตอบรับตีพิมพ์ในระดับชาติ จำนวน

26 คน จากจำนวนทั้งสิ้น 57 คน

ความเห็นโดยทั่วไปของนักวิจัยได้ตอบรับ/ไม่ได้ตอบรับตีพิมพ์บทความวิจัยระดับชาติ มีลักษณะแบบตอบรายการ (Checklist) ความเห็นในแต่ละข้อ คือ เห็นด้วยและไม่เห็นด้วย (ดังตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 ค่าความถี่ ค่าร้อยละ เทคนิคการเขียนบทความวิจัยตีพิมพ์ระดับชาติ

รายการความคิดเห็น	เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย	เห็นด้วย (%)	ไม่เห็นด้วย (%)
1. บทคัดย่อ (Abstract) เขียนครอบคลุม ภาษาอังกฤษตามหลักวิชาการ ตามรูปแบบ Template	57	-	100	-
2. บทวิจารณ์ (Recommend) - อัปเดตใหม่ไม่ควรเกิน 5 ปี ย้อนหลัง - ไม่ควรอ้างอิงจากเว็บไซต์ - อ้างอิงจากแหล่งข้อมูลไทย ต่างประเทศ และสอดคล้องงานที่ทำ	57	-	100	-
3. ข้อมูลอ้างอิง (Reference) - รูปแบบต้องเป็นไปตามหลักวิชาการ และวารสาร ต้องเรียงลำดับตัวอักษร ก-ข , A-Z , 1-100) - รายการอ้างอิงหรือบรรณานุกรม ท้ายเรื่องต้อง สอดคล้องกับในเนื้อเรื่อง	57	-	100	-
4. ตาราง/รูปภาพ (Table) - ต้องเป็นภาษาอังกฤษหรือภาษาไทยของเจ้าของ บทความวิจัย - แทรกสัญลักษณ์หน่วยทางคณิตศาสตร์ ต้องให้มีขนาดเท่ากัน - รูปภาพ/กราฟ ใช้นามสกุลไฟล์ JPEG ตามขนาดวารสารกำหนด	57	-	100	-
5. Foot Note - ใส่ที่อยู่ของผู้วิจัย - ควรแทรกด้วยโปรแกรมไมโครซอฟเวิร์ด	41	16	72	28
6. วิเคราะห์สถิติ (Statistical analysis) - ใช้วิธีสอดคล้องกับผลงาน และทันสมัย ในศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง - ใส่สัญลักษณ์สถิติค่าสัมประสิทธิ์ ของความแปรปรวนให้ถูกต้อง - แสดงค่าในตารางและผลการวิเคราะห์ ทดลองให้ชัดเจน	57	-	100	-
รวม	54.33	2.67	95.33	4.67

จากตารางที่ 3 แสดงความเห็นของผู้ได้ตอบรับหรือไม่ได้ตอบรับการตีพิมพ์บทความวิจัยระดับชาติ พบว่า มีความเห็นด้วย เท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์ ได้แก่ บทคัดย่อ เขียนครอบคลุม ภาษาอังกฤษตามหลักวิชาการตามรูปแบบ (Template) และบทวิจารณ์อัปเดตใหม่ ไม่ควรเกิน 5 ปี ไม่ควรอ้างอิงจากเว็บไซต์ใช้อ้างอิงจากแหล่งข้อมูลไทยต่างประเทศและสอดคล้องงานที่ทำ ข้อมูลอ้างอิงตามหลักวิชาการและวารสาร ตามลำดับอักษร ตัวเลข ก-ข A-Z 1-100 รายการอ้างอิงหรือบรรณานุกรมท้ายเรื่อง สอดคล้องเนื้อเรื่องและตาราง/รูปภาพ เป็นภาษาอังกฤษหรือภาษาไทยของเจ้าของบทความวิจัย แทรกสัญลักษณ์หน่วยทาง

คณิตศาสตร์มีขนาดเท่ากัน รูปภาพ/กราฟ ขนาดภาพใช้นามสกุล (JPEG/TIF) ตามวารสารกำหนดและวิเคราะห์สถิติใช้วิธี สอดคล้องกับผลงานทันสมัยตามศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง ใส่สัญลักษณ์ทางสถิติ คำสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวนให้ถูกต้อง แสดงค่า ในตารางและผลการวิเคราะห์ทดลองให้ชัดเจน ซึ่งมีความเห็นด้วย เท่ากับ 72 เปอร์เซ็นต์ คือ แทรกที่อยู่ผู้วิจัย (Foot Note) ด้วย โปรแกรมไมโครซอฟเวิร์ด พิจารณาความเห็นของผู้ได้ตอบรับหรือไม่ได้ตอบรับตีพิมพ์บทความวิจัยระดับชาติ พบว่า ความเห็นส่วนใหญ่ของผู้ไม่เห็นด้วย คือ ประเด็นแบบร่างวารสารนั้นๆ เท่ากับ 28 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

อภิปรายผล

จากวัตถุประสงค์ข้อที่ 1 เพื่อศึกษาปัญหาและอุปสรรคในการเขียนบทความวิจัยเพื่อการตีพิมพ์ในระดับชาติ ผลการวิจัยพบว่า ปัญหา/อุปสรรคและความยากง่ายในการเขียนบทความวิจัย อยู่ในระดับมากที่สุด ได้แก่ การเขียนและใช้ภาษาอังกฤษ ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 5.00 เทคนิคและการอภิปรายผล ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.62 บทวิจารณ์ ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.21 บทนำ ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.13 บทคัดย่อ ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.11 ผลการวิจัย ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.90 สรุปผลการทดลอง ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.86 ตาราง/รูปภาพ ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 3.68 วิเคราะห์ผลทางสถิติ ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.62 วิธีดำเนินการวิจัย ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.35 ชื่อเรื่อง ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.21 เอกสารอ้างอิง ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.13 คำสำคัญ ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.96 ชื่อผู้แต่งอ้างอิง ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.71 การใส่ที่อยู่ ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.52 กิตติกรรมประกาศ ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.48 ตามลำดับ

ผลการวิจัยครั้งนี้ สอดคล้องกับ (คณะเทคโนโลยีการเกษตร, 2562) คู่มือเทคนิคการเขียนผลงานวิจัยเพื่อการตีพิมพ์ระดับนานาชาติ มีแนวทางปฏิบัติที่ดีเพื่อนำเสนอผลงานและตีพิมพ์ผลงานในระดับนานาชาติ โดยใช้รูปแบบของวารสาร ดังนี้

องค์ประกอบการเขียนบทความวิจัยเพื่อตีพิมพ์ระดับชาติ คือ ชื่อเรื่อง ส่วนบทนำ วิธีการ รายชื่อคณะผู้วิจัย อภิปรายผล สังกัดผู้วิจัย ตาราง/รูปภาพ ผู้รับผิดชอบดูแลงานวิจัย สรุปผล บทคัดย่อ คำสำคัญ กิตติกรรมประกาศ คำสำคัญ และอ้างอิง

แนวทางการดำเนินงานที่ดี คือ วางแผนเริ่มจากกลุ่มวารสารในสาขาวิชานั้นๆ เขียนรูปแบบการเขียนของแต่ละวารสาร Editor เช็คว่าขนาดเองและตรวจรูปแบบภาษาเองก่อนส่งดำเนินการปรับแก้ตามบรรณาธิการแก้ไขตามข้อเสนอแนะและได้รับการตอบรับเพื่อตีพิมพ์ส่งให้เข้าระบบของวารสารที่ต้องการ

แนวทางการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ คือ การวางแผนการตีพิมพ์รายปี นักวิจัย 1 คน จะมีการเตรียมผลงานไว้เพื่อตีพิมพ์ จำนวน 2 งาน/คน นำเสนอผลงานเข้าประชุมวิชาการส่งตรง Journal/Preceding แห่่งตีพิมพ์ในการนำเสนอผลงานวิชาการมีขอบเขต งานวิจัยกับงานประชุม/กลุ่มงาน/Theme ศึกษาวิธีการเขียนและรูปแบบการส่ง Manuscript งานประชุมจะมี Accept วันที่รับหรือ การขยายเวลาส่วนใหญ่จะหลุดไปที่อัตรา Early Bird ศึกษาอวารสารที่ตีพิมพ์ของบทความทางวิชาการและเขียนผลงานตีพิมพ์ สามารถนำไปทำตำแหน่งทางวิชาการ ตั้งแต่ระดับชาติถึงฐาน TCI

ผลการวิจัยครั้งนี้ สอดคล้องกับ (วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนีนครศรีธรรมราช, 2559) ปัญหาอุปสรรคในการตีพิมพ์เผยแพร่บทความวิจัยหรือบทความวิชาการได้สรุปประเด็นไว้ดังนี้ ผู้เขียนผลงานยังขาดทักษะทางด้านภาษาอังกฤษในการเขียนผลงานเพื่อการตีพิมพ์ และเผยแพร่บทความวิจัยในระดับนานาชาติ โดยเฉพาะการเขียนบทคัดย่อภาษาอังกฤษและบทความ 15 หน้า ซึ่งจะต้องมีการปรับแก้ จากผู้ทรงคุณวุฒิจากวารสารหลายครั้งตามรูปแบบของวารสาร ถึงแม้จะมีการส่งบทคัดย่อภาษาอังกฤษให้เจ้าของภาษาแปลแล้วในการสรุปเล่มวิจัย แต่หลังจากมีการส่งตีพิมพ์ในวารสารก็จะต้องมีการปรับแก้ไขอีกและต้องมีการจ้างผู้ทรงคุณวุฒิจากภายนอกตรวจซึ่งใช้เวลานาน หากวิทยาลัยฯ มีบุคลากรที่สนับสนุนด้านภาษาอังกฤษจะทำให้ช่วยอาจารย์ได้มากขึ้น

จากวัตถุประสงค์ข้อที่ 2 เพื่อศึกษาเทคนิคการเขียนบทความวิจัยเพื่อการตีพิมพ์ระดับชาติ ผลการวิจัยพบว่า มีความเห็นด้วย เท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์ ได้แก่ บทคัดย่อ เขียนครอบคลุม ภาษาอังกฤษตามหลักวิชาการตามรูปแบบและบทวิจารณ์ไม่ควรเกิน 5 ปี ใช้ อ้างอิงจากแหล่งข้อมูลไทยต่างประเทศและสอดคล้องงานที่ทำ ข้อมูลอ้างอิงตามหลักวิชาการและวารสาร ตามลำดับอักษร ตัวเลข ก-ฮ A-Z 1-100 รายการอ้างอิงหรือบรรณานุกรมท้ายเรื่องสอดคล้องเนื้อเรื่อง และตาราง/รูปภาพเป็นภาษาอังกฤษหรือภาษาไทยของเจ้าของบทความวิจัย แทรกสัญลักษณ์หน่วยทางคณิตศาสตร์มีขนาดเท่ากัน รูปภาพ/กราฟ ขนาดภาพใช้นามสกุล (JPEG/TIF) ตามวารสารกำหนดและวิเคราะห์สถิติใช้วิธีสอดคล้องกับผลงาน ทันสมัยตามศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง ใส่สัญลักษณ์ทางสถิติ คำสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวนให้ถูกต้อง แสดงค่าในตารางและผลการวิเคราะห์ทดลองให้ชัดเจน

ผลการวิจัยครั้งนี้ สอดคล้องกับ (มหาวิทยาลัยแม่โจ้, 2562) เหตุใดบทความจึงถูกปฏิเสธการตีพิมพ์ในวารสาร (Summers, 2001) กล่าวว่า สาเหตุที่ทำให้บทความถูกปฏิเสธการตีพิมพ์ ได้แก่ งานวิจัยนั้นไม่มีประโยชน์ ไม่มีองค์ความรู้ใหม่ หรือนำงานวิจัยเดิม มาทำซ้ำโดยไม่มีการเพิ่มสิ่งใหม่และกรอบแนวคิดการทบทวนวรรณกรรมไม่ดีพอ หรือขาดทฤษฎีสนับสนุนอย่างเพียงพอ ระเบียบวิจัย ผิดพลาด การเขียนไม่เป็นระบบและโครงสร้างการเขียนบทความบกพร่องมาก อย่างไรก็ตาม อาจมีงานวิจัยที่มีคุณภาพแต่ถูกปฏิเสธ การตีพิมพ์ซึ่งมีสาเหตุ ได้แก่ บทความไม่สอดคล้องกับนโยบายและขอบเขตของวารสาร รูปแบบบทความไม่ตรงตามแบบวารสาร กำหนด การเขียนบกพร่อง ผิดพลาดมาก ความสั้นหรือยาวของบทความมากเกินไป ขาดความทันสมัย การแสดงผลการทดลอง เช่น

ตาราง รูปภาพไม่สื่อความหมาย ข้อมูลในตารางและคำอธิบายไม่สอดคล้องกัน หรือการอภิปรายผลไม่ดีไม่ชี้ให้เห็นถึงความสำคัญของประเด็นปัญหาของการวิจัย เอกสารอ้างอิงล้ำสมัยและไม่ครอบคลุมบทความหลักของโจทย์วิจัยและเหตุผลทางด้านจริยธรรมงานวิจัยที่เกี่ยวกับสัตว์ทดลองหรือในมนุษย์จำเป็นต้องได้รับการอนุญาตก่อน การส่งบทความเรื่องเดียวกันพร้อมกันมากกว่าหนึ่งวารสาร การจงใจปิดบังข้อมูลว่าบางส่วนของผลงานที่เคยได้รับการเผยแพร่ในรูปแบบอื่น การลอกงานวิจัยของผู้อื่นมาโดยไม่ได้รับอนุญาต การวางแผนการทดลองไม่ดี กลุ่มตัวอย่างเล็กเกินไป ไม่มีชุดควบคุม สถิติที่ใช้ไม่ถูกต้องหรือไม่มีการใช้สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลหรือวิธีวิเคราะห์ที่ไม่เหมาะสม รวมทั้งอาจเกิดจากผู้เขียนไม่เข้าใจบทความตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิหรือบรรณาธิการและส่งผลให้วารสารไม่เป็นไปตามเวลาที่กำหนด

สรุปผล

งานวิจัยเรื่องนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาปัญหาและอุปสรรคในการเขียนบทความวิจัยเพื่อการตีพิมพ์ในระดับชาติและศึกษาเทคนิคการเขียนบทความวิจัยเพื่อการตีพิมพ์ระดับชาติ ผลการศึกษาปัญหาและอุปสรรคในการเขียนบทความวิจัยเพื่อการตีพิมพ์ในระดับชาติ พบว่า มีปัญหาและอุปสรรคมากที่สุด ด้านการเขียนและการใช้ภาษาอังกฤษ อีกทั้งเทคนิคและการอภิปรายผลทำให้บุคลากรของคณะเทคโนโลยีการเกษตรตีพิมพ์ได้น้อย ซึ่งเทคนิคในการเขียนบทความวิจัยเพื่อการตีพิมพ์ระดับชาติให้ได้ตอบรับการตีพิมพ์ พบว่า มีองค์ประกอบดังต่อไปนี้ บทความควรเขียนให้ครอบคลุมใช้ภาษาอังกฤษให้เป็นไปตามหลักวิชาการและรูปแบบ รวมถึงบทวิจารณ์ไม่ควรเกิน 5 ปี ใช้อ้างอิงจากแหล่งข้อมูลไทย ต่างประเทศ และสอดคล้องกับงานที่ทำ ข้อมูลอ้างอิงตามหลักวิชาการและวารสาร ตามลำดับอักษร ตัวเลข ก-ฮ A-Z 1-100 รายการอ้างอิงหรือบรรณานุกรมท้ายเรื่องสอดคล้องเนื้อเรื่องและตาราง/รูปภาพ เป็นภาษาอังกฤษหรือภาษาไทยของเจ้าของบทความวิจัย แทรกสัญลักษณ์หน่วยทางคณิตศาสตร์มีขนาดเท่ากัน รูปภาพ/กราฟ ขนาดภาพใช้นามสกุล (JPEG/TIF) ตามวารสารกำหนดและวิเคราะห์สถิติใช้วิธีสอดคล้องกับผลงาน ทันสมัยตามศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง ใส่สัญลักษณ์ทางสถิติ คำสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวนให้ถูกต้อง แสดงค่าในตารางและผลการวิเคราะห์ทดลองให้ชัดเจน

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรีและคณะเทคโนโลยีการเกษตร เป็นอย่างสูง

เอกสารอ้างอิง

- คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี. ระบบฐานข้อมูลงานวิจัย. ผลงานวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์ในระดับชาติ ตั้งแต่ปีการศึกษา 2558 – 2560. [online]. เข้าถึงจาก <https://www.agr.rmutt.ac.th> : 2561.
- คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี. คู่มือเทคนิคการเขียนผลงานวิจัยเพื่อการตีพิมพ์ ระดับนานาชาติ. [online]. เข้าถึงจาก <https://www.agr.rmutt.ac.th> : 2562.
- วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนีนครศรีธรรมราช. สรุปประเด็นปัญหาอุปสรรคในการตีพิมพ์เผยแพร่บทความวิจัยหรือบทความวิชาการ เพื่อตีพิมพ์เผยแพร่ในวารสารระดับชาติและนานาชาติ. [online]. เข้าถึงจาก <https://www.gotoknow.org/posts/592013> : 2562.
- ณรงค์ฤทธิ์ สมบัติสมภพ. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. ความสำคัญของการตีพิมพ์ผลงานวิจัย. [online]. เข้าถึงจาก <https://maesot.kpru.ac.th/wp-content/> : 2566
- มหาวิทยาลัยแม่โจ้. การเขียนต้นฉบับ (manuscript) บทความวิจัย. [online]. เข้าถึงจาก <https://erp.mju.ac.th/articleDetail.aspx?qid=1043> : 2562.
- ประคอง วรรณสุด. สถิติเพื่อการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- บุญศรี พรหมมาพันธ์. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช. เทคนิคการทำวิจัย. [online]. เข้าถึงจาก https://docs.wixstatic.com/ugd/73fa4a_fbfd7e6a1ac4fa39f18e8e030690b19.pdf : 2566.
- มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. การพัฒนางานวิจัยเพื่อสร้างความเป็นเลิศในระดับชาติและนานาชาติ. [online]. เข้าถึงจาก <https://www.kmutt.ac.th/about-kmutt/> : 2565.
- ณินัยและดารารัตน์ อ้างถึงใน สำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษา. การเขียนบทความทางวิชาการเพื่อตีพิมพ์เผยแพร่. [online]. เข้าถึงจาก <https://www.graduate.nu.ac.th/wp-content/uploads/2018/08> : 2560.
- Summers, J. (2001). Guidelines for conducting research and publishing in marketing: From conceptualization through the review process. Journal of the Academy of Marketing Science, 29(4), 405-415.

การวิเคราะห์งบประมาณเงินรายได้ (ระดับปริญญาตรี)
คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ปีงบประมาณ 2561-2564
Revenue Budget Bachelor's Degree Analysis
Faculty of Agricultural Technology, Rajamangala University of
Technology Thanyaburi Budget year 2018-2021

อำพรณ พึ่งแก้ว และ พรทิพย์ พึ่งแก้ว

Amphan Phungkaew and Pornthip Puengkaew

คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

Faculty of Agricultural Technology, Rajamangala University of Technology Thanyaburi

Amphan_p@mail.mutt.ac.th 097-298-9915

บทคัดย่อ

งานวิเคราะห์นี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์งบประมาณเงินรายได้คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี และวิเคราะห์เปรียบเทียบงบประมาณเงินรายได้ที่คณะได้รับจัดสรรเพื่อดำเนินงาน ประจำปีงบประมาณ 2561-2564 โดยจำแนกประเภทค่าใช้จ่าย คือ งบบุคลากร งบดำเนินงาน งบลงทุน งบเงินอุดหนุน และงบรายจ่ายอื่น โดยศึกษาข้อมูลงบประมาณเงินรายได้ (ระดับปริญญาตรี) ของคณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี จากระบบบัญชีสามมิติของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี และเอกสารที่เกี่ยวข้อง แล้วนำข้อมูลมาบันทึกในตารางบันทึกข้อมูล แสดงผลการวิเคราะห์ในรูปแบบกราฟ เพื่อวิเคราะห์และเปรียบเทียบข้อมูล ผลการวิเคราะห์พบว่า การบริหารจัดการด้านงบประมาณของคณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ใช้งบประมาณเงินรายได้ (ระดับปริญญาตรี) เป็นหลัก โดยสรุปภาพรวม 4 ปีที่ผ่านมา ตั้งแต่ปีงบประมาณ 2561-2564 คณะได้รับจัดสรรงบประมาณน้อยลงทุกปี มีค่าใช้จ่ายในการเบิกจ่ายมีค่าเฉลี่ยมากที่สุด คือ งบดำเนินงาน รองลงมาคือ งบบุคลากร และงบเงินอุดหนุนตามลำดับ แนวโน้มงบประมาณที่จะเพิ่มขึ้นตั้งแต่ปีงบประมาณ 2564 เป็นต้นไป เป็นงบเงินอุดหนุน เพื่อบริหารจัดการและเตรียมความพร้อมมหาวิทยาลัยออกนอกระบบ

คำสำคัญ: การวิเคราะห์งบประมาณ การบริหารงบประมาณ เงินรายได้

Abstract

This analysis for analytical purposes analyze income budget Faculty of Agricultural Technology Rajamangala University of Technology Thanyaburi and analyzing and comparing the income budget allocated by the Faculty for carrying out the work fiscal year 2018-2021. The expenses are categorized as personnel budget, operating budget, investment budget, subsidy budget. and other expenditure budgets. By studying the income budget information (Bachelor degree) of the Faculty of Agricultural Technology Rajamangala University of Technology Thanyaburi from the three-dimensional accounting system of Rajamangala University of Technology Thanyaburi and related documents and save the data in the data table display analysis results in graph format for analyze and compare data The analysis results showed that Budget Management of the Faculty of Agricultural Technology Rajamangala University of Technology Thanyaburi. Use income budget (undergraduate) mainly in summary, the overall picture of the past 4 years, from the fiscal year 2018-2021, the Faculty has been allocated fewer budgets every year. With the highest average disbursement expenses, which are operating budget, followed by personnel budget and subsidy budget, respectively. The budget trend that will increase from the fiscal year 2021 onwards is a subsidy budget. To manage and prepare the university to go out of the system.

Keywords: Budget Analysis , Budget Management , Income Budget

1. บทนำ

คณะเทคโนโลยีการเกษตร เป็นส่วนราชการสังกัดมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ประกอบด้วยสำนักงาน คณบดี ฝ่ายบริหารและวางแผน ฝ่ายวิชาการและวิจัย และฝ่ายพัฒนานักศึกษา มีหลักสูตรระดับปริญญาตรีที่ทำการเปิดสอน จำนวน 3 สาขาวิชา ประกอบด้วย สาขาวิชาสาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืชและภูมิทัศน์ สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์และ วิทยาศาสตร์สุขภาพสัตว์ และสาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร ในส่วนของระดับปริญญาโท เปิดสอนจำนวน 1 หลักสูตร (คณะเทคโนโลยีการเกษตร, 2565) ในช่วง 4 ปี (พ.ศ. 2561-2564) งบประมาณเงินรายได้ของคณะ มีการลดลง เนื่องจากจำนวนผู้ เข้าศึกษาต่อ และมีค่าใช้จ่ายที่จะต้องดำเนินงานตามพันธกิจของคณะ ประกอบด้วย 1) ผลิตและพัฒนากำลังคนให้มีความสามารถ ทางวิชาการ และวิชาชีพทางการเกษตร คิดสร้างสรรค์และเรียนรู้ตลอดชีวิต 2) สร้างงานวิจัย สิ่งประดิษฐ์ งานสร้างสรรค์ และ นวัตกรรมทางการเกษตร ส่งเสริมนำไปใช้ประโยชน์ในภาคอุตสาหกรรม สังคม ชุมชน หรือสร้างมูลค่าเชิงพาณิชย์ 3) ให้บริการ วิชาการแก่ชุมชนในพื้นที่เป้าหมายหรือภาคประกอบการเพื่อการพัฒนาการเกษตรอย่างยั่งยืน และทำนุบำรุงศาสนา ศิลปวัฒนธรรม และอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม 4) บริหารจัดการอย่างมีธรรมาภิบาล เพิ่มประสิทธิภาพและประสิทธิผลด้วยนวัตกรรมเพื่อ การพัฒนาอย่างต่อเนื่องและยั่งยืน (แผนปฏิบัติการของคณะเทคโนโลยีการเกษตร, 2564) ดังนั้นงบประมาณเงินรายได้จึงมี ความสำคัญและเป็นการขับเคลื่อนให้คณะเป็นไปตามพันธกิจที่ตั้งไว้

ผู้วิจัยจึงเห็นว่า การวิเคราะห์งบประมาณเงินรายได้ (ระดับปริญญาตรี) คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัย เทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ซึ่งเป็นแหล่งงบประมาณหลักที่คณะต้องบริหารจัดการ ให้รายได้และค่าใช้จ่ายเป็นไปอย่างเท่ากัน หรือ ค่าใช้จ่ายน้อยกว่ารายได้ โดยพบว่าในช่วงปีงบประมาณ 2561-2564 คณะมีรายได้ลดลงทุกปี (คณะเทคโนโลยีการเกษตร, 2565) และมีรายจ่ายที่ต้องดำเนินการให้เสร็จสิ้นภายในปีงบประมาณนั้น ๆ เพื่อให้สามารถดำเนินการได้อย่างมีประสิทธิภาพ การ วิเคราะห์ครั้งนี้จึงจะเป็นประโยชน์ต่อการบริหารจัดการของคณะ และใช้ข้อมูลต่อยอดในด้านอื่น ๆ ของคณะต่อไป

2. วิธีการทดลองหรือวิธีการศึกษา

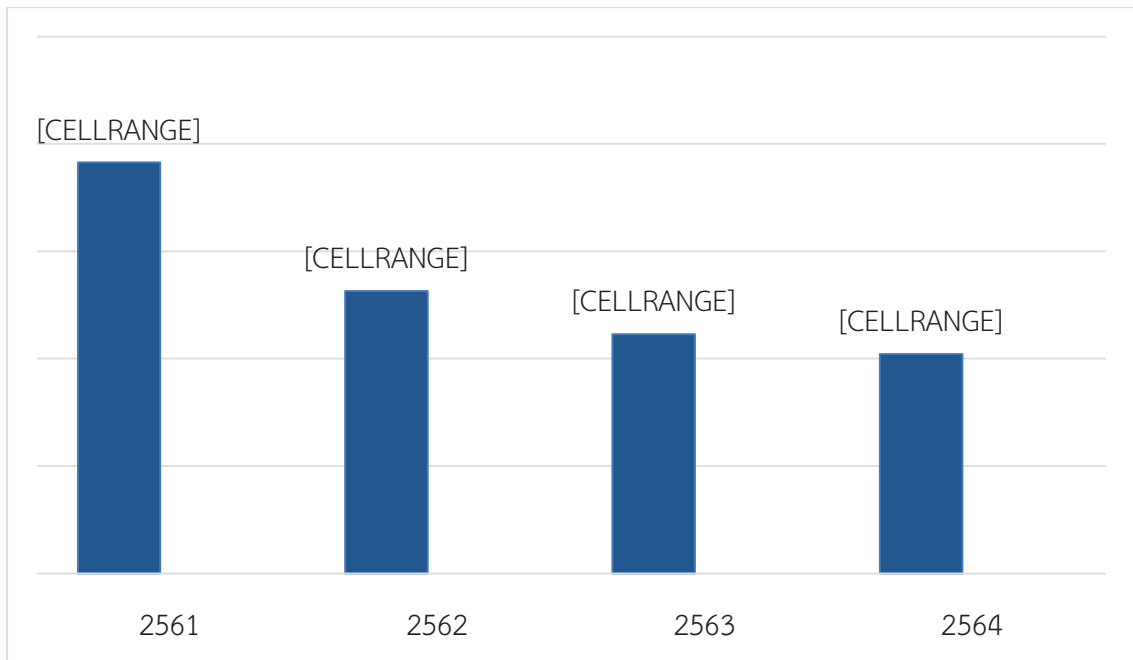
การวิเคราะห์งบประมาณเงินรายได้ (ระดับปริญญาตรี) คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ธัญบุรี ปีงบประมาณ 2561-2564 มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์งบประมาณเงินรายได้คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัย เทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ประจำปีงบประมาณ 2561-2564 และเพื่อวิเคราะห์เปรียบเทียบงบประมาณเงินรายได้ที่คณะได้รับ จัดสรรเพื่อดำเนินงาน ประจำปีงบประมาณ 2561-2564 โดยมีขั้นตอนดังนี้

1) วิเคราะห์งบประมาณรายได้ (ระดับปริญญาตรี) ปีงบประมาณ พ.ศ. 2561-2564 ของคณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี กลุ่มตัวอย่างประชากรเป็นงบประมาณคณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ได้มาจากหนังสือจัดสรรประจำปี และจากโปรแกรมบัญชีสามมิติ

2) เครื่องมือที่ใช้โปรแกรม excel และเก็บวิเคราะห์ข้อมูล ประกอบด้วย แบบตารางบันทึกข้อมูล เป็นเครื่องมือที่ สร้างขึ้นมาสำหรับใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลตามเอกสารงบประมาณ เอกสารการเบิกจ่าย โดยจำแนกประเภทค่าใช้จ่าย รวมถึง เอกสารต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง เป็นรูปแบบสถิติร้อยละแสดงเป็นแผนภูมิเปรียบเทียบ

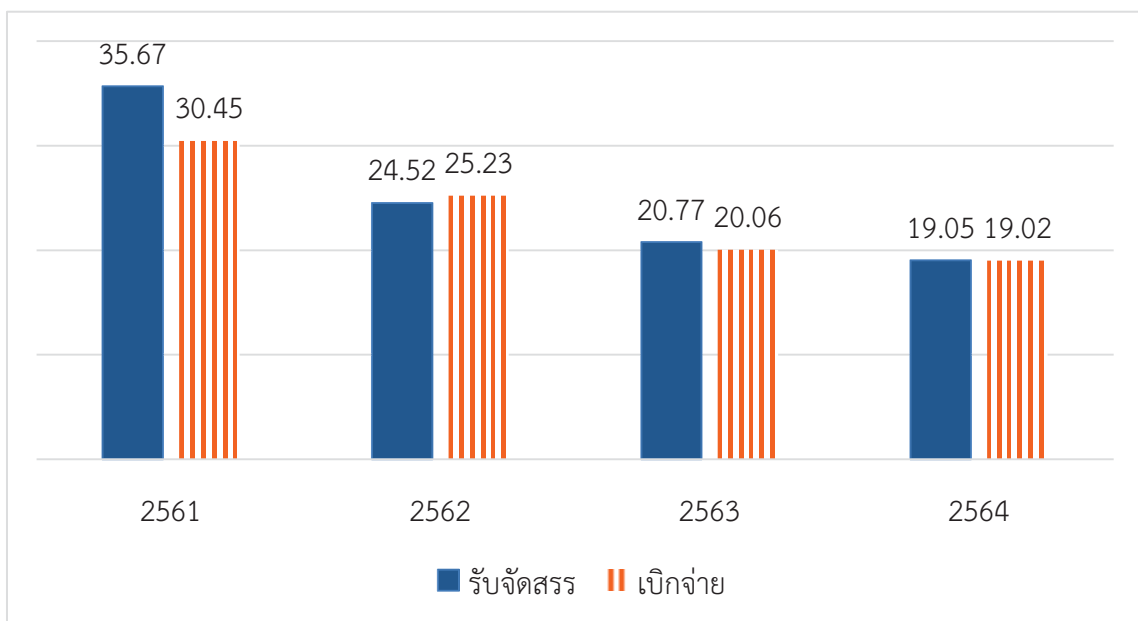
3. ผลการทดลองและวิจารณ์ผล หรือผลการศึกษาและอภิปรายผล

ผลการศึกษาวิเคราะห์งบประมาณเงินรายได้ (ระดับปริญญาตรี) ประจำปีงบประมาณ 2561-2564



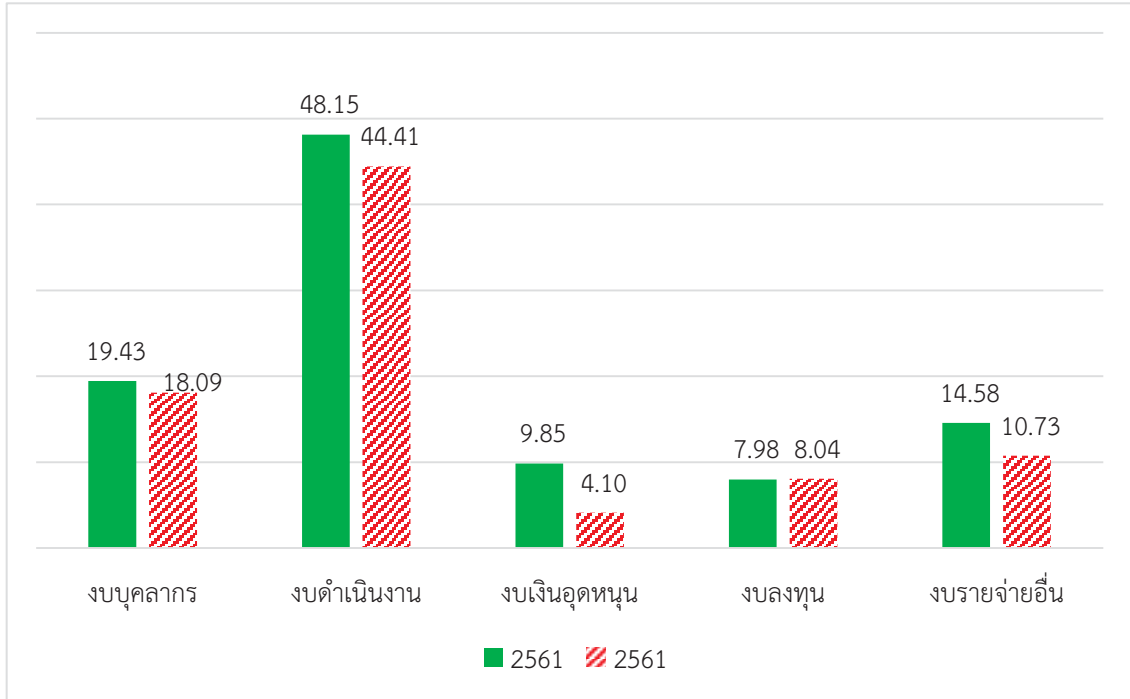
รูปภาพที่ 1 แสดงข้อมูลรายได้ ปีงบประมาณ 2561-2564

รูปภาพที่ 1 แสดงข้อมูลรายได้ ปีงบประมาณ 2561-2564 พบว่ารายได้ที่ได้รับจัดสรรลดลงทุกปี โดยเรียงลำดับจากจำนวนเงินมากไปอย่างน้อยที่สุด ปี 2561 จำนวนเงิน 19,137,600 บาท คิดเป็นร้อยละ 35.67 ปี 2562 จำนวนเงิน 13,156,800 บาท คิดเป็นร้อยละ 24.52 ปี 2563 จำนวนเงิน 11,142,400 บาท คิดเป็นร้อยละ 20.77 และปี 2564 จำนวนเงิน 10,222,000.- บาท คิดเป็นร้อยละ 19.05



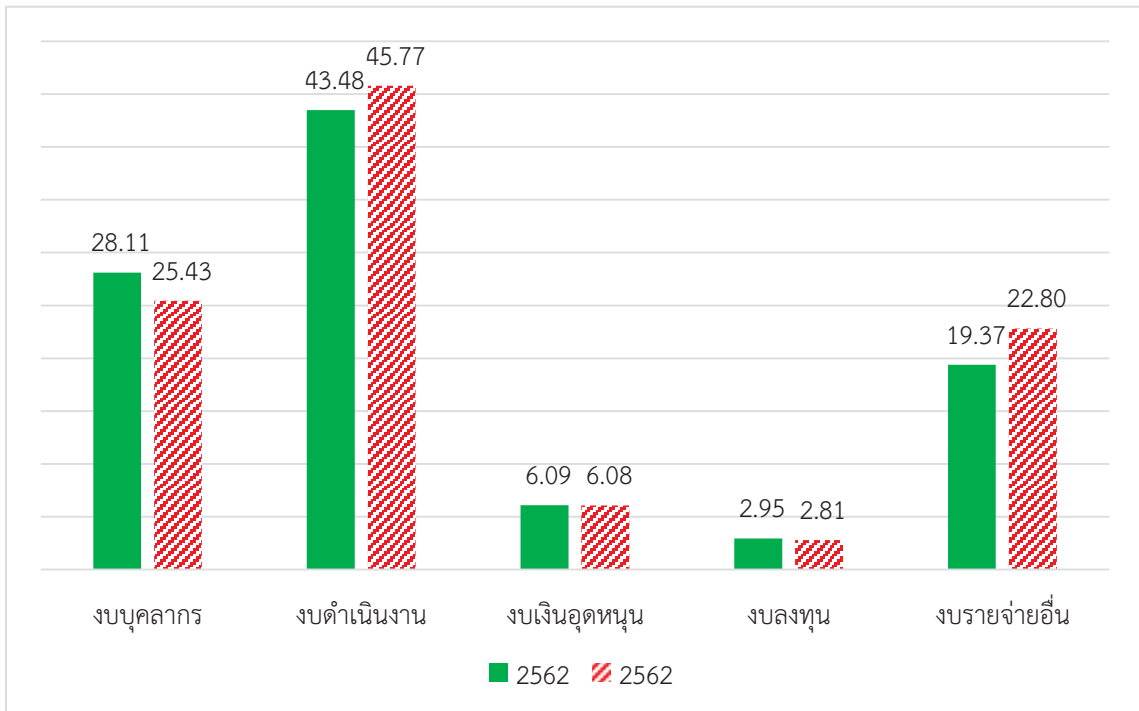
รูปภาพที่ 2 แสดงข้อมูลงบประมาณที่ได้รับจัดสรร และเบิกจ่าย ปีงบประมาณ 2561-2564

รูปภาพที่ 2 แสดงข้อมูลงบประมาณที่ได้รับจัดสรร และเบิกจ่าย ปีงบประมาณ 2561-2564 พบว่าปี 2561 จำนวนเงินที่ได้รับจัดสรร 19,137,600.- บาท ร้อยละ 35.67 เบิกจ่าย จำนวนเงิน 16,338,282.33 บาท ร้อยละ 30.45 ปี 2562 จำนวนเงินที่ได้รับจัดสรร 13,156,800 บาท ร้อยละ 24.52 เบิกจ่ายจำนวนเงิน 13,537,734.37 บาท ร้อยละ 25.23 ปี 2563 จำนวนเงินที่ได้รับจัดสรร จำนวนเงิน 11,142,400.- บาท ร้อยละ 20.77 เบิกจ่าย จำนวนเงิน 10,766,556.07 บาท ร้อยละ 20.06 ปี 2564 จำนวนเงินที่ได้รับจัดสรร 10,222,000.- บาท ร้อยละ 19.05 เบิกจ่ายจำนวนเงิน 10,203,476.28 บาท ร้อยละ 19.02 โดยในปี 2562 รายจ่ายสูงกว่างบประมาณจัดสรร สรุปภาพรวม 4 ปี ร้อยละการเบิกจ่าย 94.76



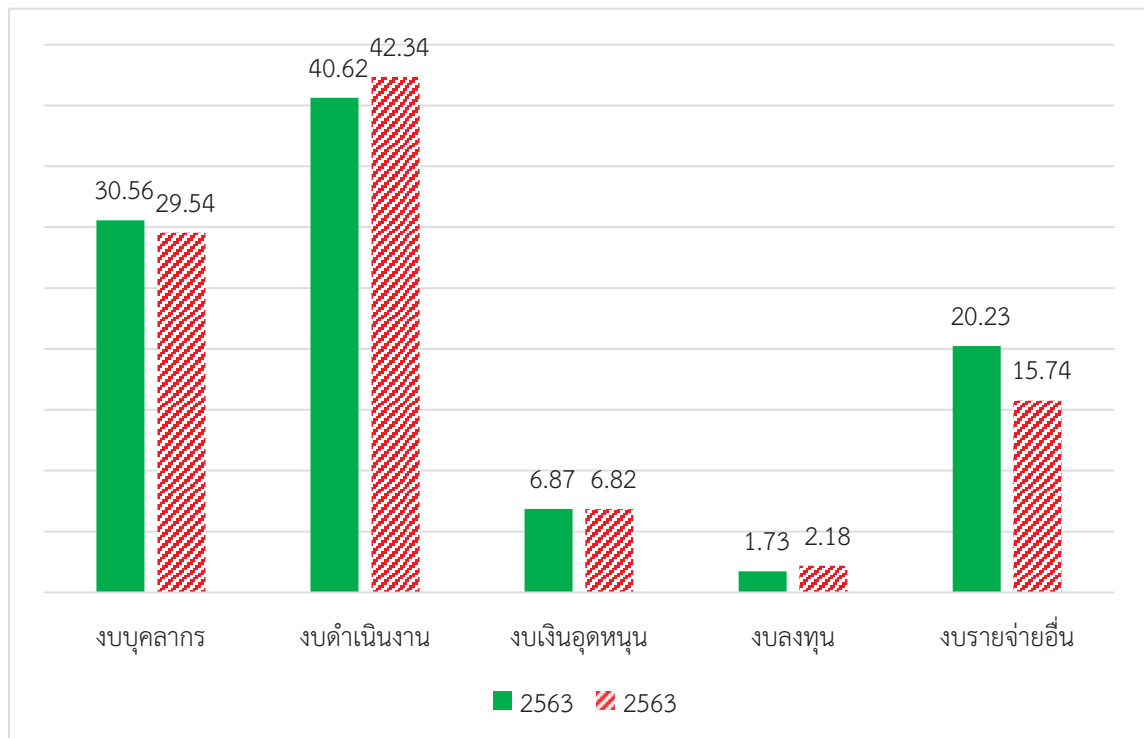
รูปภาพที่ 3 แสดงข้อมูลงบประมาณที่ได้รับจัดสรร และเบิกจ่าย จำแนกตามประเภทค่าใช้จ่าย ปีงบประมาณ 2561

รูปภาพที่ 3 แสดงข้อมูลงบประมาณที่ได้รับจัดสรร และเบิกจ่าย จำแนกตามประเภทค่าใช้จ่าย ปีงบประมาณ 2561 พบว่างบดำเนินงานได้รับจัดสรรและเบิกจ่ายมากที่สุด จำนวนเงิน 9,214,960.- บาท ร้อยละ 48.15 เบิกจ่ายจำนวนเงิน 8,498,486.98 บาท ร้อยละ 44.41 รองลงมาคืองบบุคลากร จำนวนเงินที่ได้รับจัดสรร จำนวนเงิน 3,719,040 บาท ร้อยละ 19.43 เบิกจ่ายจำนวนเงิน 3,461,753.55 บาท ร้อยละ 18.09 รองลงมาคืองบรายจ่ายอื่น จำนวนเงินที่ได้รับจัดสรร 2,790,000.- บาท เบิกจ่ายจำนวนเงิน 2,054,249.- บาท ร้อยละ 10.73 รองลงมาคืองบลงทุน จำนวนเงินที่ได้รับจัดสรร 1,528,000.- บาท ร้อยละ 7.98 เบิกจ่ายจำนวนเงิน 1,539,092.80 บาท ร้อยละ 8.04 และอันดับสุดท้ายคืองบเงินอุดหนุน จำนวนเงินที่ได้รับจัดสรร 1,885,600 บาท ร้อยละ 9.85 เบิกจ่ายจำนวนเงิน 784,700 บาท ร้อยละ 4.10



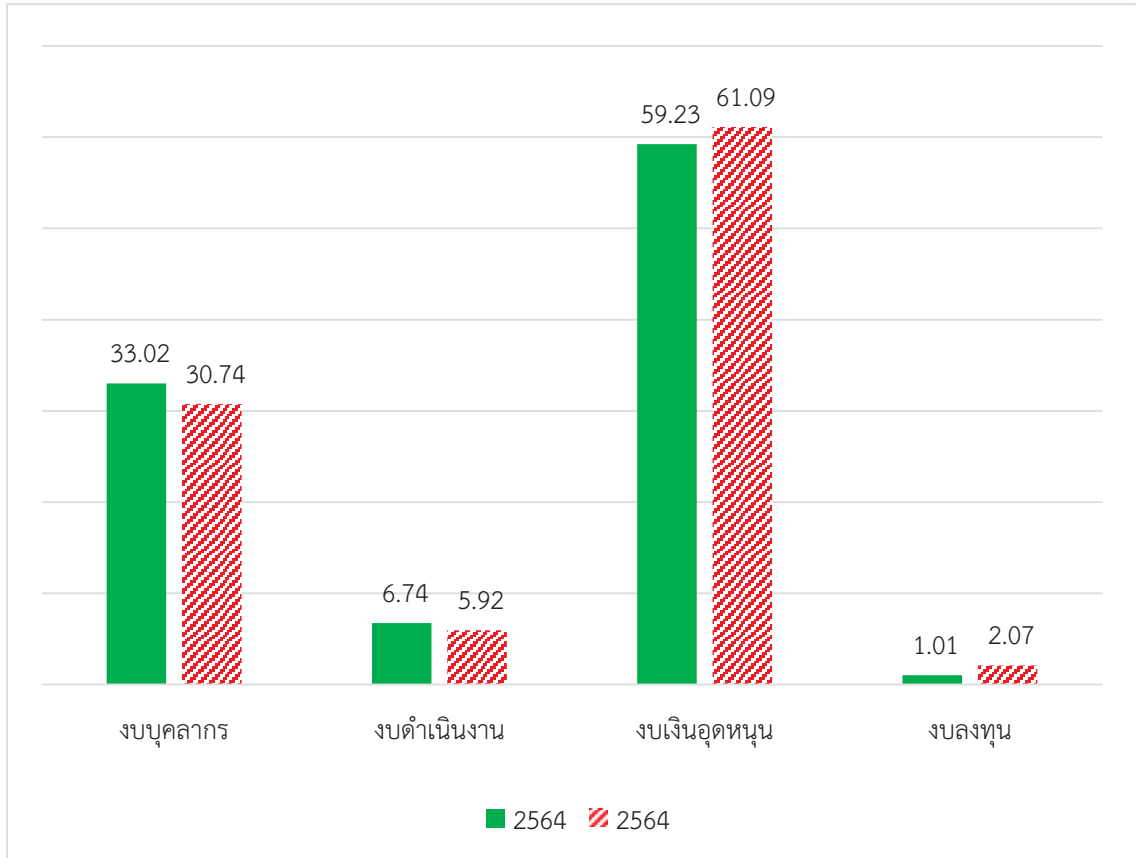
รูปภาพที่ 4 แสดงข้อมูลงบประมาณที่ได้รับจัดสรร และเบิกจ่าย จำแนกตามประเภทค่าใช้จ่าย ปีงบประมาณ 2562

รูปภาพที่ 4 แสดงข้อมูลงบประมาณที่ได้รับจัดสรร และเบิกจ่าย จำแนกตามประเภทค่าใช้จ่าย ปีงบประมาณ 2562 พบว่างบดำเนินงานได้รับจัดสรรและเบิกจ่ายมากที่สุด จำนวนเงินรับจัดสรร 5,720,720.- บาท เบิกจ่ายจำนวนเงิน 6,021,706.68 บาท ร้อยละ 45.77 รองลงมาคืองบบุคลากร จำนวนเงินที่ได้รับจัดสรร 3,697,920 บาท ร้อยละ 28.11 เบิกจ่ายจำนวนเงิน 3,346,026.79 บาท ร้อยละ 25.43 รองลงมาคืองบรายจ่ายอื่น จำนวนเงินที่ได้รับจัดสรร 2,548,800 บาท ร้อยละ 19.37 เบิกจ่ายจำนวนเงิน 2,999,960.90 บาท ร้อยละ 22.80 รองลงมางบเงินอุดหนุน จำนวนเงินที่ได้รับจัดสรร 801,860 บาท ร้อยละ 6.09 เบิกจ่ายจำนวนเงิน 800,010 บาท ร้อยละ 6.08 และน้อยที่สุดคืองบลงทุน จำนวนเงินที่ได้รับจัดสรร 387,500 บาท ร้อยละ 2.95 เบิกจ่ายจำนวนเงิน 370,030 บาท ร้อยละ 2.81



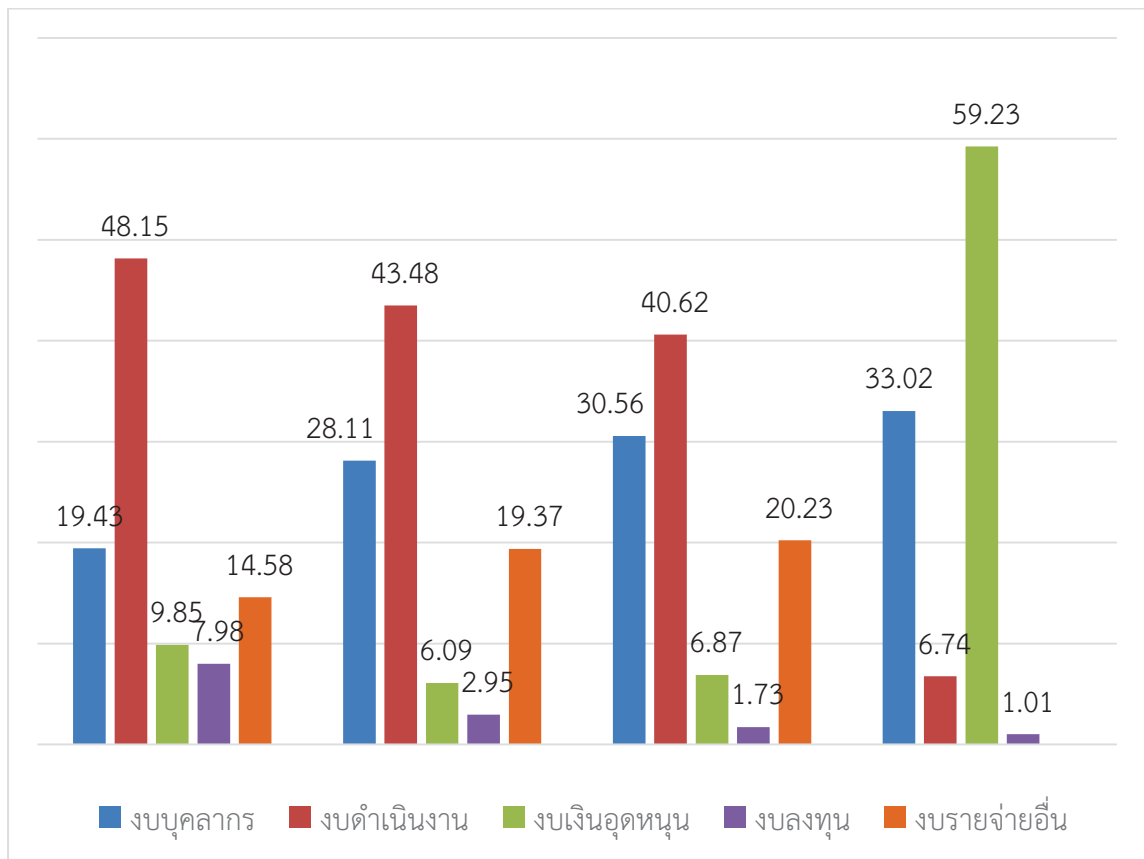
รูปภาพที่ 5 แสดงข้อมูลงบประมาณที่ได้รับจัดสรร และเบิกจ่าย จำแนกตามประเภทค่าใช้จ่าย ปีงบประมาณ 2563

รูปภาพที่ 5 แสดงข้อมูลงบประมาณที่ได้รับจัดสรร และเบิกจ่าย จำแนกตามประเภทค่าใช้จ่าย ปีงบประมาณ 2563 พบว่างบดำเนินงานได้รับจัดสรรและเบิกจ่ายมากที่สุด จำนวนเงินที่ได้รับจัดสรร จำนวนเงิน 4,525,960 บาท ร้อยละ 30.56 เบิกจ่ายจำนวนเงิน 4,718,143.12 บาท ร้อยละ 42.34 รองลงมาคืองบบุคลากร จำนวนเงินที่ได้รับจัดสรร 3,404,640 บาท ร้อยละ 30.56 เบิกจ่ายจำนวนเงิน 3,291,353.25 บาท ร้อยละ 29.54 รองลงมางบบรายจ่ายอื่น จำนวนเงินที่ได้รับจัดสรร 2,254,400 บาท ร้อยละ 20.23 เบิกจ่ายจำนวนเงิน 1,753,959.70 บาท ร้อยละ 15.74 งบเงินอุดหนุน จำนวนเงินที่ได้รับจัดสรร 765,100 บาท ร้อยละ 6.87 เบิกจ่ายจำนวนเงิน 760,000 บาท ร้อยละ 6.82



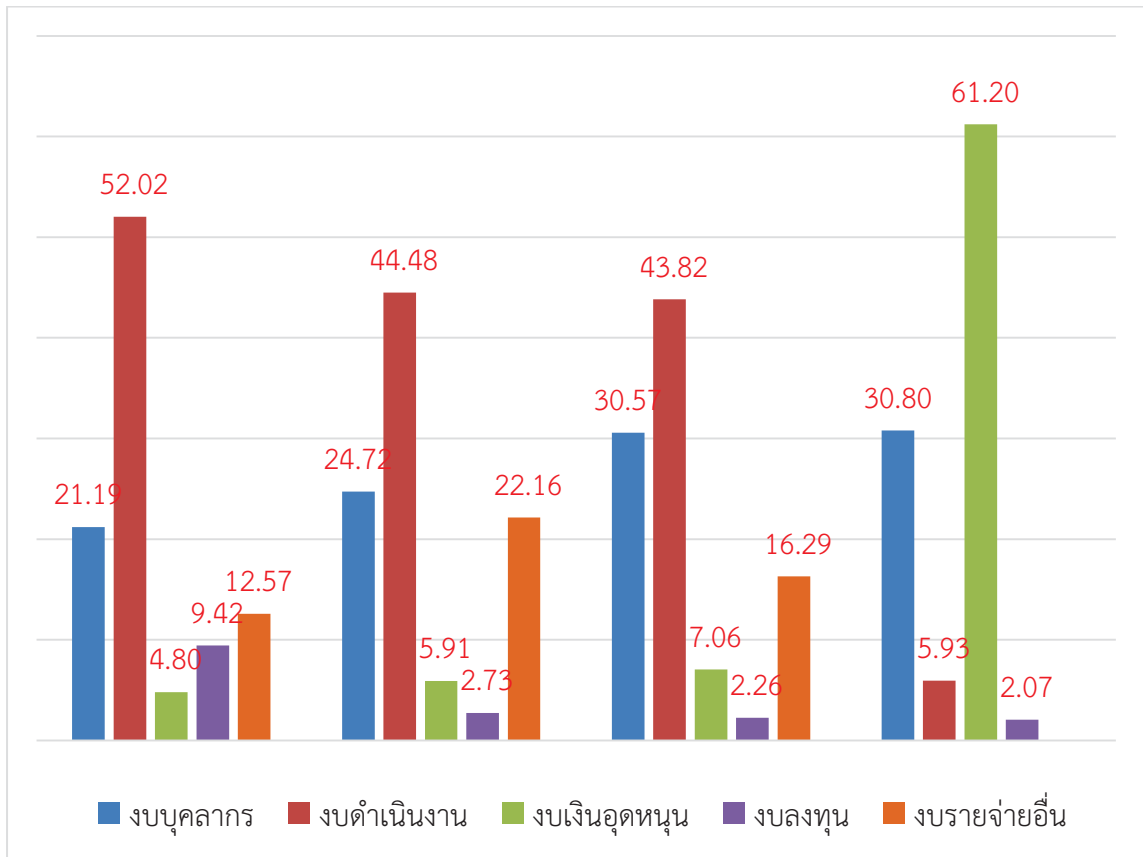
รูปภาพที่ 6 แสดงข้อมูลงบประมาณที่ได้รับจัดสรร และเบิกจ่าย จำแนกตามประเภทค่าใช้จ่าย ปีงบประมาณ 2564

รูปภาพที่ 6 แสดงข้อมูลงบประมาณที่ได้รับจัดสรร และเบิกจ่าย จำแนกตามประเภทค่าใช้จ่าย ปีงบประมาณ 2564 พบว่างบเงินอุดหนุนได้รับจัดสรรและเบิกจ่ายมากที่สุด จำนวนเงินที่ได้รับจัดสรร 6,054,000 บาท ร้อยละ 59.23 เบิกจ่ายจำนวนเงิน 6,245,008.43 บาท ร้อยละ 61.09 รองลงมาคืองบบุคลากร จำนวนเงินที่ได้รับจัดสรร 3,374,900 บาท ร้อยละ 33.02 เบิกจ่ายจำนวนเงิน 3,142,234.85 บาท ร้อยละ 30.74 งบดำเนินงานจำนวนเงินที่ได้รับจัดสรร 688,900 บาท ร้อยละ 6.74 เบิกจ่ายจำนวนเงิน 604,973 บาท ร้อยละ 5.92 และน้อยที่สุดคืองบลงทุน จำนวนเงินที่ได้รับจัดสรร 103,600 บาท ร้อยละ 1.01 เบิกจ่ายจำนวนเงิน 211,260 บาท ร้อยละ 2.07



รูปภาพที่ 7 แสดงข้อมูลงบประมาณที่ได้รับจัดสรร ปีงบประมาณ 2561-2564

รูปภาพที่ 7 แสดงข้อมูลงบประมาณที่ได้รับจัดสรร ปีงบประมาณ 2561-2564 พบว่าค่าเฉลี่ยมากที่สุด คือ งบดำเนินงาน เฉลี่ยทั้ง 4 ปีร้อยละ 34.75 รองลงมาคือ งบบุคลากร เฉลี่ยร้อยละ 27.78 และงบเงินอุดหนุน เฉลี่ยร้อยละ 20.51



รูปภาพที่ 8 แสดงข้อมูลงบประมาณที่เบิกจ่าย ปีงบประมาณ 2561-2564

รูปภาพที่ 8 แสดงข้อมูลงบประมาณที่ได้รับเบิกจ่าย ปีงบประมาณ 2561-2564 พบว่าค่าเฉลี่ยมากที่สุด คือ งบดำเนินงาน เฉลี่ยร้อยละ 36.56 รองลงมาคือ งบบุคลากร เฉลี่ยร้อยละ 26.82 และงบเงินอุดหนุน เฉลี่ยร้อยละ 19.74

4. สรุป

งบประมาณหลักที่ใช้ในการบริหารจัดการของคณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี คือ งบประมาณเงินรายได้ (ระดับปริญญาตรี) ภาคปกติ ดังนั้นการอภิปรายผลได้ดังนี้

งบประมาณเงินรายได้ ปีงบประมาณ 2561-2564 พบว่ารายได้ที่ได้รับจัดสรรลดลงทุกปี โดยเรียงลำดับจากจำนวนเงินมากไปอย่างน้อยที่สุด ปี 2561 จำนวนเงิน 19,137,600 บาท คิดเป็นร้อยละ 35.67 ปี 2562 จำนวนเงิน 13,156,800 บาท คิดเป็นร้อยละ 24.52 ปี 2563 จำนวนเงิน 11,142,400 บาท คิดเป็นร้อยละ 20.77 และปี 2564 จำนวนเงิน 10,222,000.- บาท คิดเป็นร้อยละ 19.05 โดยงบประมาณที่ได้รับจัดสรร และเบิกจ่าย ปีงบประมาณ 2561-2564 พบว่าปี 2561 จำนวนเงินที่ได้รับจัดสรร 19,137,600.- บาท ร้อยละ 35.67 เบิกจ่าย จำนวนเงิน 16,338,282.33 บาท ร้อยละ 30.45 ปี 2562 จำนวนเงินที่ได้รับจัดสรร 13,156,800 บาท ร้อยละ 24.52 เบิกจ่ายจำนวนเงิน 13,537,734.37 บาท ร้อยละ 25.23 ปี 2563 จำนวนเงินที่ได้รับจัดสรร จำนวนเงิน 11,142,400.- บาท ร้อยละ 20.77 เบิกจ่าย จำนวนเงิน 10,766,556.07 บาท ร้อยละ 20.06 ปี 2564 จำนวนเงินที่ได้รับจัดสรร 10,222,000.- บาท ร้อยละ 19.05 เบิกจ่ายจำนวนเงิน 10,203,476.28 บาท ร้อยละ 19.02 โดยในปี 2562 รายจ่ายสูงกว่างบประมาณจัดสรร สรุปภาพรวม 4 ปี ร้อยละการเบิกจ่าย 94.76

งบประมาณที่ได้รับจัดสรร และเบิกจ่าย จำแนกตามประเภทค่าใช้จ่าย ปีงบประมาณ 2561 พบว่างบดำเนินงานได้รับจัดสรรและเบิกจ่ายมากที่สุด จำนวนเงิน 9,214,960.- บาท ร้อยละ 48.15 เบิกจ่ายจำนวนเงิน 8,498,486.98 บาท ร้อยละ 44.41 รองลงมาคือ งบบุคลากร จำนวนเงินที่ได้รับจัดสรร จำนวนเงิน 3,719,040 บาท ร้อยละ 19.43 เบิกจ่ายจำนวนเงิน 3,461,753.55 บาท ร้อยละ 18.09 รองลงมาคือ งบรายจ่ายอื่น จำนวนเงินที่ได้รับจัดสรร 2,790,000.- บาท เบิกจ่ายจำนวนเงิน 2,054,249.- บาท ร้อยละ 10.73 รองลงมาคือ งบลงทุน จำนวนเงินที่ได้รับจัดสรร 1,528,000.- บาท ร้อยละ 7.98 เบิกจ่ายจำนวนเงิน 1,539,092.80 บาท ร้อยละ 8.04 และอันดับสุดท้ายคือ งบเงินอุดหนุน จำนวนเงินที่ได้รับจัดสรร 1,885,600 บาท ร้อยละ 9.85 เบิกจ่ายจำนวนเงิน 784,700 บาท ร้อยละ 4.10

ปีงบประมาณ 2562 พบว่างบดำเนินงานได้รับจัดสรรและเบิกจ่ายมากที่สุด จำนวนเงินรับจัดสรร 5,720,720.- บาท เบิกจ่ายจำนวนเงิน 6,021,706.68 บาท ร้อยละ 45.77 รองลงมาคืองบบุคลากร จำนวนเงินที่ได้รับจัดสรร 3,697,920 บาท ร้อยละ 28.11 เบิกจ่ายจำนวนเงิน 3,346,026.79 บาท ร้อยละ 25.43 รองลงมาคืองบรายจ่ายอื่น จำนวนเงินที่ได้รับจัดสรร 2,548,800 บาท ร้อยละ 19.37 เบิกจ่ายจำนวนเงิน 2,999,960.90 บาท ร้อยละ 22.80 รองลงมางบเงินอุดหนุน จำนวนเงินที่ได้รับจัดสรร 801,860 บาท ร้อยละ 6.09 เบิกจ่ายจำนวนเงิน 800,010 บาท ร้อยละ 6.08 และน้อยที่สุดคืองบลงทุน จำนวนเงินที่ได้รับจัดสรร 387,500 บาท ร้อยละ 2.95 เบิกจ่ายจำนวนเงิน 370,030 บาท ร้อยละ 2.81

ปีงบประมาณ 2563 พบว่างบดำเนินงานได้รับจัดสรรและเบิกจ่ายมากที่สุด จำนวนเงินที่ได้รับจัดสรร จำนวนเงิน 4,525,960 บาท ร้อยละ 30.56 เบิกจ่ายจำนวนเงิน 4,718,143.12 บาท ร้อยละ 42.34 รองลงมาคืองบบุคลากร จำนวนเงินที่ได้รับจัดสรร 3,404,640 บาท ร้อยละ 30.56 เบิกจ่ายจำนวนเงิน 3,291,353.25 บาท ร้อยละ 29.54 รองลงมางบรายจ่ายอื่น จำนวนเงินที่ได้รับจัดสรร 2,254,400 บาท ร้อยละ 20.23 เบิกจ่ายจำนวนเงิน 1,753,959.70 บาท ร้อยละ 15.74 งบเงินอุดหนุน จำนวนเงินที่ได้รับจัดสรร 765,100 บาท ร้อยละ 6.87 เบิกจ่ายจำนวนเงิน 760,000 บาท ร้อยละ 6.82

ปีงบประมาณ 2564 พบว่างบเงินอุดหนุนได้รับจัดสรรและเบิกจ่ายมากที่สุด จำนวนเงินที่ได้รับจัดสรร 6,054,000 บาท ร้อยละ 59.23 เบิกจ่ายจำนวนเงิน 6,245,008.43 บาท ร้อยละ 61.09 รองลงมาคืองบบุคลากร จำนวนเงินที่ได้รับจัดสรร 3,374,900 บาท ร้อยละ 33.02 เบิกจ่ายจำนวนเงิน 3,142,234.85 บาท ร้อยละ 30.74 งบดำเนินงานจำนวนเงินที่ได้รับจัดสรร 688,900 บาท ร้อยละ 6.74 เบิกจ่ายจำนวนเงิน 604,973 บาท ร้อยละ 5.92 และน้อยที่สุดคืองบลงทุน จำนวนเงินที่ได้รับจัดสรร 103,600 บาท ร้อยละ 1.01 เบิกจ่ายจำนวนเงิน 211,260 บาท ร้อยละ 2.07

งบประมาณที่ได้รับจัดสรร ปีงบประมาณ 2561-2564 พบว่าค่าเฉลี่ยมากที่สุด คือ งบดำเนินงาน เฉลี่ยทั้ง 4 ปี ร้อยละ 34.75 รองลงมาคือ งบบุคลากร เฉลี่ยร้อยละ 27.78 และงบเงินอุดหนุน เฉลี่ยร้อยละ 20.51 งบประมาณที่เบิกจ่าย 2561-2564 พบว่าค่าเฉลี่ยมากที่สุด คือ งบดำเนินงาน เฉลี่ยร้อยละ 36.56 รองลงมาคือ งบบุคลากร เฉลี่ยร้อยละ 26.82 และงบเงินอุดหนุน เฉลี่ยร้อยละ 19.74

ในการวิเคราะห์งบประมาณเงินรายได้ (ระดับปริญญาตรี) คณะเทคโนโลยีการเกษตร เป็นข้อมูลที่สรุป 4 ปี เพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการบริหารงบประมาณที่มีอยู่ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น และขอเสนอแนะในการบริหารจัดการงบประมาณคณะ ที่ควรมีแผนการใช้จ่ายงบประมาณประจำปีรายได้ให้สอดคล้องกับค่าใช้จ่ายและพันธกิจที่ตั้งไว้ และมีแผนใช้จ่ายสำรองกรณีมีค่าใช้จ่ายอื่น ๆ ที่ไม่ได้อยู่ในแผนการใช้จ่ายงบประมาณประจำปี เพื่อให้สามารถดำเนินงานให้บรรลุตามที่ตั้งไว้

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ผู้บริหารคณะเทคโนโลยีการเกษตร ที่ผลักดันและสนับสนุนให้เจ้าหน้าที่สายสนับสนุนทำงานวิจัย ให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

6. เอกสารอ้างอิง

- ภทรวรรณ อักษร และเทพศักดิ์ บุญรัตพันธุ์. ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ของการบริหารงบประมาณตามระบบงบประมาณแบบมุ่งเน้นผลงานตามยุทธศาสตร์ของมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช. [online]. เข้าถึงจาก <https://opac01.stou.ac.th/multim/thesis/2562/165494> : 2565.
- จรุช แก้วพฤษย์ และวชิรา พันธุ์ไพโรจน์. การวิเคราะห์งบประมาณรายได้คณะมนุษยศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ปีงบประมาณ พ.ศ.2557-2561. [online]. เข้าถึงจาก <http://etheses.psu.ac.th/libirpsru/sites/default/files/site/default/research/04W2562> : 2566.
- มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี. รายงานผลประจำปีคณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี. [online]. เข้าถึงจาก https://www.agr.rmutt.ac.th/?page_id=11988 : 2565.
- สุบรรณ เอี่ยมวิจารณ์, แผนกลยุทธ์ทางการเงิน : เครื่องมือเพื่อการบริหารการเงินและงบประมาณในสถาบันอุดมศึกษาอย่างมีประสิทธิภาพ. [online]. เข้าถึงจาก <https://so03.tci-thaijo.org/index.php/rdimu/article/view/210918> : 2566
- อัจฉรา แผ้วบาง และสายชล ลินสมบุญรัตน์ทอง. การวิเคราะห์เปรียบเทียบงบรายจ่ายของงบประมาณเงินรายได้ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. [online]. เข้าถึงจาก <http://etheses.psu.ac.th/lib-irpsru/sites/default/files/site/default/research/04W2562> : 2565.
- อนุรักษ์ ทองสุขวงศ์. การจัดทำงบประมาณเพื่อการวางแผนและควบคุม. [online]. เข้าถึงจาก <https://home.kku.ac.th/anuton/185742/D1> : 2565.

ปัจจัยที่ส่งผลต่อการมีส่วนร่วมในการประกันคุณภาพการศึกษาของบุคลากร
คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
Affecting Factors on Participation in the Educational Quality Assurance of
Faculty of Agricultural Technology, Rajamangala University of
Technology Thanyaburi

กรุณา ตั้งฤทัยวรรณ

Karuna Tangruthaiwan

คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

Faculty of Agricultural Technology, Rajamangala University of Technology Thanyaburi

E-mail: karuna_t@rmutt.ac.th 081-8199470

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสำคัญของปัจจัยในงานประกันคุณภาพการศึกษา และปัจจัยที่ส่งผลต่อการมีส่วนร่วมในงานประกันคุณภาพการศึกษาของบุคลากรคณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี โดยใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูล ในกลุ่มตัวอย่างบุคลากรของคณะเทคโนโลยีการเกษตร จำนวน 102 คน โดยสอบถามถึงการให้ความสำคัญของปัจจัยทั้ง 6 ปัจจัย ได้แก่ แรงจูงใจ ทักษะคติ โครงสร้างการบริหาร วัฒนธรรมองค์กร การติดต่อสื่อสาร และ ทรัพยากรและสิ่งสนับสนุน รวมทั้งการสำรวจความคิดเห็นในประเด็นที่ส่งผลต่อการมีส่วนร่วมในการประกันคุณภาพการศึกษาใน 4 ประเด็น ได้แก่ การมีส่วนร่วมในการตัดสินใจ การมีส่วนร่วมในการปฏิบัติ การมีส่วนร่วมในผลประโยชน์ และการมีส่วนร่วมในการประเมินผล ผลจากการสำรวจนำมาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ได้แก่ ค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่า บุคลากรให้ความสำคัญกับปัจจัยในการประกันคุณภาพการศึกษาในด้านทัศนคติสูงสุด ($\bar{X} = 4.03$, S.D. = 0.77) รองลงมาคือ ด้านวัฒนธรรมองค์กร แรงจูงใจ โครงสร้างการบริหาร การติดต่อสื่อสาร และ ทรัพยากรและสิ่งสนับสนุน ตามลำดับ ในส่วนของประเด็นที่ส่งผลต่อการมีส่วนร่วมในการประกันคุณภาพการศึกษา พบว่า การมีส่วนร่วมในผลประโยชน์ เป็นประเด็นที่ส่งผลต่อการมีส่วนร่วมของบุคลากรมากที่สุด ($\bar{X} = 4.04$, S.D. = 0.42) รองลงมาคือ การมีส่วนร่วมในการประเมินผล การมีส่วนร่วมในการปฏิบัติ และการมีส่วนร่วมในการตัดสินใจ ตามลำดับ

คำสำคัญ : ปัจจัย การมีส่วนร่วม การประกันคุณภาพการศึกษา

Abstract

The objectives of this research were to study the importance of factors in educational quality assurance and factors affecting participation in educational quality assurance of the personnel in Faculty of Agricultural Technology, Rajamangala University of Technology Thanyaburi. The questionnaire was used as a data collection tool in a sample of 102 personnel by asking about the importance of all 6 factors: motivation, attitude, management structure, corporate culture, communications, and resources and support. As well as an opinion surveys on issues that affect participation in educational quality assurance in 4 issues: participation in decision-making, participation in practice, participation in the benefit, and participation in the evaluation. The survey results were used to analyze statistical data, including frequency, percentage, mean, and standard deviation. The results showed that personnel gave the highest importance to the educational quality assurance factor in terms of attitude ($\bar{X} = 4.03$, S.D. = 0.77), followed by organizational culture, motivation, management structure, communication, and resources and support, respectively. As for the issues affecting participation in educational quality assurance, it was found that participation in the benefits was the issue that most affected the participation of personnel ($\bar{X} = 4.04$, S.D. = 0.42), followed by participation in the evaluation, participation in practice, and participation in decision-making, respectively.

Keywords: Factors, Participation, Educational quality assurance

บทนำ

ในปัจจุบันการทำงานแบบมีส่วนร่วมระดับมหาวิทยาลัย มีความสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับการพัฒนาองค์กร เนื่องจากจะทำให้ผู้มีส่วนร่วมเกิดความรู้สึกภาคภูมิใจถึงความเป็นเจ้าของ (Ownership) ส่งผลให้ผู้มีส่วนร่วม (Participant) หรือผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (Stakeholder) นั้น ยินดีปฏิบัติตาม (Compliance) และตกลงยอมรับข้อตกลง (Commitment) ด้วยความเต็มใจ สมัคใจ ในหลักการมีส่วนร่วมในการทำงานมีความหมายเชื่อมโยงใกล้เคียงกับ “การตัดสินใจ” (วันชัย วัฒนศัพท์, 2544)

การประกันคุณภาพการศึกษา เป็นการรับรองคุณภาพของสถานศึกษาให้เกิดความเชื่อมั่นให้กับนักศึกษา ผู้สำเร็จการศึกษาและสังคมว่าสถานศึกษามีคุณภาพได้มาตรฐานสากล เพื่อผลิตบัณฑิตที่มีคุณภาพ มีสมรรถนะวิชาชีพได้มาตรฐาน มีความรู้ ทักษะและคุณสมบัติด้านต่าง ๆ ครบถ้วนตามที่หลักสูตรกำหนด สถาบันการศึกษามีความจำเป็นต้องพัฒนาระบบและกลไกงานการประกันคุณภาพการศึกษา เพื่อการดำเนินงานตามแผนอย่างมีประสิทธิภาพสัมฤทธิ์ผลได้อย่างมีคุณภาพและได้มาตรฐาน ทั้งนี้ในการดำเนินงานที่มีประสิทธิภาพในการประกันคุณภาพการศึกษาย่อมต้องอาศัยการมีส่วนร่วม ของผู้ที่เกี่ยวข้องภายในสถานศึกษา บุคลากรทางการศึกษาเพื่อร่วมมือในการดำเนินงาน นอกจากนี้ผลการวิจัยของ อรพนิทา จรัสธนวรพัฒน์, สวนีย์ เสริมสุข และบัญชา ศรีสมบัติ. (2561) ได้ทำการศึกษาเรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่อการมีส่วนร่วมของบุคลากรสายวิชาการในการดำเนินการประกันคุณภาพระดับหลักสูตร มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ผลการศึกษา พบว่า ปัจจัยแวดล้อมในการทำงานประกันคุณภาพการศึกษาระดับหลักสูตรอยู่ในระดับมาก โดยปัจจัยย่อยด้านการสนับสนุนจากผู้บริหาร ความร่วมมือของผู้ร่วมงาน การได้รับการฝึกอบรมหรือให้ความรู้ด้านการประกันคุณภาพการศึกษา และสิ่งจูงใจในการทำงานประกันคุณภาพการศึกษา อยู่ในระดับมาก การมีส่วนร่วมในงานประกันคุณภาพการศึกษาระดับหลักสูตร อยู่ในระดับมาก ซึ่งการมีส่วนร่วมก่อให้เกิดผลดีต่อการขับเคลื่อนองค์กร กล่าวคือ การมีส่วนร่วมจึงเป็นส่วนหนึ่งของการบริหารความคิดเห็นถูกรับฟังและนำไปปฏิบัติเพื่อการพัฒนา เป็นพลังขับเคลื่อนองค์กรและหน่วยงาน ดังนั้น การให้บุคลากรมีส่วนร่วมในองค์กรนั้น บุคคลต้องมีส่วนเกี่ยวข้องในการดำเนินการหรือการปฏิบัติภารกิจต่าง ๆ ซึ่งทำให้มีความผูกพันต่อการมีส่วนร่วมของบุคลากรคณะเทคโนโลยีการเกษตร และมีความสำคัญต่อการดำเนินงานประกันคุณภาพการศึกษาที่มุ่งผลสัมฤทธิ์อย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล

คณะเทคโนโลยีการเกษตร เป็นหน่วยงานหนึ่งภายใต้การกำกับดูแลของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ตระหนักถึงความสำคัญของการพัฒนาการประกันคุณภาพการศึกษาให้มีคุณภาพ ได้มาตรฐานตามที่กำหนด ซึ่งเป็นกระบวนการทางการศึกษาที่สร้างความมั่นใจและเป็นหลักประกันต่อผู้ปกครอง ชุมชน และสังคม ว่ามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี สามารถจัดการศึกษา ได้มาตรฐาน ผู้สำเร็จการศึกษามีความรู้ความสามารถและคุณลักษณะต่าง ๆ ตามที่หลักสูตรกำหนด และสนองตอบความต้องการของสังคม ในการดำเนินการประกันคุณภาพการศึกษาของคณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องอาศัยการมีส่วนร่วมของบุคลากรในหน่วยงาน ซึ่งประกอบด้วยบุคลากรสายวิชาการ และบุคลากรสายสนับสนุน ตามหลักการมีส่วนร่วมของแนวทางการดำเนินงานตามระบบการประกันคุณภาพการศึกษาที่จะต้องอาศัยการมีส่วนร่วมของผู้ที่เกี่ยวข้องจึงจะสามารถประสบความสำเร็จได้ ในการศึกษา ปัจจัยด้านบุคคลและปัจจัยด้านองค์กร ทั้ง 6 ปัจจัย แรงจูงใจ ทักษะคิด โครงสร้างการบริหาร วัฒนธรรมองค์กร การติดต่อสื่อสาร และทรัพยากรและสิ่งสนับสนุนและการมีส่วนร่วมของบุคลากร โดยรวมถึงประเด็นการมีส่วนร่วมทั้ง 4 ด้าน ได้แก่ การมีส่วนร่วมในการตัดสินใจ การมีส่วนร่วมในการดำเนินการ การมีส่วนร่วมในการรับประโยชน์ และการมีส่วนร่วมในการประเมินผล ได้นำแนวคิดของ Cohen and Uphoff (1997) มาเป็นกรอบในการศึกษา ในการดำเนินงานการประกันคุณภาพการศึกษาของคณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ทำการศึกษาเพื่อสำรวจ วิเคราะห์ปัจจัยต่างๆ ที่เป็นสาเหตุต่อการมีส่วนร่วมในการประกันคุณภาพการศึกษา และการมีส่วนร่วมของบุคลากร ที่ยังต้องอาศัยการประสานความร่วมมือของบุคลากรภายในองค์กร ซึ่งมีความสำคัญในการพัฒนาองค์กรตามแนวทางของการประกันคุณภาพการศึกษา

จากความสำคัญดังกล่าว ผู้วิจัยได้ตระหนักเห็นความสำคัญของงานการประกันคุณภาพการศึกษา เพื่อเป็นการยกระดับการประกันคุณภาพการศึกษาของคณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการมีส่วนร่วมในการประกันคุณภาพการศึกษา เพื่อให้เกิดการบูรณาการร่วมกันของบุคลากรมีส่วนร่วมระดมความคิด ร่วมกันทำ และร่วมกันแก้ปัญหา ทำให้บุคลากรที่ได้มีส่วนร่วมพิจารณาแก้ไขปัญหาดังกล่าว มีความมุ่งหวังไปสู่เป้าหมายและผลสำเร็จ เกิดความเชื่อมั่นในการทำงานให้สัมฤทธิ์ผลกับหน่วยงาน รู้สึกภูมิใจในผลงานที่สำเร็จ และเห็นคุณค่าในตนเอง มีความผูกพันและมีความพร้อมในการพัฒนาการประกันคุณภาพการศึกษาให้ได้มาตรฐานและมีคุณภาพตามเกณฑ์ต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาปัจจัยในการประกันคุณภาพการศึกษาที่ส่งผลต่อการมีส่วนร่วมในการประกันคุณภาพการศึกษาของบุคลากรคณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative Research) โดยใช้แบบสอบถามเก็บข้อมูล เพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อปัจจัยที่ส่งผลต่อการมีส่วนร่วมในการประกันคุณภาพการศึกษาของบุคลากรคณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นบุคลากรของคณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ซึ่งเป็นตัวแทนกลุ่มประชากรทั้งหมด 102 คน โดยการสุ่มตัวอย่างด้วยวิธีเฉพาะเจาะจงบุคลากร ที่มีส่วนร่วมในการประกันคุณภาพการศึกษา

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นแบบสอบถาม (Questionnaire) โดยใช้คำถามปลายปิดและปลายเปิด แบ่งออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลเกี่ยวกับสถานภาพทั่วไป ได้แก่ เพศ อายุ ระดับการศึกษา สายการปฏิบัติงาน ประสบการณ์ทำงาน และประสบการณ์ทำงานด้านประกันคุณภาพการศึกษา

ตอนที่ 2 ประกอบด้วยแบบสอบถาม ดังนี้

ความคิดเห็นปัจจัยในการประกันคุณภาพการศึกษา ได้แก่ แรงจูงใจ จำนวน 5 ข้อ ทศนคติ จำนวน 7 ข้อ โครงสร้างการบริหาร จำนวน 5 ข้อ วัฒนธรรมองค์กร จำนวน 5 ข้อ การติดต่อสื่อสาร จำนวน 5 ข้อ และ ทรัพยากรและสิ่งสนับสนุน จำนวน 5 ข้อ
ความคิดเห็นต่อการมีส่วนร่วมในการประกันคุณภาพการศึกษา ได้แก่ การมีส่วนร่วมในการตัดสินใจ จำนวน 5 ข้อ การมีส่วนร่วมในการปฏิบัติ จำนวน 5 ข้อ การมีส่วนร่วมในผลประโยชน์ จำนวน 5 ข้อ และการมีส่วนร่วมในการประเมินผล จำนวน 6 ข้อ

การวัดระดับความคิดเห็นการมีส่วนร่วมแบบมาตราส่วน (Rating scale) มี 5 ระดับ ดังนี้

5 = มากที่สุด, 4 = มาก, 3 = ปานกลาง, 2 = น้อย, 1 = น้อยที่สุด

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะเป็นลักษณะคำถามปลายเปิด

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลโดยการสร้างแบบสอบถามแจกแบบสอบถามให้กลุ่มตัวอย่างบุคลากรที่มีส่วนเกี่ยวข้องข้องกับงานด้านประกันคุณภาพการศึกษา รวบรวมแบบสอบถามกลับคืนจากผู้ตอบแบบสอบถามเพื่อตรวจสอบความครบถ้วนและเตรียมวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติต่อไป

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล จากนั้นนำข้อมูลมาวิเคราะห์สถิติที่เหมาะสมกับข้อมูลในการประมวลผลคือ สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การกำหนดค่าแปลความหมายค่าเฉลี่ยแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ของลิเคิร์ต (Likert) การวิเคราะห์ระดับปัจจัยการประกันคุณภาพการศึกษาและระดับปัจจัยที่ส่งผลต่อการมีส่วนร่วมในการประกันคุณภาพการศึกษา โดยการแปลผลในแต่ละประเด็นมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ (บุญชม ศรีสะอาด, 2547) วัดระดับค่าเฉลี่ยดังนี้

ระดับคะแนนความสำคัญในปัจจัยการประกันคุณภาพการศึกษา แปลค่าความหมายค่าเฉลี่ย ดังนี้

ช่วงคะแนน 4.21 – 5.00 หมายถึง ระดับปัจจัยในการประกันคุณภาพการศึกษามากที่สุด

ช่วงคะแนน 3.41 – 4.20 หมายถึง ระดับปัจจัยในการประกันคุณภาพการศึกษามาก

ช่วงคะแนน 2.61 – 3.40 หมายถึง ระดับปัจจัยในการประกันคุณภาพการศึกษาปานกลาง

ช่วงคะแนน 1.81 – 2.60 หมายถึง ระดับปัจจัยในการประกันคุณภาพการศึกษาน้อย

ช่วงคะแนน 1.00 – 1.80 หมายถึง ระดับปัจจัยในการประกันคุณภาพการศึกษาน้อยที่สุด

ระดับคะแนนปัจจัยที่ส่งผลต่อการมีส่วนร่วม แปลค่าความหมายค่าเฉลี่ย ดังนี้

ช่วงคะแนน 4.21 – 5.00 หมายถึง ระดับการมีส่วนร่วมมากที่สุด

ช่วงคะแนน 3.41 – 4.20 หมายถึง ระดับการมีส่วนร่วมมาก

ช่วงคะแนน 2.61 – 3.40 หมายถึง ระดับการมีส่วนร่วมปานกลาง

ช่วงคะแนน 1.81 – 2.60 หมายถึง ระดับการมีส่วนร่วมน้อย

ช่วงคะแนน 1.00 – 1.80 หมายถึง ระดับการมีส่วนร่วมน้อยที่สุด

ผลการวิจัย

1. ผลการศึกษาความสำคัญของปัจจัยในงานประกันคุณภาพการศึกษา

จากผลการสำรวจแบบสอบถามบุคลากรคณะเทคโนโลยีการเกษตร จำนวน 102 คน พบว่าบุคลากรให้ความสำคัญต่อปัจจัยในงานประกันคุณภาพการศึกษาทั้ง 6 ปัจจัย (แรงจูงใจ ทักษะคติ โครงสร้างการบริหาร วัฒนธรรมองค์กร การติดต่อสื่อสาร และ ทรัพยากรและสิ่งสนับสนุน) ดังแสดงในตารางที่ 1

โดยผลการศึกษาในตารางที่ 1 แสดงให้เห็นว่า บุคลากรให้ความสำคัญต่อปัจจัยการประกันคุณภาพการศึกษา ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก (\bar{X} =3.88, S.D.= 0.69) ปัจจัยที่บุคลากรให้ความสำคัญมากที่สุด คือ ทักษะคติ (\bar{X} = 4.03, S.D. = 0.77) รองลงมาคือ วัฒนธรรมองค์กร (\bar{X} = 3.98, S.D. = 0.61) แรงจูงใจ (\bar{X} = 3.95, S.D. = 0.70) โครงสร้างการบริหาร (\bar{X} = 3.89, S.D. = 0.71) การติดต่อสื่อสาร (\bar{X} = 3.77, S.D. = 0.67) และปัจจัยที่ให้ความคิดเห็นในภาพรวมน้อยที่สุด คือ ทรัพยากรและสิ่งสนับสนุน (\bar{X} = 3.63, S.D. = 0.70) ตามลำดับ

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปัจจัยในการประกันคุณภาพการศึกษา ในภาพรวม

ประเด็น	\bar{X}	S.D.	ความหมาย
1. แรงจูงใจ	3.95	0.70	มาก
2. ทักษะคติ	4.03	0.77	มาก
3. โครงสร้างการบริหาร	3.89	0.71	มาก
4. วัฒนธรรมองค์กร	3.98	0.61	มาก
5. การติดต่อสื่อสาร	3.77	0.67	มาก
6. ทรัพยากรและสิ่งสนับสนุน	3.63	0.70	มาก
เฉลี่ยรวม	3.88	0.69	มาก

2. ผลการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการมีส่วนร่วมในงานประกันคุณภาพการศึกษาของบุคลากรคณะเทคโนโลยีการเกษตร

จากผลการสำรวจแบบสอบถามบุคลากรคณะเทคโนโลยีการเกษตร จำนวน 102 คน ในประเด็นที่ส่งผลต่อการมีส่วนร่วมในการประกันคุณภาพการศึกษา 4 ประเด็น ได้แก่ การมีส่วนร่วมในการตัดสินใจ การมีส่วนร่วมในการปฏิบัติ การมีส่วนร่วมในผลประโยชน์ และการมีส่วนร่วมในการประเมินผล ผลการศึกษาแสดงในตารางที่ 2-6

ดังแสดงในตารางที่ 2 ปัจจัยที่ส่งผลต่อการมีส่วนร่วมในการประกันคุณภาพการศึกษาทั้ง 4 ประเด็นในภาพรวม อยู่ในระดับมาก (\bar{X} = 3.86, S.D. = 0.50) เมื่อพิจารณารายข้อ พบว่า การมีส่วนร่วมในผลประโยชน์ มีค่าเฉลี่ยสูงสุด (\bar{X} = 4.04, S.D. = 0.42) รองลงมาคือ การมีส่วนร่วมในการประเมินผล การมีส่วนร่วมในการปฏิบัติ และการมีส่วนร่วมในการตัดสินใจ ตามลำดับ

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อการมีส่วนร่วมในการประกันคุณภาพการศึกษา ในภาพรวม

ประเด็น	\bar{X}	S.D.	ความหมาย
1. การมีส่วนร่วมในการตัดสินใจ	3.67	0.58	มาก
2. การมีส่วนร่วมในการปฏิบัติ	3.79	0.50	มาก
3. การมีส่วนร่วมในผลประโยชน์	4.04	0.42	มาก
4. การมีส่วนร่วมในการประเมินผล	3.93	0.51	มาก
เฉลี่ยรวม	3.86	0.50	มาก

ผลการสำรวจประเด็นการมีส่วนร่วมในการตัดสินใจ ดังแสดงในตารางที่ 3 พบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อการมีส่วนร่วมในการประกันคุณภาพการศึกษาในประเด็นการมีส่วนร่วมในการตัดสินใจ ภาพรวมอยู่ในระดับมาก (\bar{X} = 3.67, S.D. = 0.76) เมื่อพิจารณารายข้อ พบว่า มีส่วนร่วมในการกำกับติดตามการดำเนินงานด้านประกันคุณภาพการศึกษาของหน่วยงาน มีค่าเฉลี่ยสูงสุด (\bar{X} = 3.74, S.D. = 0.80) และมีส่วนร่วมในการพัฒนาระบบประกันคุณภาพการศึกษาของหน่วยงาน มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด (\bar{X} = 3.62, S.D. = 0.77)

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อการมีส่วนร่วมในการประกันคุณภาพการศึกษา ในประเด็นการมีส่วนร่วมในการตัดสินใจ

ประเด็น	\bar{X}	S.D.	ความหมาย
1. มีส่วนร่วมตัดสินใจในการวางแผนการดำเนินงานการประกันคุณภาพการศึกษาของหน่วยงาน	3.69	0.81	มาก
2. มีส่วนร่วมเสนอความคิดเห็นแผนพัฒนาคุณภาพการศึกษาของหน่วยงาน	3.64	0.67	มาก
3. มีส่วนร่วมในการกำกับติดตามการดำเนินงานด้านประกันคุณภาพการศึกษาของหน่วยงาน	3.74	0.80	มาก
4. มีส่วนร่วมพิจารณาให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแผนพัฒนาคุณภาพของหน่วยงาน	3.64	0.74	ปานกลาง
5. มีส่วนร่วมในการพัฒนาระบบประกันคุณภาพการศึกษาของหน่วยงาน	3.62	0.77	มาก
เฉลี่ยรวม	3.67	0.76	มาก

ดังแสดงในตารางที่ 4 พบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อการมีส่วนร่วมในการประกันคุณภาพการศึกษา ในประเด็นการมีส่วนร่วมในการปฏิบัติ ภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 3.79$, S.D. = 0.73) เมื่อพิจารณารายข้อ พบว่า มีส่วนร่วมปฏิบัติตามนโยบายแผนการดำเนินงานประกันคุณภาพการศึกษา มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ($\bar{X} = 3.89$, S.D. = 0.64) และมีส่วนร่วมเข้าอบรมการประกันคุณภาพการศึกษาที่หน่วยงานภายในหรือภายนอกจัดขึ้น มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด ($\bar{X} = 3.67$, S.D. = 0.73)

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อการมีส่วนร่วมในการประกันคุณภาพการศึกษา ในประเด็นการมีส่วนร่วมในการปฏิบัติ

ประเด็น	\bar{X}	S.D.	ความหมาย
1. มีส่วนร่วมปฏิบัติตามนโยบายแผนการดำเนินงานประกันคุณภาพการศึกษา	3.89	0.64	มาก
2. มีส่วนเข้าร่วมประชุมเพื่อเพิ่มพูนความรู้งานประกันคุณภาพการศึกษาอย่างต่อเนื่อง	3.77	0.76	มาก
3. มีส่วนร่วมปรับปรุงแผนพัฒนาคุณภาพการศึกษาตามข้อเสนอแนะการประเมินคุณภาพการศึกษา	3.76	0.71	มาก
4. มีส่วนร่วมจัดเก็บข้อมูลและเตรียมเอกสารหลักฐานสอดคล้องกับองค์ประกอบของตัวบ่งชี้	3.84	0.81	มาก
5. มีส่วนร่วมเข้าอบรมการประกันคุณภาพการศึกษาที่หน่วยงานภายในหรือภายนอกจัดขึ้น	3.67	0.73	มาก
เฉลี่ยรวม	3.79	0.73	มาก

ในประเด็นการมีส่วนร่วมในผลประโยชน์ ดังแสดงในตารางที่ 5 พบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อการมีส่วนร่วมในการประกันคุณภาพการศึกษา ในประเด็นการมีส่วนร่วมในผลประโยชน์ ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.04$, S.D. = 0.68) เมื่อพิจารณารายข้อ พบว่า การที่บุคลากรได้ทำกิจกรรมร่วมกันทำให้มีสัมพันธภาพที่ดีกับเพื่อนร่วมงาน มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ($\bar{X} = 4.22$, S.D. = 0.68) และการได้รับประโยชน์จากการนำแผนการดำเนินงานไปปฏิบัติให้เกิดผลสำเร็จ มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด ($\bar{X} = 3.92$, S.D. = 0.70)

ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อการมีส่วนร่วมในการประกันคุณภาพการศึกษา ในประเด็นการมีส่วนร่วมในผลประโยชน์

ประเด็น	\bar{X}	S.D.	ความหมาย
1. ท่านได้รับประโยชน์จากการนำแผนการดำเนินงานไปปฏิบัติให้เกิดผลสำเร็จ	3.92	0.70	มาก
2. ท่านได้รับการฝึกอบรมการประกันคุณภาพการศึกษาและนำความรู้มาพัฒนางานให้ดีขึ้นได้	4.04	0.69	มาก
3. ท่านได้รับการถ่ายทอดความรู้เพื่อนำความรู้มาใช้ในการดำเนินงานของคุณ	3.98	0.70	มาก
4. ท่านได้ทำกิจกรรมร่วมกันทำให้มีสัมพันธภาพที่ดีกับเพื่อนร่วมงาน	4.22	0.68	มากที่สุด
5. ท่านได้รับประโยชน์ในการพัฒนาตนเองให้มีความรู้ในปฏิบัติงานประกันคุณภาพการศึกษา	4.03	0.62	มาก
เฉลี่ยรวม	4.04	0.68	มาก

จากตารางที่ 6 พบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อการมีส่วนร่วมในการประกันคุณภาพการศึกษา ในประเด็นการมีส่วนร่วมในการประเมินผลในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 3.93$, S.D. = 0.72) เมื่อพิจารณารายข้อ พบว่า มีส่วนร่วมรับการตรวจประเมินคุณภาพการศึกษาของหน่วยงาน มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ($\bar{X} = 4.10$, S.D. = 0.67) รองลงมาคือ มีส่วนร่วมจัดทำรายงานการประเมินตนเองเพื่อรับการตรวจประเมินคุณภาพการศึกษา ($\bar{X} = 4.07$, S.D. = 0.75) และมีส่วนร่วมทบทวนผลการตรวจประเมินคุณภาพเพื่อจัดทำแผนปรับปรุงการดำเนินงาน มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด ($\bar{X} = 3.79$, S.D. = 0.76)

ตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อการมีส่วนร่วมในการประกันคุณภาพการศึกษา ในประเด็นการมีส่วนร่วมในการประเมินผล

ประเด็น	\bar{X}	S.D.	ความหมาย
1. มีส่วนร่วมทบทวนผลการตรวจประเมินคุณภาพเพื่อจัดทำแผนปรับปรุงการดำเนินงาน	3.79	0.76	มาก
2. มีส่วนร่วมจัดเตรียมเอกสาร รวบรวมข้อมูลเพื่อจัดทำรายงานการประเมินตนเองอย่างเป็นระบบ	3.86	0.69	มาก
3. มีส่วนร่วมจัดทำรายงานการประเมินตนเองเพื่อรับการตรวจประเมินคุณภาพการศึกษา	4.07	0.75	มาก
4. มีส่วนร่วมประชุมเพื่อเตรียมความพร้อมรับการตรวจประเมินคุณภาพการศึกษา	3.86	0.73	มาก
5. มีส่วนร่วมรับการตรวจประเมินคุณภาพการศึกษาของหน่วยงาน	4.10	0.67	มาก
6. มีส่วนร่วมการประชุมรับทราบผลการประเมินการดำเนินงานประกันคุณภาพการศึกษา	3.91	0.71	มาก
เฉลี่ยรวม	3.93	0.72	มาก

สรุปและอภิปรายผล

จากผลการศึกษาปัจจัยในการประกันคุณภาพการศึกษาของบุคลากรคณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ได้แก่ แรงจูงใจ ทักษะคนดี โครงสร้างการบริหาร วัฒนธรรมองค์กร การติดต่อสื่อสาร และทรัพยากรและสิ่งสนับสนุน พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีความคิดเห็นให้ระดับความสำคัญปัจจัยที่ส่งผลต่อการมีส่วนร่วมในการประกันคุณภาพการศึกษา โดยภาพรวม มีระดับความสำคัญต่อการมีส่วนร่วมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.88 เมื่อพิจารณารายข้อพบว่า ด้านทักษะคนดี มีค่าเฉลี่ยสูงสุด 4.03 รองลงมา คือ ด้านวัฒนธรรมองค์กร 3.98 และด้านทรัพยากรและสิ่งสนับสนุน มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด 3.63 ตามลำดับ

จากผลการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการมีส่วนร่วมในการประกันคุณภาพการศึกษาของบุคลากรคณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ได้แก่ การมีส่วนร่วมในการตัดสินใจ การมีส่วนร่วมในการปฏิบัติ การมีส่วนร่วมในผลประโยชน์ และการมีส่วนร่วมในการประเมินผล พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามการมีส่วนร่วมในการประกันคุณภาพการศึกษา ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.86 เมื่อพิจารณารายข้อ พบว่า การมีส่วนร่วมในผลประโยชน์ มีค่าเฉลี่ยสูงสุด 4.04 รองลงมาคือ การมีส่วนร่วมในการประเมินผล มีค่าเฉลี่ย 3.93 การมีส่วนร่วมในการปฏิบัติ มีค่าเฉลี่ย 3.79 และการมีส่วนร่วมในการตัดสินใจ มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด 3.67 ตามลำดับ

ผลจากการสำรวจบุคลากรคณะเทคโนโลยีการเกษตร ที่ให้ความสำคัญในปัจจัยด้านทักษะคนดีสูงสุด สอดคล้องกับผลการศึกษาวิจัยของ ฤกษ์ชัย ศรีสมบัติ และคณะ (2560) ได้ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการมีส่วนร่วมในการประกันคุณภาพการศึกษาของครุวิทยาลัยเทคนิคนครปฐม พบว่า ปัจจัยด้านความรู้ ปัจจัยด้านทัศนคติ และปัจจัยด้านแรงจูงใจ ส่งผลต่อการมีส่วนร่วมในการประกันคุณภาพการศึกษาอยู่ในระดับมาก นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ ณัฐพรกรณ์ สีหะวงษ์สกุล (2563) ที่พบว่าระดับการมีส่วนร่วมในการประกันคุณภาพการศึกษาของบุคลากร โดยรวม อยู่ในระดับมาก ซึ่งมีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ ด้านเจตคติ ด้านแรงจูงใจ และด้านบรรยากาศองค์กร ตามลำดับ รวมทั้งในงานวิจัยของ ชาญชัย วงศ์สิริสวัสดิ์ (2561) ที่พบว่า แรงจูงใจในการทำงานการประกันคุณภาพของบุคลากรมหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ในพระบรมราชูปถัมภ์ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก อย่างไรก็ตามการให้ความสำคัญกับปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับงานประกันคุณภาพการศึกษาอาจมีความแตกต่างในแต่ละองค์กร ทั้งนี้อาจจะขึ้นอยู่กับปัจจัยแวดล้อมอื่น ๆ เช่น ประสบการณ์การทำงาน และความรู้ความเข้าใจในงานประกันคุณภาพการศึกษา เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

- ชาญชัย วงศ์สิริสวัสดิ์. (2561). ความสัมพันธ์ระหว่างแรงจูงใจในการทำงานและการมีส่วนร่วมในงานประกันคุณภาพของบุคลากร มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์. วารสารบัณฑิตศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ในพระบรมราชูปถัมภ์. (น.49-57). ปีที่ 12 ฉบับที่ 2 พฤษภาคม-สิงหาคม 2561.
- ณัฐพรกรณ์ สีหะวงษ์สกุล. (2563). ปัจจัยในการปฏิบัติงานที่ส่งผลต่อการมีส่วนร่วมในการประกันคุณภาพการศึกษาของบุคลากร คณะบริหารธุรกิจและการบัญชี มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ. วารสารบัณฑิตศึกษา. (น.280-288). ปีที่ 17 ฉบับที่ 76 มกราคม-มีนาคม 2563.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2547). วิธีการทางสถิติสำหรับการวิจัย. (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- วันชัย วัฒนศัพท์. (2544). คู่มือการมีส่วนร่วมของประชาชนในการตัดสินใจของชุมชน. นนทบุรี. สถาบันพระปกเกล้า.

- ฤกษ์ชัย ศรีสมบัติ และคณะ (2560). ปัจจัยที่มีผลต่อการมีส่วนร่วมในการประกันคุณภาพการศึกษาของครูวิทยาลัยเทคนิค นครปฐม. วารสารการอาชีวศึกษาระดับกลาง. (น.76-88). ปีที่ 1 ฉบับที่ 1 มกราคม-มิถุนายน 2560.
- อรพินดา จรัสธนวรรณ, สวนีย์ เสริมสุข และบัญชา ศรีสมบัติ. (2561). ปัจจัยที่มีผลต่อการมีส่วนร่วมของบุคลากรสายวิชาการ ในการดำเนินการประกันคุณภาพระดับหลักสูตร มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม. วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม. (น.45-59). ปีที่ 12 ฉบับที่ 1 มกราคม-มิถุนายน 2561.
- Cohen. J.M., & Uphoff, N.T. (1977). "Rural development participation: concepts and measures for project design, implementation and evaluation. "In *Rural development monograph*, 2. Cornell University, Center for International Studies, Rural Development Committee.

การใช้โปรแกรมฝึกอบรมเพื่อพัฒนาความรู้และสร้างทักษะการคัดแยกขยะ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

Using Learning Training Program to Develop Waste Separation Skills for High School Students

บุญจงรักษ์ จิวตัน¹ นฤเบศ ทองสุต¹ นุชนาฏ นิลอ² และ กนกรัตน์ รัตนพันธุ์²

Boonjongrak Jiwtan¹, Narubest Tongsud¹, Nuchanat Ninlaor², and Kanokrat Rattanapan²

¹โครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ

²สาขาวิทยาศาสตร์ทางทะเลและสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง

¹The King's Royally Initiated Laem Phak Bia Environmental Research and Development Project.

²Department of Marine Science and Environment, Faculty of Science and Fisheries Technology,

Rajamangala University of Technology Srivijaya, Trang campus

e-mail: jebjeb2523@gmail.com และหมายเลขโทรศัพท์ 0951639546

บทคัดย่อ

การศึกษาวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาการใช้โปรแกรมฝึกอบรมที่มีผลต่อการพัฒนาความรู้และทักษะการคัดแยกขยะของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในจังหวัดตรัง 5 โรงเรียนๆ ละ 50 คน จำนวน 250 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ โปรแกรมฝึกอบรม แบบทดสอบวัดความรู้ และแบบประเมินผลการคัดแยกขยะ วิเคราะห์ข้อมูลหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดสอบค่าที่กลุ่มตัวอย่างที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test dependent group) และค่าคะแนนพัฒนาการเรียนรู้ ผลการใช้โปรแกรมฝึกอบรม พบว่า ก่อนอบรม นักเรียนมีความรู้เรื่องขยะ มีความรู้ในระดับปานกลาง ($\bar{x} = 13.34, S.D. = 2.64$) และหลังอบรม มีความรู้ในระดับมาก ($\bar{x} = 17.24, S.D. = 2.06$) หลังฝึกอบรมมีคะแนนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และมีพัฒนาการเรียนรู้เรื่องขยะเพิ่มขึ้นระดับสูง (ร้อยละ 58.7) ผลการคัดแยกขยะ พบว่า นักเรียนคัดแยกประเภทขยะถูกต้อง ร้อยละ 87 สำหรับประเภทขยะที่คัดแยกผิดบ่อย ได้แก่ ขยะทั่วไปและขยะรีไซเคิล ชนิดขยะ 10 ชนิด ที่คัดแยกผิดประเภทมากที่สุด คือ ก้นกรองบุหรี่ (ร้อยละ 14.7) รองลงมา คือ สายไฟ ยางรถยนต์ ก่องยาสูบ (ร้อยละ 13.8) เศษผ้า หลอดดูด แพนเป็ส ขวดน้ำมันเครื่อง และตะปู (ร้อยละ 10.1, 8.3, 7.3, 7.3, 5.5 และ 5.5 ตามลำดับ) การใช้โปรแกรมฝึกอบรมสามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการคัดแยกขยะของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายได้เป็นอย่างดี

คำสำคัญ: โปรแกรมฝึกอบรม, การคัดแยกขยะ

Abstract

The objectives of this research were to study the use of training programs that affect the development of knowledge and skills learning about waste separation for high school students. The sample group in this research was 250 high school students in Trang Province, 5 schools, totaling 250 students. The research tools were training programs and cognitive tests. and assessment form of waste separation. Analyze the data to find the mean, standard deviation. The t-test dependent group was tested and the developmental score was determined. The results showed that before the training, the students had knowledge and understanding of waste separation, moderate knowledge ($\bar{x} = 13.34, S.D. = 2.64$) and after the training knowledge is high level. ($\bar{x} = 17.24, S.D. = 2.06$) After the training, there was a statistically significant increase in scores at the 0.01 level. And have developed increased learning (58.7 percent). The waste separation result found that 87% of the students sorted the waste correctly. For the students, the waste sorting is not correct. The types of waste that are frequently missorted are general waste and recyclable waste. The most missorted types of waste were cigarette butts at 14.7 percent, followed by electrical wires, tires at 13.8 percent, toothpaste boxes, rags, drinking straws, pampers, engine oil bottles, and tack at 10.1 8.3, 7.3, 7.3, 5.5 percent and 5.5 respectively. The use of training programs greatly improve the efficiency of waste separation among high school students.

Keywords: Training Program, waste separation

1. บทนำ

ปัจจุบันประเทศไทยกำลังเผชิญกับปัญหาขยะล้นเมือง และทวีความรุนแรงเพิ่มขึ้นทุกวัน ซึ่งหลายภาคส่วนกำลังหาแนวทางแก้ไขปัญหา การใช้มาตรการทางกฎหมายดูเหมือนว่าจะไม่เกิดประสิทธิผลมากนัก ทั้งยังคงประสบปัญหาการจัดการขยะที่ต้นทางหรือแหล่งกำเนิด จากข้อมูลของกรมควบคุมมลพิษ (2566) ในปี 2564 ประเทศไทยมีปริมาณขยะมูลฝอยปริมาณ 24.98 ล้านตัน และ ในปี 2565 ปริมาณขยะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเป็น 25.70 ล้านตัน จากปริมาณขยะที่เกิดขึ้นทั้งหมด ปริมาณขยะที่ถูกนำกลับมาใช้ประโยชน์ 8.8 ล้านตัน ขยะที่ถูกกำจัดถูกต้อง 9.8 ล้านตัน ขยะที่กำจัดไม่ถูกต้อง 7.10 ล้านตัน และยังมีขยะตกค้างในปริมาณมากถึง 9.91 ล้านตัน จากข้อมูลดังกล่าวภาพรวมการจัดการขยะในประเทศไทยยังคงประสบปัญหา เรื่อง สถานที่ วิธีกำจัดขยะที่ไม่ถูกต้องและไม่ได้ถูกหลักสุขาภิบาล ขาดการมีส่วนร่วมของประชาชนกับทุกภาคส่วน ส่งผลให้มีขยะตกค้าง เกิดการสะสมขยะในชุมชน ทำให้เป็นแหล่งเพาะพันธุ์สัตว์และแหล่งพาหะนำโรค มีการปนเปื้อนสารพิษลงสู่แหล่งน้ำผิวดิน แหล่งน้ำใต้ดิน และมลพิษทางอากาศจากการเผาขยะมูลฝอยที่ส่งผลกระทบต่อทางผิวหนังและระบบทางเดินหายใจ ซึ่งขยะจากครัวเรือนเป็นแหล่งกำเนิดขยะที่จัดการยากที่สุด ยิ่งในยุค New Normal พฤติกรรมของผู้บริโภคของประชาชนเปลี่ยนไป ทำให้ปริมาณขยะมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น ดังนั้นผู้วิจัยจึงเห็นว่า สำหรับประเทศไทยการคัดประเภทขยะให้ถูกต้องจากต้นทาง เป็นแนวคิดสำคัญที่จะส่งผลให้การกำจัดขยะมีประสิทธิภาพสูงขึ้น ควบคุมปริมาณการลดปริมาณขยะ และการนำขยะกลับมาใช้ใหม่ ทั้งนี้การปลูกฝังเยาวชนให้มีความรู้ความสามารถ เรื่อง การคัดแยกประเภทขยะก่อนทิ้งและนำไปกำจัดอย่างเหมาะสม จึงเป็นเรื่องสำคัญอย่างยิ่งในการฝึกทักษะและปลูกฝังจิตสำนึก ตลอดจนการปรับเปลี่ยนวิธีคิดที่มีต่อขยะ จึงเป็นการแก้ปัญหาจากต้นทางอย่างแท้จริงได้ ดังนั้นโปรแกรมฝึกอบรมในครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์ เพื่อใช้โปรแกรมฝึกอบรมที่มีผลต่อการพัฒนาความรู้และทักษะการคัดแยกขยะของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

2. วิธีการศึกษา

2.1 กลุ่มทดลองและกลุ่มตัวอย่าง การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ 1) กลุ่มทดลอง คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนห้วยนางราษฎร์บำรุง จำนวน 50 คน 2) กลุ่มตัวอย่าง ใช้เทคนิคการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling) ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในจังหวัดตรัง จำนวน 5 โรงเรียนๆ ละ 50 คน รวมจำนวน 250 คน ได้แก่ (1) โรงเรียนนาโยงวิทยาคม (2) โรงเรียนกันตังรัฐศึกษา (3) โรงเรียนทุ่งยาวมุขศิษย์ (4) โรงเรียนวังวิเศษ (5) โรงเรียนสภาราชนิธี 2

2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและคุณภาพของเครื่องมือ ได้แก่ 1) โปรแกรมฝึกอบรม 1 วัน จำนวน 4 ชั่วโมง 2) แบบทดสอบวัดความรู้ก่อนและหลังอบรมเรื่องขยะ 1 ฉบับ จำนวน 20 ข้อ คะแนนเต็ม 20 คะแนน ได้ผ่านการตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างเนื้อหาที่วัดกับวัตถุประสงค์ที่ต้องการวัด โดยให้ผู้เชี่ยวชาญอย่างน้อย 3 คน วิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ (Index of Item Objective Congruence หรือ IOC) ซึ่งพิจารณาข้อคำถามแล้วว่าข้อคำถามทุกข้อตรงตามวัตถุประสงค์ที่ผู้วิจัยต้องการศึกษา 3) แบบประเมินผลการคัดแยกขยะ ผู้วิจัยได้ออกแบบเกมเลือกชนิดขยะที่หลากหลายและเป็นขยะที่พบเห็นในชีวิตประจำวันของนักเรียน ถ่ายภาพขยะจริงนำมาทำเป็นบัตรภาพขยะ ระบุชื่อขยะ จำนวน 60 ชนิด ๆ ละ 4 ซ้ำ คะแนนเต็ม 240 คะแนน บัตรภาพขยะประกอบด้วยขยะทั้ง 4 ประเภท (1) ขยะอินทรีย์ จำนวน 10 ชนิด ได้แก่ ไม้เสียบลูกชิ้น ไม้ไผ่ เศษกระดูก เศษใบไม้สด เปลือกทุเรียน เศษอาหาร เศษเนื้อสัตว์ เศษผลไม้ เปลือกไข่ และเศษผักบุง (2) ขยะรีไซเคิล จำนวน 15 ชนิด ได้แก่ ขวดเครื่องดื่มชูกำลัง ขวดแก้วเขียว ขวดพลาสติก (น้ำโค้ก) ขวดพลาสติก (น้ำดื่ม) ขวดพลาสติก (ขวดแชมพู) กล่องยา สีสัน กระดาษลัง และกระดาษ A4 ใช้แล้ว ตะกร้าพลาสติก แก้วพลาสติก สายไฟ ทองแดง กระจังเบียร์ รถจักรยาน และตะปู (3) ขยะทั่วไป จำนวน 15 ชนิด ได้แก่ หลอดดูด ถุงพลาสติก ถุงใส่ผ้า ของมามา เศษผ้า ฝืนอน หนังกาย ยางรถยนต์ กล่องนม แก้วกระดาษเคลือบ โฟม ฟองน้ำ ก้านบุหรี่ เข็มขัด และรองเท้า (4) ขยะอันตราย จำนวน 20 ชนิด ได้แก่ ลิปสติค มาสคาร่า น้ำหมักพิมพ์ ปากกาเคมี ซากทีวี โทรศัพท์ แปมเพิส เข็มฉีดยา หน้ากากอนามัย ขวดน้ำมันเครื่อง ไฟแช็ค ถ่านไฟฉาย ถ่านกระดุม หลอดไฟ ถังทินเนอร์ ขวดน้ำยาล้างห้องน้ำ แบตเตอรี่ แบตเตอรี่มือถือ กระจังยางฉีดนม และยาฆ่าเห็บ

2.3 การสร้างโปรแกรมการฝึกอบรม มีขั้นตอน คือ (1) ศึกษาข้อมูล แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง (2) ร่างโปรแกรมฝึกอบรมจากการนำแนวคิดและทฤษฎีมาวิเคราะห์ สังเคราะห์ ผู้วิจัยนำประสบการณ์จากการฝึกอบรมมาสร้างโปรแกรมที่เน้นการเรียนรู้เชิงลึก สร้างเกณฑ์สำหรับประเมินผล เพื่อให้นักเรียนมีความรู้และพัฒนาทักษะการคัดแยกขยะ นำมาสร้างกระบวนการฝึกอบรม (3) ส่งให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินความเหมาะสม ด้านเนื้อหา จำนวน 3 ท่าน ด้านโปรแกรมการฝึกอบรม จำนวน 1 ท่าน แล้วนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเหมาะสมของโปรแกรม (4) เมื่อผ่านการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญ นำการทดลองใช้โปรแกรมฝึกอบรมกับกลุ่มทดลอง (Try Out) ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าโปรแกรมการฝึกอบรมสามารถสร้างให้เกิดการพัฒนาตามลำดับขั้นตอน การพัฒนาโปรแกรมฝึกอบรมและเครื่องมือ รวมเป็นระยะเวลา 1 ปี (5) ฝึกอบรมด้วยโปรแกรมการฝึกอบรมที่สร้างขึ้น อบรมกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็น

นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 5 โรงเรียน แยกฝึกอบรมแต่ละโรงเรียน ใช้เวลาครั้งละ 1 วันๆ ละ 4 ชั่วโมง (6) ประเมินผลโดยใช้แบบทดสอบความรู้ก่อนและหลังฝึกอบรม และแบบประเมินผลการคัดแยกขยะ

2.4 การวิเคราะห์และการประเมินผลข้อมูล มีขั้นตอนและวิธีการดังนี้

1) แบบทดสอบความรู้ก่อนและหลังฝึกอบรมเรื่องขยะ ให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนอบรมและหลังฝึกอบรมด้วยโปรแกรมฝึกอบรม จำนวน 4 ชั่วโมง โดยแบบทดสอบก่อนและหลังฝึกอบรมใช้ฉบับเดียวกันสลับข้อ ทำการตรวจเช็คให้คะแนนรายบุคคล วิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนก่อนและหลัง หาค่าความถี่ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน แล้วนำคะแนนมาวิเคราะห์ค่าสถิติ t-test วิเคราะห์ paired sample t-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ด้วย โปรแกรม Window excel จากผลคะแนนของแบบทดสอบ โดยกำหนดเกณฑ์การประเมินระดับความรู้ไว้ 3 ระดับ ดังนี้

ช่วง 0-10 คะแนน	หมายถึง	มีความรู้ระดับต่ำ
ช่วง 11-14 คะแนน	หมายถึง	มีความรู้ระดับปานกลาง
ช่วง 15-20 คะแนน	หมายถึง	มีความรู้ระดับสูง

2) คำนวณหาค่าคะแนนพัฒนาการ จากแบบทดสอบก่อนและหลังฝึกอบรม นำผลคะแนนมาคำนวณคะแนนพัฒนาการ (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2552) โดยใช้สูตรคำนวณคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ ดังนี้

$$DS (\%) = \frac{(Y-X)}{(F-X)} \times 100$$

เมื่อ DS (%)	หมายถึง	คะแนนร้อยละของพัฒนาของนักเรียน
F	หมายถึง	คะแนนเต็มของการวัดทั้งครั้งแรกและครั้งหลัง
X	หมายถึง	คะแนนการวัดครั้งแรก
Y	หมายถึง	คะแนนการวัดครั้งหลัง

ใช้เกณฑ์คะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์เทียบระดับพัฒนาการการเรียนรู้ (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2552) ดังนี้

คะแนน	76-100	หมายถึง	พัฒนาการระดับสูงมาก
คะแนน	51-75	หมายถึง	พัฒนาการระดับสูง
คะแนน	26-50	หมายถึง	พัฒนาการระดับกลาง
คะแนน	0-25	หมายถึง	พัฒนาการระดับต้น

3) แบบประเมินผลการคัดแยกขยะ โดยการให้นักเรียนเล่นเกม “คัดแยกขยะพาเพลิน” วิธีการเล่นจะแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็น 4 กลุ่มๆ ละเท่าๆ กัน ให้นักเรียนนำบัตรภาพขยะ จำนวน 60 ชนิด ช่วยกันคัดแยกขยะลงถังขยะ 4 ประเภทให้ถูกต้อง และจดบันทึกผลการคัดแยกขยะของนักเรียน นำผลคะแนนคำนวณค่าสถิติ ได้แก่ ค่าความถี่ และค่าร้อยละ การประเมินผลความรู้เกี่ยวกับการจำแนกประเภทขยะ ใช้เกณฑ์ 5 ระดับ ดังนี้

คัดแยกขยะถูกต้อง ร้อยละ	81-100	หมายถึง	ระดับความรู้ดีมาก
คัดแยกขยะถูกต้อง ร้อยละ	61-80	หมายถึง	ระดับความรู้มาก
คัดแยกขยะถูกต้อง ร้อยละ	41-60	หมายถึง	ระดับความรู้ปานกลาง
คัดแยกขยะถูกต้อง ร้อยละ	21-40	หมายถึง	ระดับรู้น้อย
คัดแยกขยะถูกต้อง ร้อยละ	1-20	หมายถึง	ระดับรู้น้อยที่สุด

3. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

3.1 การสร้างโปรแกรมฝึกอบรมสามารถสร้างทักษะการคัดแยกขยะ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายอย่างมีประสิทธิภาพ พบว่า โปรแกรมฝึกอบรมสร้างขึ้นจากประสบการณ์ของผู้วิจัย ใช้วิธีการบรรยายเนื้อหา ด้วยสื่อ Power Point และสื่อขยะของจริง สลับกับการเล่นเกม ซึ่งกิจกรรมและเนื้อหาที่ใช้ฝึกอบรม ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 เนื้อหาเกี่ยวกับ สถานการณ์ ปัญหา ผลกระทบ ประเภทของขยะ วิธีคัดแยกขยะ จำนวน 1 ชั่วโมง แล้วทบทวนเนื้อหาด้วยกิจกรรมเกม “คัดแยกขยะพาเพลิน” จำนวน 1 ชั่วโมง และส่วนที่ 2 การจัดการขยะด้วยหลัก 3Rs การกำจัดขยะแต่ละประเภท จำนวน 1 ชั่วโมง แล้วเล่นเกม “บ้านสวยรวยทรัพย์” จำนวน 1 ชั่วโมง ซึ่งโปรแกรมฝึกอบรมทำให้นักเรียนเกิดการมีส่วนร่วม กิจกรรมสร้างความสนุกสนาน นักเรียนมีการโต้ตอบพูดคุยอย่างเป็นกันเอง การพัฒนาโปรแกรมฝึกอบรมนี้ สอดคล้องกับวรรณศิริ ชูระแพง (2564) ที่กล่าวว่า การพัฒนากิจกรรมฝึกอบรมโดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน ทำให้ผู้เข้าฝึกอบรมมีระดับความรู้สูงขึ้นสอดคล้องกับการแนวคิดของกิตติพงศ์ ม่วงแก้ว (2562) ได้กล่าวไว้ว่า เกมสิ่งที่ช่วยในการกระตุ้นและสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน แต่ต้อง

ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ด้วยวิธีการที่สนุกสนาน ใช้กลไกของเกมเป็นตัวดำเนินอย่างไม่ซับซ้อน อันจะทำให้ผู้เรียนเกิดพฤติกรรม ตรวจสอบ ปรับปรุง และหาวิธีการแก้ไขปัญหา ทำให้นักเรียนมีความรู้เพิ่มขึ้น

3.2 การนำโปรแกรมฝึกอบรมไปใช้กับกลุ่มทดลอง (Try Out) กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 4-6 ของโรงเรียน ห้วยนางราษฎร์บำรุง จำนวน 50 คน ฝึกอบรมเพื่อสร้างทักษะการตัดแยกขยะ ด้วยรูปแบบการบรรยายและนำเกมมาใช้ระหว่างการบรรยาย ซึ่งทำให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการคิด วิเคราะห์ ด้วยวิธีการที่สนุกสนาน พบว่า ก่อนเข้ารับการอบรมนักเรียน มีความรู้ในระดับสูง ($\bar{x} = 17.3, S.D. = 1.96$) และหลังฝึกอบรมมีคะแนนเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ($\bar{x} = 15.1, S.D. = 2.40$) มีความรู้ในระดับสูง และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างคะแนนก่อนและหลังฝึกอบรม พบว่า คะแนนหลังฝึกอบรมของนักเรียนสูงกว่าก่อนอบรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีพัฒนาการการเรียนรู้เรื่องขยะเพิ่มขึ้นระดับน้อย (ร้อยละ 14.9)

3.3 ผลของการใช้โปรแกรมฝึกอบรม มีดังนี้

1) ก่อนฝึกอบรม นักเรียนส่วนใหญ่มีความรู้เรื่องขยะผ่านเกณฑ์ร้อยละ 50 (≥ 10 คะแนน) ร้อยละ 93 มีคะแนนต่ำสุด 5 คะแนน และคะแนนสูงสุด 20 คะแนน นักเรียนมีความรู้เรื่องขยะ มีความรู้ระดับปานกลาง ($\bar{x} = 13.34, S.D. = 2.64$) หลังฝึกอบรม นักเรียนทุกคนทำแบบทดสอบได้ผ่านร้อยละ 50 (≥ 10 คะแนน) ร้อยละ 100 มีคะแนนต่ำสุด 10 คะแนน และคะแนนสูงสุด 20 คะแนน นักเรียนมีความรู้อยู่ในระดับมาก ($\bar{x} = 17.24, S.D. = 2.06$)

2) การพัฒนาความรู้ของนักเรียนมีแนวโน้มความเปลี่ยนแปลงของคะแนนเพิ่มขึ้น ร้อยละ 58.7 และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างคะแนนก่อนและหลังฝึกอบรม พบว่า คะแนนหลังฝึกอบรมของนักเรียนสูงกว่าก่อนเข้ารับการอบรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่า หลังการฝึกอบรมนักเรียนมีการพัฒนาความรู้เรื่องขยะเพิ่มมากขึ้น ดังตารางที่ 1

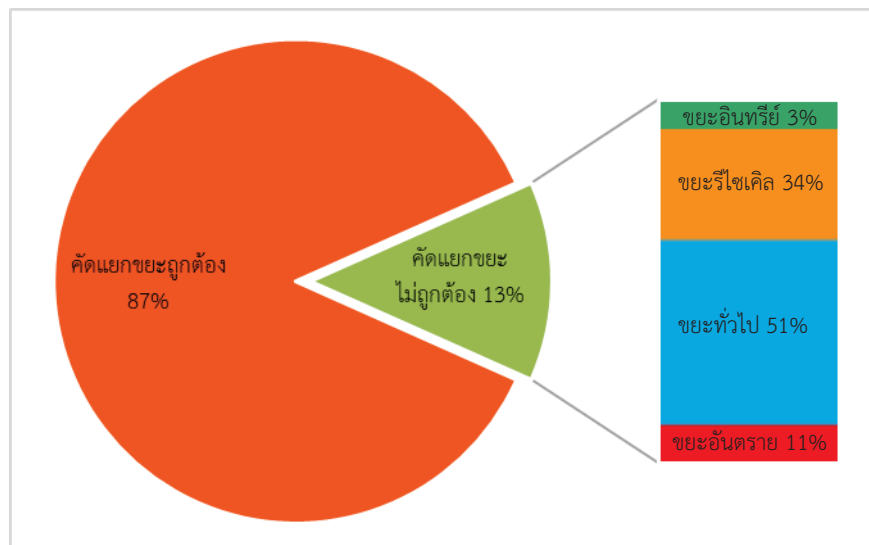
ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับนัยสำคัญทางสถิติ (N = 250)

ทดสอบความรู้	คะแนนเต็ม	คะแนนต่ำสุด	คะแนนสูงสุด	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ความแปรปรวน	t	Sig. (1-tailed)
ก่อนเรียน	20	5	20	13	2.64	4.252	26.5	.00
หลังเรียน	20	11	20	17	2.06	6.948	9*	

*ค่า P < .01

3) การประเมินผลความรู้เรื่องการคัดแยกประเภทขยะ ด้วยเกม “คัดแยกขยะพาเพลิน” พบว่า เมื่อนักเรียนนำบัตรภาพชนิดขยะแยกทิ้งลงในถังขยะ 4 ประเภท คือ ขยะอินทรีย์ ขยะรีไซเคิล ขยะทั่วไป และอันตราย พบว่า นักเรียนคัดแยกประเภทขยะได้ถูกต้อง (ร้อยละ 87) คัดแยกประเภทขยะไม่ถูกต้อง (ร้อยละ 13) แสดงว่า การใช้โปรแกรมฝึกอบรมนักเรียนส่วนใหญ่มีความรู้เรื่องการคัดแยกประเภทขยะในระดับมาก

เมื่อนำชนิดขยะที่นักเรียนคัดแยกไม่ถูกต้อง มาจำแนกประเภทขยะ พบว่า ขยะทั่วไป เป็นขยะที่นักเรียนคัดแยกไม่ถูกต้องมากที่สุด รองลงมาเป็นขยะรีไซเคิล ขยะอันตราย และขยะอินทรีย์ ร้อยละ 51, 34, 11 และ 3 ตามลำดับ (ภาพที่ 1) แสดงว่าประเภทขยะทั่วไปและขยะรีไซเคิลสร้างความสับสนให้แก่ นักเรียน เนื่องจากขยะ 2 ประเภทนี้มีคุณลักษณะที่คล้ายคลึงกัน การคัดแยกประเภทยุ่งยากกว่าขยะอินทรีย์และขยะอันตราย



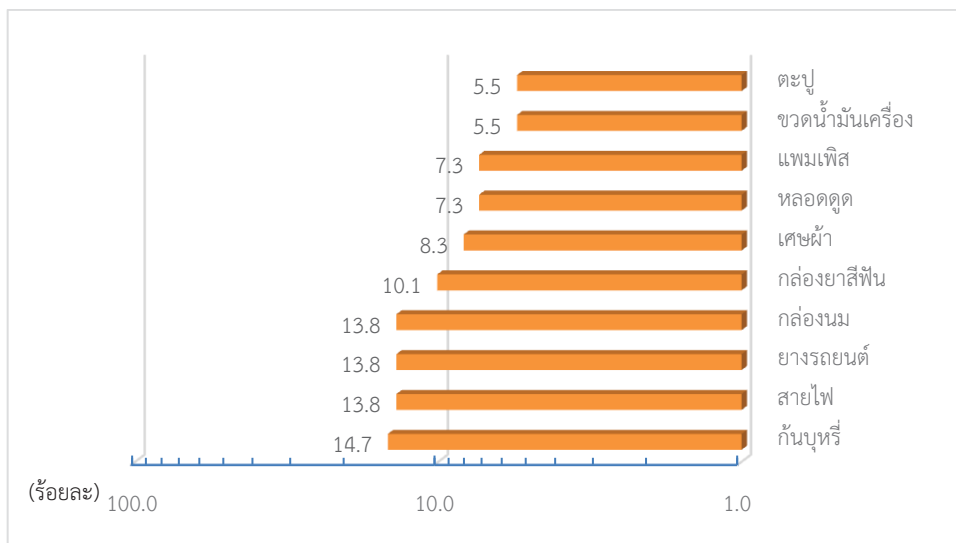
ภาพที่ 1 ผลการคัดแยกประเภทขยะของนักเรียน

ชนิดขยะที่นักเรียนคัดแยกไม่ถูกต้องซ้ำๆ และบ่อยครั้ง มีจำนวน 34 ชนิด จากขยะทั้งหมด 60 ชนิด ได้แก่ (1) ไม้เสียบลูกชิ้น (2) ไม้ไผ่ (3) ขวดเครื่องดื่มชูกำลัง (4) ขวดแก้วเขียว (5) ขวดพลาสติก(น้ำโค้ก) (6) ขวดพลาสติก (ขวดแชมพู) (7) กล่องยาสีฟัน (8) กระดาษลัง (9) กระดาษ A4 ใช้แล้ว (10) ตะกร้าพลาสติก (11) แก้วพลาสติก (12) สายไฟ (13) รถจักรยาน (14) ตะปู (15) ทองแดง (16) ถังใส่น้ำ (17) เศษผ้า (18) ที่นอน (19) หนังสยอง (20) ยางรถยนต์ (21) กล่องนม (22) แก้วกระดาษเคลือบ (23) โฟม (24) ก้นบุหรี่ (25) เข็มขัด (26) รองเท้า (27) หลอดดูด (28) ถังพลาสติก (29) น้ำหมักปากก้า (30) หน้ากากอนามัย (31) ขวดน้ำมันเครื่อง (32) แพมเพิส (33) ลิปสติค (34) มาสคาร่า ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ชนิดและประเภทขยะที่นักเรียนคัดแยกขยะไม่ถูกต้อง

ขยะ 10 ชนิดที่นักเรียนคัดแยกไม่ถูกต้องบ่อยที่สุด ได้แก่ ก้นบุหรี่ คิดเป็นร้อยละ 14.7 สายไฟ ยางรถยนต์ กล่องนม กล่องยาสีฟัน เศษผ้า หลอดดูด แพมเพิส ขวดน้ำมันเครื่อง และตะปู ตามลำดับ (ดังภาพที่ 3)



ภาพที่ 3 ขยะ 10 ชนิดที่นักเรียนคัดแยกไม่ถูกต้อง

การใช้โปรแกรมฝึกอบรม สามารถช่วยเพิ่มทักษะการคัดแยกขยะของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายได้เป็นอย่างดี แต่อย่างไรก็ตาม ยังมีขยะอีกหลายชนิดที่นักเรียนคัดแยกไม่ถูกต้องบ่อยครั้ง เช่น ตะปูและไม้เสียบลูกชิ้น นักเรียนส่วนใหญ่คิดว่าตะปูและไม้เสียบลูกชิ้นเป็นขยะอันตราย ทั้งนี้เนื่องจากนักเรียนใช้การจำแนกตามลักษณะทางกายภาพของขยะ มองภายนอกว่าตะปูและไม้เสียบลูกชิ้นแหลมคมและเป็นอันตรายต่อชีวิต แสดงว่า คุณสมบัติทางกายภาพ เป็นปัจจัยสำคัญต่อการตัดสินใจของนักเรียนในคัดแยกขยะก่อนทิ้งลงถัง

4. สรุป

การใช้โปรแกรมฝึกอบรมเพื่อสร้างทักษะการคัดแยกขยะ สามารถเพิ่มประสิทธิภาพด้านความรู้และทักษะการคัดแยกขยะแก่นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายได้เป็นอย่างดี จากการใช้กิจกรรมเกมคัดแยกขยะ ทำให้ทราบว่าการตัดสินใจทิ้งขยะนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ผ่านการคิดวิเคราะห์อย่างสมเหตุสมผล ปัจจัยที่มีผลต่อการคัดแยกขยะก่อนตัดสินใจทิ้งลงถังขยะทั้ง 4 ประเภท คือ ลักษณะทางกายภาพของขยะ (รูปร่าง ลักษณะภายนอกของขยะ) ระยะเวลาการย่อยสลาย สารพิษ และเชื้อที่อันตรายต่อร่างกาย อย่างไรก็ตามองค์ความรู้เรื่องขยะต้องปรับปรุง เพิ่มเติม และพัฒนา การเรียนการสอนให้เหมาะสมสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายมากขึ้น ในด้านโครงสร้างขยะ องค์ประกอบ และ คุณสมบัติขยะ ให้ละเอียดและความชัดเจนในเชิงลึกมากขึ้น ดังนั้นองค์ความรู้ของโปรแกรมฝึกอบรมสามารถพัฒนาเพิ่มเติมในส่วนของคุณสมบัติและลักษณะของขยะที่นักเรียนคัดแยกผิดบ่อยครั้งให้ถี่เนื้อหาที่ละเอียดมากยิ่งขึ้น

5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนการวิจัยจากโครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ และขอขอบคุณองค์การบริหารส่วนจังหวัดตรังสำหรับงบประมาณในการจัดฝึกอบรม

6. เอกสารอ้างอิง

กรมควบคุมมลพิษ. 2566. ปริมาณขยะมูลฝอย. สืบค้นจาก <https://thaimsw.pcd.go.th/report1.php?year=2564>

กิตติพงษ์ ม่วงแก้ว (2562, มกราคม-เมษายน). การพัฒนาเกมเพื่อการศึกษารายวิชาคอมพิวเตอร์. วารสารเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. 2(4), 108-119 น.

วรรณสิริ ชูระแพง (2564). การพัฒนากิจกรรมการฝึกอบรมโดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ร่วมกันผ่านระบบสังคมออนไลน์สำหรับธุรกิจเพื่อส่งเสริมความรู้ด้านคลังสินค้าและพฤติกรรมความร่วมมือของพนักงานในองค์กรธุรกิจอุตสาหกรรมแปรรูปอาหาร.

(วิทยานิพนธ์ ศึกษามหาบัณฑิต). สาขาวิชาเทคโนโลยีศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.

ศิริชัย กาญจนวาสี. (2552). ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม. (พิมพ์ครั้งที่ 6). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย.

ผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาบทความ

รองศาสตราจารย์ ดร. อัครเดช วานิชชินชัย
 รองศาสตราจารย์ ดร.ภัทราวดี มากมี
 รองศาสตราจารย์ ดร.นฤมล มงคลธนวัฒน์
 รองศาสตราจารย์ ดร.ปราโมทย์ พรสุริยา
 รองศาสตราจารย์ ดร.วรัญญา โนนม่วง
 รองศาสตราจารย์ ดร.สุชาดา บุญเลิศสินรินทร์
 รองศาสตราจารย์ ดร.ชุตินุช สุจริต
 รองศาสตราจารย์ ดร.บุญยฤทธิ์ ประสาทแก้ว
 รองศาสตราจารย์ ดร.วรินทร์ พูลศรี
 รองศาสตราจารย์ ดร.ประชุม คำพุด
 รองศาสตราจารย์ ดร.ชาติรี หอมเขียว
 รองศาสตราจารย์รวินภา ศรีมูล
 รองศาสตราจารย์อโนชา กิริยากิจ
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อำนาจ ขาวเน
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กริช แร่งสูงเนิน
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ละอองศรี ศิริเกษร
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กฤตยชล ท่องธรรมสถิต
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เนาวรัตน์ อินทรประสิทธิ์
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ยุพา สระอุโณ
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุกัญญา บุญศรี
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สายพิน สีหรัักษ์
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยนันท์ ปานนิ่ม วิภาหันธ์
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วันเพ็ญ ผลิศร
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศศิธร สรรพอคำ
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อาริษา โสภากจารย์
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กษศร หัสโรค์
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไกรฤกษ์ เขยชื่น
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มธุรส ผ่านเมือง
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐชา เพ็ชรยิ้ม
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รุ่งทิพย์ ไทยสม
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภิญญาดา รื่นสุข
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชัยเสกฐ์ พรหมศรี
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฉานิกา แซ่แง ชุกกลิ่น
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ลักขมี วิทยา
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สายใจ แก้วอ่อน
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อาคม ลักษณะสกุล
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนตรี ฉายสว่าง
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชวัลฤทัย วงศ์กาแหงหาญ
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประภาศรี ศรีชัย

มหาวิทยาลัยมหิดล
 มหาวิทยาลัยบูรพา
 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก
 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก
 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก
 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก
 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
 มหาวิทยาลัยขอนแก่น
 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก
 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
 มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง
 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก
 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์
 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์
 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน
 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์
 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์บุญพริกา สุมะณา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์อมรรัตน์ สุวรรณโพธิ์ศรี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิเชฐ คุณาภรวงศ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธนสิน บุญนาม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธิดารัตน์ กุลณัฐรวงศ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุกัญญา บุญศรี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิริรัตน์ ชำนาญรบ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รุ่งอรุณ พรเจริญ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุดคณิง ณะหนอง
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชัยเสกฐ์ พรหมศรี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิรินทร์ สว่างวรรณ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อาริษา โสภากาจารย์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรชาติ จันทร์ชิต
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุภาภรณ์ เอี่ยมแข็ง
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิกามาศ ชูสิทธิ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ขวัญชัย จ้อยเจริญ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรัชย์ เตชะเอ๋ย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิรินาถ ศรีอ่อนนวล
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สายใจ แก้วอ่อน
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศศิธร สรรพอคำ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วัชนะชัย จุมผา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิไลวรรณ ลีนะกุล
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุชาดา เกตุดี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กฤษดา เสือเอี่ยม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชลัท ทิพากรเกียรติ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วัชนะชัย จุมผา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นันทชัย ชูศิลป์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.คันสนีย์ ทิมทอง
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พีรญา เขตพงษ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิรัช กองสิน
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นชิรัตน์ ราชบุรี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พงศ์พัฒน์ สิงห์ศรี
พ.ท.ดร.ต้องการ แก้วเฉลิมทอง
อาจารย์ ดร.มนชिरดา ทองเกิด
อาจารย์ ดร.ณัฐกิตติ์ ต้นสมรส
อาจารย์ ดร.หวนใจ หล้าพรม
อาจารย์ ดร.ศิริพร มิชา
อาจารย์ ดร.ดร.บุชิต มาให้
อาจารย์ ดร.ปวีณอิศร์ชต์ เคนจันทน์
อาจารย์ ดร.นิรันดร์ วัชรโดม
อาจารย์ ดร.พัชรินทร์ บุญนุ่น

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย สงขลา
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก
โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

อาจารย์ ดร.นฤภัทร์ คุ่มกลาง
 อาจารย์ ดร.น้ำอ้อย ปัญญา
 อาจารย์ ดร.ดารกา ทองไทยนันท์
 อาจารย์ ดร.ญาดา ขอบทำดี
 อาจารย์ ดร.อรรถพงษ์ ศรีตะลาชัย
 อาจารย์ ดร.พีรรัตน์ ดวงดีบ
 อาจารย์ ดร.เปรมระพี อุยมาวีรธีรัญ
 อาจารย์ ดร.ปิ่นอนงค์ ธนิกกุล
 อาจารย์ ดร.ภัทริกา สูงสมบัติ
 อาจารย์ ดร.วีรยา ภูมิกำ
 อาจารย์ ดร.สังจวัฒน์ จาริกศิลป์
 อาจารย์ ดร.สันฐิติ ปินคาเตอร์
 อาจารย์ ดร.สิงห์รัฐ ชารี
 อาจารย์ ดร.ชัยยา น้อยนารถ
 อาจารย์ ดร.สินสมุทร แซ่โง้ว
 อาจารย์ ดร.เสาวคนธ์ ชูบัว
 อาจารย์ ดร.สิริลักษณ์ ประเสริฐกุลศักดิ์
 อาจารย์ ดร.ปิยชาติ ธาตรีรานนท์
 อาจารย์ ดร.นพดล เดชประเสริฐ
 อาจารย์ ดร.ขวัญฤทัย บุญยะเสนา
 อาจารย์ ดร.ชนิษฐา ดีสุบิน
 อาจารย์ ดร.ณัชพงศ์พล คงชะสิงห์
 อาจารย์ ดร.ดวงฤทัย นิคมรัฐ
 อาจารย์ ดร.ธัญญาภรณ์ บุญยัง
 อาจารย์ ดร.อานันท์ ไม้ประดิษฐ์
 อาจารย์ ดร.สุลภณยา บุญโยธิน
 อาจารย์ ดร.อาภาพร รุจิระเศรษฐ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก
 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก
 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก
 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์
 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก
 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
 มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตตรัง
 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์

Organized by



Co-organized by



Thank You for Supporters:



การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 13



วันที่ 30 สิงหาคม - 1 กันยายน 2566



ณ ศูนย์ประชุมบางขุนเทียนดิไซน์เซ็นเตอร์ฮอลล์
สวนบางขุนพิทยา ตำบลบางจอมเทียน อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี

คณะกรรมการที่ปรึกษา

1. นายกสภามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก
(ศาสตราจารย์ ดร.สุนทร บุญญาริการ)
2. อธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล 9 แห่ง
3. อธิบดีกรมปศุสัตว์
4. ประธานกรรมการผู้จัดการสวนบางขุนพิทยา
5. ผู้ว่าราชการจังหวัดชลบุรี
6. ผู้อำนวยการสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ
7. นายกเมืองพิทยา
8. ผู้อำนวยการองค์การสวนสัตว์แห่งประเทศไทย
9. เครือข่ายวิจัยอุดมศึกษาภาคตะวันออก (มหาวิทยาลัยบูรพา)
10. ผู้อำนวยการสำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน)
11. ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล 8 แห่ง
12. ศาสตราจารย์ ดร.วิษณุ เพชรภา
13. ศาสตราจารย์ ดร.อลงกลด แทนอมทอง
14. รองศาสตราจารย์ ดร.วิกร ตัณฑุทุกไธ
15. รองศาสตราจารย์ สัตวแพทยหญิง ดร.เดือนตา ชาญศิลป์
16. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กฤษฏา อนันตกาลต์

จัดทำโดย:

สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก

FOR MORE INFORMATION:



☎ 033 - 136099 ext. 1181-1185 ✉ irdi@rmutto.ac.th 🌐 <https://rmutcon2023.rmutto.ac.th>





การประชุมวิชาการระดับชาติมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 13
การประชุมวิชาการระดับนานาชาติมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 12 และ
การประกวดสิ่งประดิษฐ์และนวัตกรรมราชมงคล ครั้งที่ 5



“๕ ราชมงคล เสริมพลัง ผลักดัน นวัตกรรมยั่งยืน
และ ขับเคลื่อนวิถีชีวิตยุคต่อไปด้วยต้นแบบ BCG”

สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก
เลขที่ 43 หมู่ 6 ตำบลบางพระ อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี



033 - 136099 ext. 1181-1185



<https://rmutcon2023.rmutto.ac.th>



irdi@rmutto.ac.th