



วารสารวิจัยและพัฒนา  
วไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์  
สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

VRU Research and Development Journal // ISSN 3027-7353 (Online)

Science and Technology

ปีที่ 20 ฉบับที่ 3 (เดือนกันยายน - ธันวาคม 2568)



### วัตถุประสงค์

1. เพื่อเป็นสื่อกลางในการเผยแพร่ผลงานบทความวิจัยทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้แก่ อาหาร วิทยาศาสตร์ การแพทย์ และสุขภาพ วิทยาศาสตร์ธรรมชาติ เกษตรศาสตร์ วิทยาศาสตร์ประยุกต์ วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม วิศวกรรมศาสตร์ สาขาอื่นๆ และเทคโนโลยีสารสนเทศ ผู้นำวิจัย นักวิชาการและผู้สนใจทั่วไป
2. เพื่อเผยแพร่ผลงานบทความวิจัย เพื่อการพัฒนาพื้นที่ในระดับจังหวัด กลุ่มจังหวัด ตำบล หมู่บ้าน หรือชุมชน แก่นักวิจัย นักวิชาการและบุคคลทั่วไป ได้เสนองานผลงานวิจัยสู่สาธารณะ
3. เพื่อส่งเสริมความร่วมมือในการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้แก่ อาหาร วิทยาศาสตร์การแพทย์ และสุขภาพ วิทยาศาสตร์ธรรมชาติ เกษตรศาสตร์ วิทยาศาสตร์ประยุกต์ วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม วิศวกรรมศาสตร์ สาขาอื่นๆ และเทคโนโลยีสารสนเทศ รวมไปถึงประสบการณ์ในการวิจัยระหว่างสถาบัน

### เจ้าของ

สถาบันวิจัยและพัฒนา  
มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์  
ในพระบรมราชูปถัมภ์

### กำหนดออกเผยแพร่

ปีละ 3 ฉบับ

ฉบับที่ 1 (มกราคม – เมษายน)

ฉบับที่ 2 (พฤษภาคม – สิงหาคม)

ฉบับที่ 3 (กันยายน – ธันวาคม)

### คณะที่ปรึกษา

รศ.ดร.สมบัติ คชสิทธิ์

รศ.ดร.อรสา จรุงธรรม

ผศ.ดร.ภคศักดิ์ กัลยาณมิตร

ผศ.ชวลา ละวาทีน

### บรรณาธิการ

ผศ.ดร.ศิริวรรณ พลเศษ

### กองบรรณาธิการ

- |                                      |  |
|--------------------------------------|--|
| 1. ศ.ดร.สมจิตต์ สุพรรณทัศน์          | มหาวิทยาลัยมหิดล                               |
| 2. ศ.ดร.ปรัชญนันท์ นิลสุข            | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ     |
| 3. ศ.ดร.พานิช อินต๊ะ                 | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา              |
| 4. ศ.ดร.สุรสิงห์ ไชยคุณ              | มหาวิทยาลัยบูรพา                               |
| 5. รศ.ดร.สุรชัย สุขสกุลชัย           | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี          |
| 6. รศ.ดร.สุทธิพันธุ์ แก้วสมพงษ์      | มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์                         |
| 7. รศ.ดร.ชรินทร์ บุญลักษณ์านุสรณ์    | สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง |
| 8. รศ.ดร.นเรศรชฎ พัฒนาเดช            | สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง |
| 9. รศ.ดร.พิสิษฐ์ ลีรัตนกุล           | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ     |
| 10. รศ.ดร.เจษฎา มิ่งฉาย              | มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์                     |
| 11. Assoc. Prof. Rameshprabu Ramaraj | มหาวิทยาลัยแม่โจ้                              |

### คณะผู้จัดทำวารสารและเผยแพร่

อาจารย์ ว่าที่ร้อยตรี ปิยะพงษ์ ยงเพชร

อาจารย์วิษณุชญา ศิลาน้อย

นางนงลักษณ์ สมณะ

นางสาวปรีญา ยอดจันทร์

นายชูศักดิ์ ชันธชาติ

### ติดต่อสอบถามรายละเอียดได้ที่

สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์

เลขที่ 1 หมู่ 20 ถนนพหลโยธิน กม.48 ปนจ.ประตูน้ำพระอินทร์

ตำบลคลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี รหัสไปรษณีย์ 13180

โทรศัพท์ 0 2909 3036

E-mail: rdi\_journalsci@vru.ac.th

Website: <https://so06.tci-thaijo.org/index.php/vrurdistjournal/>

ข้อความและบทความในวารสารนี้  
เป็นความคิดเห็นของผู้นิพนธ์โดยเฉพาะ  
กองบรรณาธิการไม่มีส่วนรับผิดชอบในเนื้อหา  
และข้อคิดเห็นอื่นๆ แต่อย่างใด

# วารสารวิจัยและพัฒนา วไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์

## สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

### VRU Research and Development Journal

### Science and Technology

#### บทบรรณาธิการ

วารสารวิจัยและพัฒนา วไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จัดทำขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นสื่อกลางในการเผยแพร่ผลงานบทความวิจัยทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สู่นักวิจัยและผู้สนใจทั่วไป และเพื่อส่งเสริมความร่วมมือในการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และประสบการณ์ในการวิจัยระหว่างสถาบัน ซึ่งได้รับการประเมินคุณภาพวารสารวิชาการจากศูนย์อ้างอิงดัชนีวารสารไทย (TCI) โดยถูกจัดให้เป็น วารสารกลุ่มที่ 1 สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีกำหนดออกเผยแพร่ ปีละ 3 ฉบับ คือ ฉบับที่ 1 (เดือนมกราคม – เดือนเมษายน) ฉบับที่ 2 (เดือนพฤษภาคม – เดือนสิงหาคม) ฉบับที่ 3 (เดือนกันยายน – เดือนธันวาคม) สำหรับนักวิจัยที่มีความประสงค์จะส่งต้นฉบับเพื่อลงตีพิมพ์ในวารสารวิจัยและพัฒนาฯ สามารถส่งบทความวิจัยดังกล่าวมายังกองบรรณาธิการได้โดยตรง ทั้งนี้บทความวิจัยที่เสนอขอตีพิมพ์จะต้องไม่เคยหรือได้อยู่ในระหว่างขอเสนอลงตีพิมพ์ในวารสารฉบับอื่นมาก่อน ซึ่งบทความวิจัยดังกล่าวจะต้องได้รับการอ่านและประเมินคุณภาพพร้อมได้รับความเห็นชอบให้ตีพิมพ์เผยแพร่จากผู้ทรงคุณวุฒิ (Peer Review) ในสาขาวิชานั้น ๆ ที่มาจากหลากหลายสถาบัน ของวารสารวิจัยและพัฒนาฯ จำนวน 3 ท่านก่อนลงตีพิมพ์ โดยผู้ทรงคุณวุฒิไม่ทราบชื่อผู้นิพนธ์ และผู้นิพนธ์ไม่ทราบชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ (Double-blinded Review) บทความวิจัยที่ได้รับการพิจารณาตีพิมพ์เผยแพร่ในวารสารวิจัยและพัฒนาฯ ถือเป็นกรรมสิทธิ์ของสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ ห้ามนำข้อความทั้งหมดหรือบางส่วนไปพิมพ์ซ้ำ เว้นแต่จะได้รับอนุญาตจากมหาวิทยาลัยเป็นลายลักษณ์อักษรหรือมีการอ้างอิงอย่างถูกต้องชัดเจน โดยเนื้อหาต้นฉบับที่ปรากฏในวารสารวิจัยและพัฒนาฯ เป็นความรับผิดชอบของผู้นิพนธ์บทความวิจัยเอง ทั้งนี้ไม่รวมความผิดพลาดอันเกิดจากเทคนิคการพิมพ์

ปัจจุบันวารสารวิจัยและพัฒนาฯ ปีที่ 20 ฉบับที่ 3 เดือนกันยายน – ธันวาคม พ.ศ. 2568 ฉบับนี้ ได้รวบรวมบทความวิจัยทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จำนวน 19 เรื่อง เผยแพร่ผ่านเว็บไซต์ <https://so06.tci-thaijo.org/index.php/vrurdistjournal/>

สุดท้ายนี้ ทางกองบรรณาธิการ ขอขอบพระคุณทุกท่านที่ให้การสนับสนุนและส่งผลงานบทความวิจัยเข้าร่วมลงตีพิมพ์ในวารสารวิจัยและพัฒนาฯ อย่างดีตลอดมา

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิริวรรณ พลเศษ

บรรณาธิการ วารสารวิจัยและพัฒนา วไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์

สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

## สารบัญ

	หน้า
รูปแบบผลิตภัณฑ์กายานที่มีส่วนผสมของพรวานกลุ่มสำหรับแก้อาการตกขาวในสตรี วัยเจริญพันธุ์ และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ไคโลมีย์ หะมะ พัลยา หมดสู ปิยะนุช สุวรรณรัตน์ สุพัตรา พรหมอินทร์ ธีระพงษ์ นิลละออ	1-15
การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการข้อมูลผู้ที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ กิตติ โปธิสมภาพวงษ์ สมโภชน์ สายบุญเรือน สวิชญา ศรีไพร สายสุนี โพธิ์ตุ่น	16-33
การศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการบริหารงานซ่อมบำรุงในอุตสาหกรรมโรงแรมด้วย การประยุกต์ใช้เทคโนโลยี กรณีศึกษาโรงแรมในจังหวัดภูเก็ต หาญพล มิตรวงศ์ วีระยุทธ สุดสมบุรณ์ สิทธิชัย แก้วเกื้อกุล ฉัตรชัย แก้วดี วีรพล ปานศรีนวล	34-51
การประเมินความเสี่ยงด้านสุขภาพจากการสัมผัสกับฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM2.5 ทางการ หายใจของกลุ่มแรงงานชาติพันธุ์อาข่า ในเขตจังหวัดเชียงราย อารีย์ จอแย มณีรัตน์ สวนม่วง จุฑามาศ เมืองมูล บุชบา สอิ่งแก้ว พัทธนิษย์ คำอาร	52-68
การพัฒนาระบบฐานข้อมูลดิจิทัลเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการเกษตรกร ผู้ปลูกมันสำปะหลังในจังหวัดเลย สังสรรค์ หล้าพันธ์ สุจิตรานันท์ มังคละโชยา	69-83
โมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของปัจจัยนำ ปัจจัยเอื้อ และปัจจัยเสริมต่อพฤติกรรม การป้องกันโรคและการบาดเจ็บจากการทำงานของพนักงานเก็บขยะมูลฝอย ในจังหวัดฉะเชิงเทรา อมรรัตน์ ดอกไม้ขาว วัลลภ ใจดี ดนัย บวรเกียรติกุล	84-100
การพัฒนาระบบสนับสนุนการทำนายการยืนยันสิทธิ์เข้าศึกษาด้วยการประยุกต์ใช้เทคนิค การเรียนรู้เชิงลึก กรณีศึกษาคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี สุภาวดี หิรัญพงศ์สิน พัทธดนย์ จัยสิน ไชยยนต์ คงไชย	101-118
การพยากรณ์ความต้องการแรงงานของประเทศไทยด้วยวิธีการเคลื่อนที่อย่างง่ายและ วิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลอย่างง่าย อรรวรรณ สืบเสน	119-136
รูปแบบการจัดการขยะมูลฝอยในพื้นที่ชุมชนชายฝั่งปากแม่น้ำบ้านเกาะเคียม อำเภอกันตัง จังหวัดตรัง พุทธิพงศ์ บุญชู ณรงค์ เบ็ญสอาด	137-150
การพัฒนาระบบแนะนำหนังสือในห้องสมุดโดยการวิเคราะห์พฤติกรรมผู้ใช้ด้วยอัลกอริทึม เอพพี-กโร กานต์ สรรพสาร วงกต ศรีอุไร	151-167
การศึกษาผลของปุ๋ยหมักต่อสัณฐานวิทยาและฤทธิ์ทางชีวภาพของกระชายขาว โชคชัย แซ่ว่าง พรพรรณ มณีวรรณ จักรกฤษณ์ คณารีย์ กฤษดา ศรีหมตรี นวรรตน์ วิริยะเชชม ชนาภา ไวยลาพี	168-183

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
การประเมินศักยภาพภูมิปัญญาท้องถิ่นในการออกแบบภูมิทัศน์เชิงนิเวศเพื่อเสริมระบบนิเวศ เกษตรกรรมของชุมชนแอ่งที่ราบเมืองคอง อำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ อัมพิกา อ่าลอย	184-198
ปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในสารสกัดหยาบจากส่วนต่างๆของยี่โถ ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส ฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์แซนทีนออกซิเดส และฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย ณพัชรอร บัวฉุน	199-216
PROTOTYPE GINGER SLICING MACHINE WITH PARAMETER CONTROL FOR IMPROVED PRODUCTION EFFICIENCY Yotsawat Jantana	217-231
การศึกษาเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ต้นแบบสมุนไพรสเปรย์ไพลแอโรซอล ศิวพงษ์ ต้นสุวรรณวงศ์ มณฑนา คำอ้าย นิศรา ชัยวงศ์ อีรนันท์ ธัญชัย	232-245
การพัฒนาหนังสือเทียบจากกาบกล้วยเพื่อการออกแบบผลิตภัณฑ์ชุมชนเชิงสร้างสรรค์ของ จังหวัดเพชรบูรณ์ นิรุต ชันทรี ธเนศ เรืองเดช กฤษณา เกตุคำ	246-262
การปรับปรุงกระบวนการด้วยเทคนิค 5W1H ร่วมกับหลักการ ECRS: กรณีศึกษา กระบวนการคัดและบรรจุพริก เดือนรุ่ง สุวรรณโสภา นรรัตน์ รัตนวัย นราธิป สุพัฒน์ธนานนท์ รักษ์น้อย อัครรุ่งเรืองกุล เอราวัฒน์ ชาญพหล	263-276
FACTORS INFLUENCING SERVICE QUALITY OF LOGISTICS PROVIDERS IN THAILAND Phosawee Kettreerkorn Chatwaleerat Sakulsuksomboon Thanatorn Chuenyindee Nattakit Yuduang	277-290
การพัฒนาระบบแชทบอทสำหรับเว็บไซต์มหาวิทยาลัยโดยใช้โมเดลภาษาขนาดใหญ่และการ สร้างคำตอบด้วยการค้นคืนผ่านแพลตฟอร์ม Flowise กฤษฎ์ภวิศ สูงสว่าง ธนพร ปฏิกรณ์ เอกชัย เนาวนิช	291-305

## รูปแบบผลิตภัณฑ์กாயานที่มีส่วนผสมของพรัววนกลุ่มสำหรับแก้อาการตกขาวในสตรีวัยเจริญพันธุ์ และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

ไอลามี๋ หะมะ<sup>1</sup> พืลยา หมดสุ<sup>2</sup> ปิยะนุช สุวรรณรัตน์<sup>3\*</sup> สุปัตรา พรหมอินทร์<sup>4</sup> ธีระพงษ์ นิลละออง<sup>5</sup>

Received : February 4, 2025

Revised : August 29, 2025

Accepted : September 2, 2025

### บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และรูปแบบของกாயานที่มีส่วนผสมของพรัววนกลุ่ม สำหรับแก้อาการตกขาวในกลุ่มสตรีวัยเจริญพันธุ์ โดยการสกัดสารสำคัญในตำรับกாயานพรัววนกลุ่ม ประกอบด้วย พรัววนกลุ่ม ไพล ขมิ้นชัน มะกรูด ว่านนางคำ ว่านน้ำ ขมิ้นอ้อย ขานหมาก ชะลูด ใบหนาด และกாயาน ด้วยตัวทำละลายเอทานอล 95 % และทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH พัฒนารูปแบบกாயานให้มีความเหมาะสมสำหรับการนึ่งถ่าน โดยใช้เกณฑ์การประเมินคุณภาพของผลิตภัณฑ์กாயานนึ่งถ่านตัดแปลงจากมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน มผช. 181/2546 และมาตรฐานอุตสาหกรรมรูป มอก. 2345-2550 ผลการศึกษาพบว่าตำรับกாயานพรัววนกลุ่มมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระมีค่า  $EC_{50}$  เท่ากับ  $30.37 \pm 1.46 \mu\text{g/ml}$  การพัฒนารูปแบบกாயานพรัววนกลุ่ม โดยเปรียบเทียบลักษณะการเกาะตัว การเผาไหม้ ควัน และอุณหภูมิของกாயานรูปทรงพีระมิด กระจายและน้ำเต้า พบว่า กายานรูปทรงกระจายมีลักษณะยึดติดกันแน่น ไม่มีรอยร้าว เกาะตัวเป็นเนื้อเดียวกัน การเผาไหม้สม่ำเสมอ ควันพุ่งตรงและต่อเนื่อง ผลการทดสอบอุณหภูมิของกายานรูปทรงกระจายที่ระยะเวลา 0, 10, 20 และ 30 นาที พบว่ามีอุณหภูมิสม่ำเสมอ มีค่าเท่ากับ  $73.80 \pm 11.48$ ,  $136.23 \pm 12.73$ ,  $113.53 \pm 29.23$  และ  $39.87 \pm 1.89$  องศาเซลเซียส ตามลำดับ ซึ่งสามารถนำไปสู่การศึกษาประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์กายานที่มีส่วนผสมของพรัววนกลุ่มสำหรับแก้อาการตกขาวในกลุ่มสตรีวัยเจริญพันธุ์ และใช้เป็นแนวทางการใช้ประโยชน์ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อ ต่อยอดในเชิงพาณิชย์ต่อไป

**คำสำคัญ:** กายาน พรัววนกลุ่ม ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

<sup>1</sup> หลักสูตรแพทย์แผนไทยบัณฑิต คณะวิทยาการสุขภาพและการกีฬา มหาวิทยาลัยทักษิณ วิทยาเขตพัทลุง  
อีเมล 642051008@tsu.ac.th

<sup>2</sup> หลักสูตรแพทย์แผนไทยบัณฑิต คณะวิทยาการสุขภาพและการกีฬา มหาวิทยาลัยทักษิณ วิทยาเขตพัทลุง  
อีเมล 642051017@tsu.ac.th

<sup>3</sup> หลักสูตรการแพทย์แผนไทยบัณฑิต คณะวิทยาการสุขภาพและการกีฬา มหาวิทยาลัยทักษิณ วิทยาเขตพัทลุง  
อีเมล piyanuch.s@tsu.ac.th

<sup>4</sup> หลักสูตรแพทย์แผนไทยบัณฑิต คณะวิทยาการสุขภาพและการกีฬา มหาวิทยาลัยทักษิณ วิทยาเขตพัทลุง  
อีเมล supattra.p@tsu.ac.th

<sup>5</sup> หลักสูตรการแพทย์แผนไทยบัณฑิต คณะวิทยาการสุขภาพและการกีฬา มหาวิทยาลัยทักษิณ วิทยาเขตพัทลุง  
อีเมล theeraphong.n@tsu.ac.th

\* ผู้นิพนธ์หลัก อีเมล piyanuch.s@tsu.ac.th

FORMULATION OF AN INCENSE CONTAINING *Molineria latifolia* Herb. ex Kurz FOR THE  
TREATMENT OF VAGINAL DISCHARGE IN REPRODUCTIVE-AGE WOMEN AND  
ITS ANTIOXIDANT ACTIVITY

Dailamee Hama<sup>1</sup> Filya Madsoo<sup>2</sup> Piyanch Suwannarat<sup>3\*</sup> Supattra Prom-in<sup>4</sup>  
Theeraphong Ninlaor<sup>5</sup>

### Abstract

This study was aimed to investigate antioxidant activity and develop a suitable incense formulation containing *Molineria latifolia* Herb. ex Kurz for alleviating vaginal discharge symptoms in reproductive-age women. The active ingredients were extracted from the herbal incense formulation including *Molineria latifolia* Herb. ex Kurz, *Zingiber montanum* (J.Koenig) Link ex A. Dietr., *Curcuma longa* L., *Citrus hystrix* DC., *Curcuma aromatica* Salisb., *Acorus calamus* L., *Curcuma zedoaria* (Christm.) Roscoe, *Areca catechu* L., *Alyxia schlechteri* H. Lev., *Blumea balsamifera* (L.) DC. and *Styrax tonkinensis* Craib ex Hartwich, using 95% ethanol as the solvent. The antioxidant activity was assessed using the DPPH radical scavenging method. The incense formulation was developed to be suitable for use in sitting charcoal based on the quality assessment criteria adapted from the Community Product Standard (TCPS 181/2003) and Thai Industrial Standard for incense sticks (TIS 2345-2007). The study results showed that the herbal incense formulation exhibited antioxidant activity with an EC<sub>50</sub> value of 30.37 ± 1.46 µg/ml. The development of the incense formulation containing *Molineria Latifolia* Herb. Ex Kurz was carried out by comparing the adhesion, combustion, smoke, and temperature of pyramid-shaped, spindle-shaped, and gourd-shaped

---

<sup>1</sup> Thai Traditional Medicine Program, Faculty of Health and Sports Sciences, Thaksin University, Phatthalung Campus, e-mail: 642051008@tsu.ac.th

<sup>2</sup> Thai Traditional Medicine Program, Faculty of Health and Sports Sciences, Thaksin University, Phatthalung Campus, e-mail: 642051017@tsu.ac.th

<sup>3</sup> Thai Traditional Medicine Program, Faculty of Health and Sports Sciences, Thaksin University, Phatthalung Campus, e-mail: piyanuch.s@tsu.ac.th

<sup>4</sup> Thai Traditional Medicine Program, Faculty of Health and Sports Sciences, Thaksin University, Phatthalung Campus, e-mail: supattra.p@tsu.ac.th

<sup>5</sup> Thai Traditional Medicine Program, Faculty of Health and Sports Sciences, Thaksin University, Phatthalung Campus, e-mail: theeraphong.n@tsu.ac.th

\* Corresponding author, e-mail: piyanuch.s@tsu.ac.th

incense. It was found that the spindle-shaped incense demonstrated the most favorable qualities: strong adhesion without cracks, forming a uniform structure, consistent combustion as well as straight and continuously smoke. Temperature measurements of the spindle-shaped incense burning for 0, 10, 20, and 30 minutes were found their consistency of  $73.80 \pm 11.48$ ,  $136.23 \pm 12.73$ ,  $113.53 \pm 29.23$ , and  $39.87 \pm 1.89$  °C, respectively. These findings could support further investigation into the effectiveness of this herbal incense formulation for alleviating vaginal discharge symptoms in reproductive-age women and provide a foundation for future commercial product development.

**Keywords:** Incense products, *Molineria latifolia* Herb. ex Kurz, Antioxidant

## บทนำ

อาการตกขาวเป็นภาวะที่พบบ่อยในสตรีวัยเจริญพันธุ์ที่มาพบแพทย์ในคลินิกสูติ-นรีเวชกรรม สามารถเกิดขึ้นได้ในสตรีที่เริ่มเข้าสู่วัยรุ่นหรือวัยเจริญพันธุ์ อายุตั้งแต่ 15-50 ปี โดยโรคติดต่อทางเพศสัมพันธ์ในกลุ่มที่ก่อให้เกิดอาการตกขาวในสตรีที่พบบ่อยที่สุด ได้แก่ โรคหนองใน และโรคหนองในเทียม จากข้อมูลการเฝ้าระวังทางระบาดวิทยาของประเทศไทย พบอัตราป่วยโรคหนองใน 9.2 ต่อแสนประชากร และอัตราป่วยโรคหนองในเทียม 2.7 ต่อแสนประชากร (คณะอนุกรรมการเวชศาสตร์ทางเพศและโรคติดต่อระบบสืบพันธุ์สตรี, 2565) อาการตกขาวเกิดจากการเสียสมดุลของเชื้อประจำถิ่นในช่องคลอด เชื้อที่พบบ่อยที่สุดคือ *Candida albicans* รองลงมาคือ *Candida glabrata*, *Candida tropicalis* และ *Candida nivariensis* ตามลำดับ ส่งผลให้มีสารคัดหลั่งถูกขับออกมาทางช่องคลอดคล้ายแป้งเปียก ทำให้มีอาการคันบริเวณปากช่องคลอด โดยปกติแล้วลักษณะอาการตกขาวมีสีใส หรือสีขาวบางเล็กน้อย และไม่เหม็นกลิ่น แต่หากผิดปกติ ตกขาวจะมีลักษณะสีขาวขุ่น สีเขียว สีเทา หรือสีน้ำตาล ซึ่งมีหลายสาเหตุและปัจจัยที่ก่อให้เกิดโรค เช่น การทำความสะอาดช่องคลอดผิดสุขลักษณะ ปากมดลูกอักเสบ มีสิ่งแปลกปลอมภายในอวัยวะเพศ การใส่ชุดชั้นในไม่เหมาะสม เป็นต้น ในทางการแพทย์ แผนปัจจุบันมีวิธีการรักษาอาการตกขาวโดยการให้ยา ซึ่งยาที่สามารถตอบสนองต่อเชื้อราในช่องคลอดของหญิงกลุ่มแม่บ้านดีที่สุดคือ ยา Ketoconazole รองลงมาคือ ยา Fluconazole (เกรียงศักดิ์ จิตวัชรนันท์, 2550) สำหรับในทางการแพทย์แผนไทยและแพทย์พื้นบ้าน มีตำรับยาสมุนไพรที่ช่วยแก้อาการตกขาว โดยพบว่ามีนายเสถียร หอมเกตุ ซึ่งเป็นหมอพื้นบ้านในเขตพื้นที่ตำบลเขาโร อำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช มีความเชี่ยวชาญในการรักษาโรคสตรีมาเป็นเวลานาน โดยเฉพาะการรักษาอาการตกขาว มีการใช้ตำรับยาสมุนไพรในรูปแบบยาดม ประกอบด้วยสมุนไพร 15 ชนิด คือ กระชาย หัวหมู พญาปล้องทอง หูกวาง พระขรรค์ไชยศรี เร็ดหนู รวงแดง หมากหมก หุ้งฟ้า กำลังควายถึก กำแพงเจ็ดชั้น ปลาไหลเผือก หมากผู้ โสมไทย และบัวม้ามีด

(สิริรัตน์ เลาหประภานนท์ และคณะ, 2562) ในบางพื้นที่สมุนไพรว่านกลุ่มถูกใช้ในยาพื้นบ้านเพื่อรักษาอาการต่าง ๆ เช่น ไข้ ปวดท้อง ดิซ่าน บาดแผล และการอักเสบ อีกทั้งยังพบว่าทุกส่วนของพืชสมุนไพรว่านกลุ่มนิยมใช้ในการแพทย์พื้นบ้าน โดยเฉพาะส่วนของรากที่มักนำมาต้มเพื่อเพิ่มพลังงาน รักษาอาการปวดท้อง และท้องเสียเป็นเลือด (Fern, 2024)

พรวานกลุ่มหรือว่านสากเหล็ก (*Molineria latifolia* Herb. ex Kurz.) เป็นพืชล้มลุกใบเลี้ยงเดี่ยว วงศ์ Hypoxidaceae ขึ้นตามธรรมชาติในทางตอนใต้ของทวีปเอเชีย มีองค์ประกอบทางเคมี ดังนี้ ผลประกอบด้วยโปรตีนที่มีรสหวาน ได้แก่ curculin และยังประกอบด้วยสารอีกหลายชนิด เช่น benzoic acid, gentisylquinone, quinone และ  $\beta$ -sitosterol (ชาติรี ผดุงเจริญ และสุชาติดา สุขหรั่ง, 2557) มีสรรพคุณคือ 1) ราก ใช้รับประทานเป็นยาชกมดลูก ขับประจำเดือน แก้อ่อนเพลีย บำรุงหัวใจ เพิ่มการไหลเวียนของโลหิต และลดน้ำตาลในเลือด (Ishak et al., 2013; Ooi & Tan, 2016 2) ใบ ช่วยต้านเซลล์มะเร็ง และมีสารต้านอนุมูลอิสระ 3) ผล แก้อ่อนใน ทำให้ชุ่มคอ มีสาร neoculin เป็นโปรตีนที่ให้รสชาติหวาน (Nakajima et al., 2011) จากการทบทวนวรรณกรรม พบว่า พรวานกลุ่มมีฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาที่สำคัญคือ ฤทธิ์การต้านการอักเสบ รักษาแผลพุพอง หนอง ลดอาการเจ็บปวด และลดบวม การศึกษาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ พบว่า สารสกัดหยาบทั้งส่วนเหนือดิน (ใบและลำต้น) และส่วนใต้ดิน (รากและเหง้า) มีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระสูง โดยสารสกัดหยาบด้วยน้ำร้อนจากส่วนของใบ และลำต้น จะมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุด นอกจากนี้พรวานกลุ่มยังมีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียในกลุ่มก่อโรคผิวหนัง เช่น *Candida albicans*, *Pseudomonas aeruginosa* และ *Staphylococcus aureus* (จันทนา เขียวยศ และคณะ, 2556) มีการศึกษาวิจัย พบว่า หมอพื้นบ้านในเขตพื้นที่อุทยานแห่งชาติเขาพนมเบญจา จังหวัดกระบี่ ใช้ส่วนหัวของ พรวานกลุ่มต้มน้ำดื่ม เพื่อบำรุงกำลัง (อรทัย เนียมสุวรรณภูมิ และคณะ, 2557) และหมอพื้นบ้านในเขตพื้นที่เขาปกไย๊ะ อำเภอบันนังสตา จังหวัดยะลา ใช้รากพรวานกลุ่ม นำมาตากแห้ง ดองสุรา รับประทานเป็นยาชกมดลูก (รอฮานี เจาะแม, 2558)

การนึ่งถ่านเป็นการรมควันจากการเผาสมุนไพร ซึ่งมีคุณสมบัติเฉพาะในการกระตุ้นการบีบตัวของมดลูก ขับน้ำคาวปลา ทำความสะอาดแผลฝีเย็บและช่องคลอด สมานแผล บรรเทาอาการเจ็บปวดแผล ลดการติดเชื้อหลังคลอด ตำรับยานึ่งถ่านที่ใช้ในการอยู่ไฟหลังคลอดของหมอพื้นบ้าน ปราชญ์ชาวบ้าน ผู้สูงอายุ หมอตำแย และหญิงหลังคลอดในเขตพื้นที่ตำบลบ้านจืด อำเภอภูแก้ว จังหวัดอุดรธานี มีการใช้สมุนไพร ได้แก่ เหง้าไพล เหง้าขมิ้นอ้อย หนุ่ยรีแพร์ ใบส้มป่อย ใบมะขาม และสารส้ม เมื่อวิเคราะห์ตำรับยาตามโครงสร้างยาไทย พบว่า ในตำรับนี้มีตัวยาลึกประกอบด้วย เหง้าไพล เหง้าขมิ้นอ้อย และหนุ่ยรีแพร์ มีสรรพคุณและฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาโดยรวมในการกระตุ้นให้เกิดการบีบตัวของมดลูก ขับน้ำคาวปลา ต้านการอักเสบ ลดอาการปวด และกระชับช่องคลอด ในส่วนของยารอง ได้แก่ ใบส้มป่อย และใบมะขาม มีฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาใน

การยับยั้งแบคทีเรียที่ผิวหนัง และต้านการอักเสบ และตัวยาประกอบ ได้แก่ สารส้ม มีสรรพคุณในการช่วยสมานแผล และยับยั้งแบคทีเรียที่ผิวหนัง (ศิรินทิพย์ คำมีอ่อน และคณะ, 2566) โดยมีขั้นตอนการนึ่งถ่าน คือ ให้มารดาหลังคลอดนึ่งบนแก้วที่เจาะรูตรงกลาง จากนั้นใช้ผงสมุนไพโรยบนถ่านไฟขนาดเล็ก เพื่อให้เกิดควันลอยขึ้นไปตรงผิวยับ ประมาณ 30 นาที (ศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษก มหาวิทยาลัยมหิดล, 2563) ซึ่งการนึ่งถ่านแบบดั้งเดิมไม่สามารถควบคุมปริมาณควัน และความร้อนได้ จึงมีการพัฒนาตำรับยาสมุนไพrogายานนึ่งถ่านสำหรับมารดาหลังคลอด พบว่า ผลิตภัณฑ์กายานนึ่งถ่านที่มีคุณภาพดีที่สุด ประกอบด้วย ผงสมุนไพโรยบนถ่าน ผงขี้เลื่อย ไม้สัก ผงยางบง ผงกายาน และน้ำ ในอัตราส่วนร้อยละ 20, 20, 5, 5, และ 50 ตามลำดับ ซึ่งผลิตภัณฑ์ดังกล่าวมีลักษณะเป็นเนื้อเดียวกัน เกาตัวดี สีน้ำตาลอ่อนออกเหลือง มีกลิ่นหอมสมุนไพโรย การเผาไหม้ ปริมาณควัน และอุณหภูมิเหมาะสมสำหรับการนึ่งถ่าน (ภาคีสาระ ะมะอีแต และคณะ, 2564)

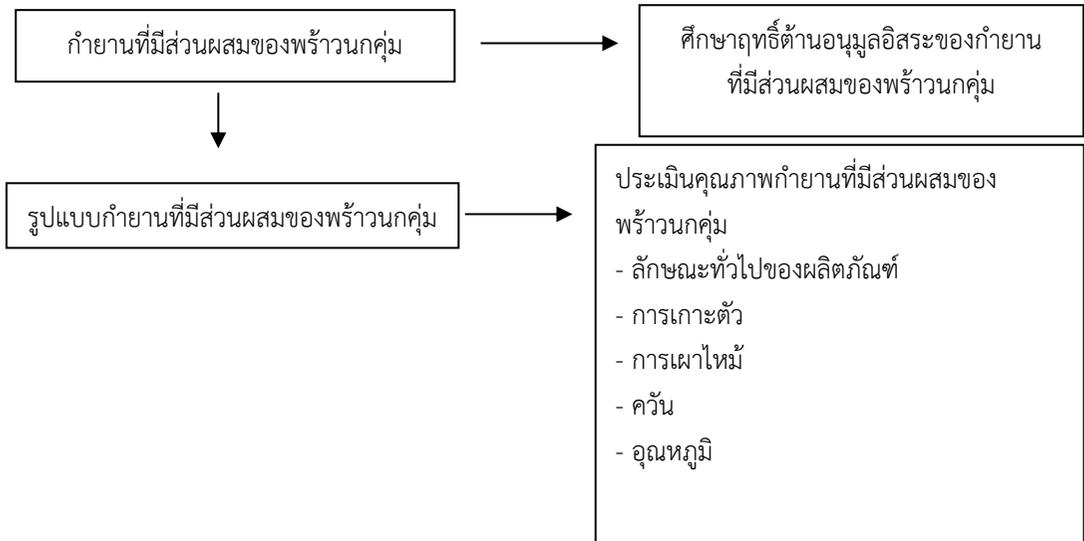
จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่า การนึ่งถ่านเป็นหัตถการทางการแพทย์แผนไทยที่เป็นประโยชน์ต่อสตรี เป็นภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านการดูแลสุขภาพของสตรีในระยะหลังคลอด และการแพทย์พื้นบ้านมายาวนาน แต่ยังไม่มีการรวบรวมผลการศึกษาวิจัยด้านประสิทธิผลในการนึ่งถ่าน อีกทั้งพบว่ากลุ่มเป็นสมุนไพรมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ยับยั้งเชื้อรา *Candida albicans* และต้านการอักเสบ ดังนั้นการวิจัยครั้งนี้จึงสนใจศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของกายานที่มีส่วนผสมพรวานกลุ่ม พัฒนารูปแบบกายานให้มีควันและความร้อนที่ออกมามีปริมาณเท่ากันตลอดระยะเวลาการนึ่งถ่าน เพื่อเป็นการสร้างองค์ความรู้เกี่ยวกับศาสตร์การแพทย์แผนไทย ถ่ายทอดภูมิปัญญาไทย และสร้างรายได้ให้เกษตรกร

### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

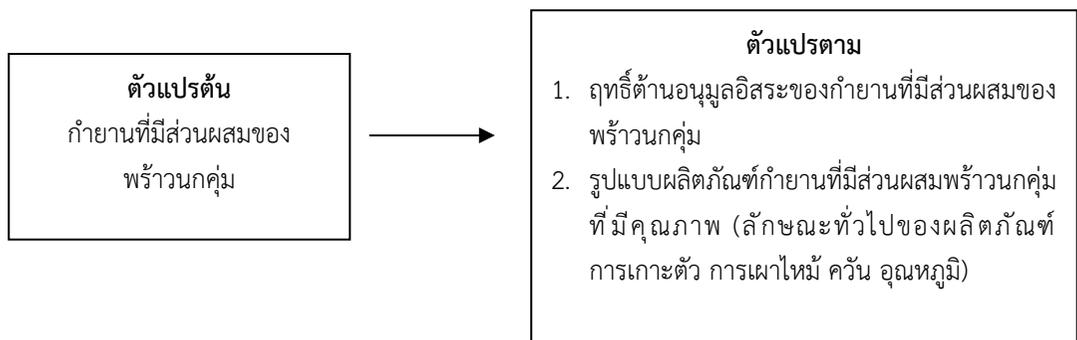
เพื่อศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และรูปแบบของกายานที่มีส่วนผสมของพรวานกลุ่ม

### วิธีการดำเนินการวิจัย

จากการศึกษาแนวคิดและทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาผลิตภัณฑ์กายานที่มีส่วนผสมพรวานกลุ่ม ผู้วิจัยได้จัดทำแผนการดำเนินงานวิจัย ดังภาพที่ 1 และกรอบแนวคิดงานวิจัย ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 1 แผนการดำเนินงานวิจัย



ภาพที่ 2 กรอบแนวคิดงานวิจัย

### 1. การเตรียมสารสกัดลำไส้ที่มีส่วนผสมของผึ้งรวงกลุ่ม

เตรียมสมุนไพรร่าง ประกอบด้วย ผึ้งรวงกลุ่ม จำนวน 90 กรัม โพล ขมิ้นชัน มะกรูด ว่านนางคำ ว่านน้า ขมิ้นอ้อย ขานหมาก ชะลูด ใบหนาด และลำไส้ อย่างละ 45 กรัม นำสมุนไพรรวมมาล้างทำความสะอาด ผึ่งให้แห้ง หั่นสมุนไพรมีขนาดเล็ก อบด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง จากนั้นบดสมุนไพรรูปเป็นผงด้วยเครื่องบดสมุนไพรรอบในภาชนะปิดสนิท จากนั้นนำผงสมุนไพรรูปที่เตรียมได้มาสกัดด้วยเอทานอลเข้มข้นร้อยละ 95 อัตราส่วนของผงสมุนไพรรูปต่อเอทานอล เท่ากับ 1 : 4 (น้ำหนัก : ปริมาตร) สกัดด้วยการแช่ (maceration) ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 7 วัน โดยคนสารละลายทุกวัน จากนั้นกรองสารสกัดด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 นำสารสกัดที่ได้ไประเหยตัวทำละลายด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ

50 องศาเซลเซียส จนได้สารสกัดที่มีลักษณะขุ่นหนืด ซึ่งน้ำหนักของสารสกัดที่ได้ เก็บสารสกัดไว้ที่ตู้ควบคุมอุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส จากนั้นคำนวณปริมาณสารสกัดในหน่วยร้อยละ (% yield) ดังนี้

$$\text{ร้อยละของผลผลิตโดยน้ำหนัก (\% w/w)} = \frac{\text{น้ำหนักของสารสกัดก่ายานที่มีส่วนผสมของพรั้วนาคุ่ม (กรัม)} \times 100}{\text{น้ำหนักสมุนไพรแห้งของก่ายานที่มีส่วนผสมของพรั้วนาคุ่ม (กรัม)}}$$

## 2. การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH assay

การวิเคราะห์ที่ดัดแปลงจากวิธีของ (Yamasaki et al., 1994) เตรียมสารละลายมาตรฐาน DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) โดยละลายใน absolute ethanol (ร้อยละ 99.9) จากนั้นชั่งสารมาตรฐานวิตามินซี (ascorbic acid) และสารสกัดสมุนไพรก่ายานที่มีส่วนผสมของพรั้วนาคุ่ม อย่างละ 1 mg สำหรับสารสกัดที่สกัดด้วย 95% เอทานอล ละลายด้วย absolute ethanol 1 ml จนได้เป็นสารละลายตัวอย่าง จากนั้นนำไป sonicate เป็นเวลา 5 นาที ปิดเตาละลายตัวอย่างให้มีความเข้มข้นสุดท้ายเป็น 100, 50, 10 และ 1 µg/ml นำสารละลายตัวอย่างในแต่ละความเข้มข้นปริมาตร 100 µl ใส่ลงในหลุม 96 well-microplates และเติมสารละลาย DPPH ปริมาตร 100 µl โดยใช้สารละลายตัวอย่างความเข้มข้นต่าง ๆ ปริมาตร 100 µl และเติม absolute ethanol ปริมาตร 100 µl เป็น blank ของสารละลายตัวอย่าง และใช้ absolute ethanol ปริมาตร 100 µl ร่วมกับสารละลาย DPPH ปริมาตร 100 µl เป็น control ตั้งทิ้งไว้ในที่มืดนาน 30 นาที ที่อุณหภูมิห้องแล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 520 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง microplate reader จากนั้นหาค่าความเข้มข้นของสารสกัดที่มีประสิทธิภาพยับยั้งอนุมูลอิสระได้ลดลงร้อยละ 50 (EC<sub>50</sub>) จากค่ากราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารสกัดกับ % inhibition dose response curve) ด้วยโปรแกรม prism

## 3. รูปแบบของผลิตภัณฑ์ก่ายานที่มีส่วนผสมของพรั้วนาคุ่ม

3.1 เตรียมก่ายานที่มีส่วนผสมของพรั้วนาคุ่ม โดยมีส่วนประกอบคือ สมุนไพรแห้ง ประกอบด้วย พรั้วนาคุ่ม ไพล ขมิ้นชัน มะกรูด ว่านนางคำ ว่านน้ำ ขมิ้นอ้อย ขานหมาก ชะลูด และใบหนาด อัตราส่วนร้อยละ 20 ชี่เลื่อยไม้สัก อัตราส่วนร้อยละ 20 ยางบง อัตราส่วนร้อยละ 5 ผงก่ายาน อัตราส่วนร้อยละ 5 และน้ำ อัตราส่วนร้อยละ 50 นำส่วนผสมที่ชั่งได้มาผสมรวมกันในภาชนะสแตนเลส จากนั้นอัดลงพิมพ์ที่มีลักษณะรูปทรงพีระมิด กระสวย และน้ำเต้า ดังภาพที่ 3

3.2 นำก่ายานไปอบด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

3.3 นำกำยานทั้ง 3 รูปแบบไปจุดไฟ ประเมินคุณภาพของผลิตภัณฑ์กำยานตามเกณฑ์ประเมินคุณภาพกำยานนึ่งถ่านตัดแปลงจากมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน มผช. 181/2546 และมาตรฐานอุตสาหกรรมรูปมอก. 2345-2550 ดังรายละเอียดในตารางที่ 2 และวัดอุณหภูมิด้วยเครื่องอินฟราเรด รุ่น TFI-260 ทดสอบซ้ำ 3 ครั้ง



ก. แสดงลักษณะกำยานทรงพีระมิต



ข. แสดงลักษณะกำยานทรงกระสวย



ค. แสดงลักษณะกำยานทรงน้ำเต้า

ภาพที่ 3 รูปทรงกำยานพร้าวานกลุ่ม

#### 4. วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล และสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์

วิเคราะห์โดยใช้สถิติพรรณนา ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ด้วยโปรแกรม Microsoft Excel สำหรับการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และการพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์กำยานพร้าวานกลุ่ม ทำการทดสอบซ้ำ ตัวอย่างละ 3 ครั้ง โดยกำหนดเกณฑ์การประเมิน ดังตารางที่ 2 คิดเป็นค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ดังตารางที่ 3

#### ผลการวิจัยและอภิปรายผล

##### 1. ปริมาณสารสกัด (% yield)

จากการคำนวณหาปริมาณสารสกัด (% yield) พบว่า สารสกัด 95% เอทานอลของตำรับกำยานที่มีส่วนผสมพร้าวานกลุ่มและสมุนไพรอื่น ๆ มีค่าเท่ากับร้อยละ 12.23

##### 2. การศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ด้วยวิธี DPPH

ผลการศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH พบว่า สารสกัดเอทานอลเข้มข้นร้อยละ 95 ของตำรับกำยานที่มีส่วนผสมพร้าวานกลุ่ม เมื่อละลายใน absolute ethanol (ร้อยละ 95) ปิเปตสารละลายตัวอย่างให้มีความเข้มข้นสุดท้ายเป็น 100, 50, 10 และ 1  $\mu\text{g/ml}$  นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 520 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง microplate reader จากนั้นหาค่าความเข้มข้นของสารสกัดที่มีประสิทธิภาพยับยั้งอนุมูลอิสระได้ลดลงร้อยละ 50 ( $EC_{50}$ ) ดังแสดงในตารางที่ 1 เปรียบเทียบกับสารมาตรฐาน ascorbic acid พบว่า สารสกัดตำรับกำยานที่มีส่วนผสมของพร้าวานกลุ่มมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระโดยมีค่า  $EC_{50}$  เท่ากับ  $30.37 \pm 1.46 \mu\text{g/ml}$  และ ascorbic acid มีค่า  $EC_{50}$  เท่ากับ  $4.85 \pm 0.34 \mu\text{g/ml}$  โดยค่า  $EC_{50}$  คือ ค่าความเข้มข้นที่สามารถ

ยับยั้งอนุมูลอิสระได้ร้อยละ 50 (EC<sub>50</sub>) ดังนั้นหากค่า EC<sub>50</sub> ที่ได้มีค่าน้อย แสดงถึงประสิทธิภาพที่ดีในการต้านออกซิเดชัน

จากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH ของสมุนไพรที่เป็นส่วนประกอบในตำรับกายานพรัวรกุ่ม พบว่า สมุนไพรหลายชนิดมีค่า EC<sub>50</sub> ที่แตกต่างกันไป ตัวอย่างเช่น สารสกัดเอทานอลของขมิ้นอ้อยมีค่า EC<sub>50</sub> เท่ากับ 84.14±2.56 µg/ml และสารสกัดว่านน้ำมีค่า EC<sub>50</sub> เท่ากับ 75.43±4.27 µg/ml (กุลิสรา อุ่นเจริญ และวัลลภา สีสานันทกุล, 2566) ส่วนสารสกัดโพลีฟีนอลเอทานอล มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระเท่ากับ 38.89 ± 0.27 µg/ml (Thepthong et al., 2023) ในขณะที่ว่านนางคำ และขมิ้นชันที่สกัดด้วยเอทานอล มีค่า IC<sub>50</sub> เท่ากับ 102.40 ± 1.90 และ 134.90 ± 1.50 µg/ml ตามลำดับ (Pintatum et al., 2020) จากรายงานการสกัดมะกรูดของ Singh et al. (2025) พบว่า มีค่า IC<sub>50</sub> เท่ากับ 84.46 µg/mL งานวิจัยของ Tunnazilah et al. (2024) ทำการสกัดหมากด้วยเอทานอล พบว่า มีค่า IC<sub>50</sub> เท่ากับ 32.79 ± 0.11 µg/ml จากงานวิจัยของสุชาติา มานอก และปวีณา ลี้มเจริญ (2558) พบว่า สารสกัดเอทานอลของชะลูด มีค่า IC<sub>50</sub> เท่ากับ 147.91 µg/mL ในขณะที่สารสกัดจากใบหนาด พบค่า IC<sub>50</sub> เท่ากับ 105.10 ± 0.50 µg/ml (Dai et al., 2023) นอกจากนี้กายานมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและต้านการอักเสบ (Ramzi, 2011) ที่น่าสนใจคือสารสกัดเอทานอลจากเหง้าพรัวรกุ่ม มีค่า IC<sub>50</sub> เท่ากับ 26.03 µg/mL (Akkarasiritharattana, 2019) เช่นเดียวกับรายงานของ Nur et al. (2023) พบว่า สารสกัดเอทานอลจากรากพรัวรกุ่ม มีค่า IC<sub>50</sub> เท่ากับ 20.42 ± 0.33 µg/mL ซึ่งเป็นค่าที่น้อย มีความสอดคล้องและยืนยันถึงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่เด่นชัดของส่วนรากของพืชนี้ เมื่อทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของทั้งตำรับกายานพรัวรกุ่ม พบว่า สารสกัดตำรับกายานพรัวรกุ่มมีค่า EC<sub>50</sub> เท่ากับ 30.37 ± 1.46 µg/ml ดังนั้นตำรับกายานพรัวรกุ่มมีประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระสูงขึ้นเมื่อเทียบกับสมุนไพรเดี่ยว

จากการศึกษาพบว่า สารสกัดตำรับกายานพรัวรกุ่มมีประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระ ซึ่งสารต้านอนุมูลอิสระมีความสำคัญในการช่วยลดการอักเสบ ป้องกันความเสียหายของเซลล์ ฟื้นฟูสมดุลของจุลินทรีย์ในร่างกาย และเสริมสร้างภูมิคุ้มกันของเยื่อช่องคลอด ดังนั้นกายานที่มีส่วนผสมของพรัวรกุ่ม และสมุนไพรอื่น ๆ ในตำรับ จึงสามารถช่วยบรรเทาอาการตกขาว และปรับสมดุลสุขภาพในระบบสืบพันธุ์สตรีได้ (Agarwal et al., 2005)

### 3. รูปแบบของผลิตภัณฑ์กายานที่มีส่วนผสมของพรัวรกุ่ม

จากการพัฒนาผลิตภัณฑ์กายานที่มีส่วนผสมของพรัวรกุ่ม ให้มีลักษณะแตกต่างกัน 3 รูปแบบ คือ รูปทรงพีระมิดรูปทรงกระสวย และรูปทรงน้ำเต้า โดยการศึกษาคุณสมบัติตามเกณฑ์ประเมินคุณภาพกายานนั่งถ่านตัดแปลงจากมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน มผช. 181/2546 และมาตรฐานอุตสาหกรรมรูป มอก. 2345-2550 พบว่า รูปทรงของกายานมีผลต่อลักษณะทั่วไป การเกาะตัว การเผาไหม้ ควัน และอุณหภูมิของ

ก่ายาน โดยพบว่า ก่ายานพรวานกุ่มรูปทรงกระสวย มีลักษณะยึดติดกันแน่น ไม่มีรอยร้าวหรือแตกหัก และเกาะตัวเป็นเนื้อเดียวกัน การเผาไหม้เกิดขึ้นอย่างสม่ำเสมอ ควันพุ่งตรงและต่อเนื่อง ผลการทดสอบอุณหภูมิของ ก่ายานรูปทรงกระสวยที่ระยะเวลา 0, 10, 20 และ 30 นาที มีค่าเท่ากับ  $73.80 \pm 11.48$ ,  $136.23 \pm 12.73$ ,  $113.53 \pm 29.23$  และ  $39.87 \pm 1.89$  องศาเซลเซียส ตามลำดับ ก่ายานพรวานกุ่มรูปทรงพีระมิดมีลักษณะยึดติดกันแน่น ไม่มีรอยร้าวหรือแตกหัก และเกาะตัวเป็นเนื้อเดียวกัน มีการเผาไหม้และควันปานกลาง ผลการทดสอบอุณหภูมิที่ระยะเวลา 0, 10, 20 และ 30 นาที มีค่าเท่ากับ  $85.87 \pm 2.73$ ,  $89.63 \pm 2.80$ ,  $95.07 \pm 7.40$  และ  $57.03 \pm 5.00$  ตามลำดับ ก่ายานพรวานกุ่มรูปทรงน้ำเต้ามีลักษณะยึดติดกันเล็กน้อย มีรอยร้าวมาก และแตกหักเล็กน้อย ผลการทดสอบอุณหภูมิที่ระยะเวลา 0, 10, 20 และ 30 นาที มีค่าเท่ากับ  $59.07 \pm 9.57$ ,  $48.07 \pm 17.61$ ,  $38.43 \pm 1.33$  และ  $37.43 \pm 1.33$  ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 3

จากผลการทดลองพบว่า ก่ายานรูปทรงกระสวยมีคุณสมบัติที่เหมาะสมต่อการใช้งาน โดยก่ายานรูปทรงกระสวยมีลักษณะยึดติดกันแน่น ไม่มีรอยร้าวหรือแตกหัก เกาะตัวเป็นเนื้อเดียวกัน ทำให้การเผาไหม้ดี ควันสม่ำเสมอ พุ่งตรงต่อเนื่อง นานกว่า 30 นาที และความร้อนเพิ่มขึ้นสม่ำเสมอ ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่สำคัญในการนั่งถ่าน คือ ก่ายานจะต้องมีควันและความร้อนในปริมาณที่เหมาะสมตลอดระยะเวลาที่นั่งถ่าน 30 นาที ในขณะที่ก่ายานรูปทรงพีระมิดมีการเกาะตัวดี การเผาไหม้ปานกลาง แต่ควันมีแนวโน้มลดลงเมื่อเวลาผ่านไป 20 นาที ส่วนก่ายานรูปทรงน้ำเต้ามีลักษณะยึดติดกันเล็กน้อย มีรอยร้าวมาก และแตกหักเล็กน้อย การเกาะตัวไม่เป็นเนื้อเดียวกัน ส่งผลให้การเผาไหม้ช้า ไม่สม่ำเสมอ ควันน้อย ไม่ต่อเนื่อง และความร้อนต่ำ ซึ่งไม่เหมาะสมสำหรับการนำมาใช้ในการนั่งถ่าน ดังนั้นก่ายานพรวานกุ่มรูปทรงกระสวยจึงมีคุณสมบัติเหมาะสมที่สุด เนื่องจากมีลักษณะทั่วไป คือ ยึดติดกันดี ไม่มีรอยร้าว หรือแตกหัก เกาะตัวดีเป็นเนื้อเดียวกัน การเผาไหม้ดีสม่ำเสมอ ควันพุ่งตรงต่อเนื่อง และความร้อนสม่ำเสมอ สอดคล้องกับการศึกษาวิจัยของ Rosalee (2023) พบว่า ก่ายานที่มีฐานกว้างและยอดแหลม สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการเผาไหม้ และการกระจายควันได้ดีกว่า ก่ายานที่มีโครงสร้างสมมาตร โครงสร้างก่ายานที่สมดุลช่วยลดการแตกหัก เพิ่มความเสถียรของควัน และควบคุมการกระจายความร้อนได้ดี

**ตารางที่ 1** แสดงค่า % inhibition และค่า  $EC_{50}$  (mg/ml) ของสารสกัดก่ายานที่มีส่วนผสมของพรวานกุ่มด้วยวิธี DPPH

สารทดสอบ	% inhibition ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ $\pm$ SD ( $\mu$ g/ml)				$EC_{50} \pm$ SD ( $\mu$ g/ml)
	100	50	10	1	
สารสกัดก่ายานพรวานกุ่ม	$85.34 \pm 1.33$	$74.06 \pm 5.17$	$17.47 \pm 1.03$	$2.22 \pm 0.70$	$30.37 \pm 1.46$
สารมาตรฐาน Ascorbic acid	$95.92 \pm 0.83$	$94.19 \pm 1.44$	$89.72 \pm 1.44$	$14.80 \pm 5.15$	$4.85 \pm 0.34$

ตารางที่ 2 เกณฑ์ประเมินคุณภาพกายานพรวานกลุ่ม ดัดแปลงจากมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน มผช. 181/2546 และมาตรฐานอุตสาหกรรมรูป มอก. 2345-2550 (ภาคีสหหี มะอี่แต, 2564)

ลักษณะที่ตรวจสอบ	ระดับการตัดสินใจ	คำอธิบาย
ลักษณะทั่วไป	4	ยึดติดกันอย่างดี ไม่มีรอยร้าว หรือแตกหัก
	3	ยึดติดกันดี มีรอยร้าวเล็กน้อย ไม่แตกหัก
	2	ยึดติดกันเล็กน้อย มีรอยร้าวมาก และแตกหักเล็กน้อย
	1	ไม่ยึดติดกัน มีรอยร้าวมาก และแตกหัก
	0	ไม่ยึดติดกัน
การเกาะตัวเป็นเนื้อเดียวกัน	3	เกาะตัวกันดี เป็นเนื้อเดียวกัน
	2	เกาะตัวกันดี ไม่เป็นเนื้อเดียวกัน
	1	ไม่เกาะตัวกัน
การเผาไหม้	4	เผาไหม้ได้ดี และสม่ำเสมอ
	3	เผาไหม้ได้ดี แต่ช้า
	2	เผาไหม้ช้า และไม่สม่ำเสมอ
	1	ไม่มีการเผาไหม้
ควัน	3	ควันพุ่งตรงต่อเนื่อง
	2	ควันพุ่งกระจายและน้อย
	1	ควันน้อยและไม่ต่อเนื่อง

ตารางที่ 3 การประเมินคุณภาพกายานที่มีส่วนผสมพรวานกลุ่ม (ตัวเลขแสดงถึงค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) (n=3)

ลักษณะ	ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน				
	ลักษณะทั่วไป	การเกาะตัว	การเผาไหม้	ควัน	ความร้อน (องศาเซลเซียส)
<b>ทรงพีระมิด</b>					
0 นาที	4.00 $\pm$ 0.00	3.00 $\pm$ 0.00	3.00 $\pm$ 0.00	2.00 $\pm$ 0.00	85.87 $\pm$ 2.73
10 นาที	4.00 $\pm$ 0.00	3.00 $\pm$ 0.00	3.00 $\pm$ 0.00	2.33 $\pm$ 0.58	89.63 $\pm$ 2.80
20 นาที	4.00 $\pm$ 0.00	3.00 $\pm$ 0.00	3.33 $\pm$ 0.58	2.67 $\pm$ 0.58	95.07 $\pm$ 7.40
30 นาที	4.00 $\pm$ 0.00	3.00 $\pm$ 0.00	3.00 $\pm$ 0.00	1.33 $\pm$ 0.58	57.03 $\pm$ 5.00
<b>ทรงกระสวย</b>					
0 นาที	4.00 $\pm$ 0.00	3.00 $\pm$ 0.00	3.67 $\pm$ 0.58	2.00 $\pm$ 0.00	73.80 $\pm$ 11.48
10 นาที	4.00 $\pm$ 0.00	3.00 $\pm$ 0.00	3.67 $\pm$ 0.58	2.33 $\pm$ 1.15	136.23 $\pm$ 12.73
20 นาที	4.00 $\pm$ 0.00	3.00 $\pm$ 0.00	4.00 $\pm$ 0.00	3.00 $\pm$ 0.00	113.53 $\pm$ 29.23
30 นาที	4.00 $\pm$ 0.00	3.00 $\pm$ 0.00	4.00 $\pm$ 0.00	1.33 $\pm$ 0.58	39.87 $\pm$ 1.89

**ตารางที่ 3** การประเมินคุณภาพกายานที่มีส่วนผสมพรวานกลุ่ม (ตัวเลขแสดงถึงค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) (n=3) (ต่อ)

ลักษณะ	ลักษณะทั่วไป	ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน			
		การเกาะตัว	การเผาไหม้	ควัน	ความร้อน (องศาเซลเซียส)
<b>ทรงน้ำเต้า</b>					
0 นาที	2.30 $\pm$ 0.58	2.00 $\pm$ 0.00	2.33 $\pm$ 0.58	1.33 $\pm$ 0.58	59.07 $\pm$ 9.57
10 นาที	2.30 $\pm$ 0.58	2.00 $\pm$ 0.00	1.66 $\pm$ 0.58	1.33 $\pm$ 0.58	48.07 $\pm$ 17.61
20 นาที	2.60 $\pm$ 0.58	2.00 $\pm$ 0.00	1.66 $\pm$ 0.58	1.00 $\pm$ 0.00	38.43 $\pm$ 1.33
30 นาที	3.00 $\pm$ 0.00	2.00 $\pm$ 0.00	1.66 $\pm$ 0.58	1.00 $\pm$ 0.00	37.43 $\pm$ 1.33

### สรุป

ผลิตภัณฑ์กายานที่มีส่วนผสมของพรวานกลุ่มมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระมีค่า  $EC_{50}$  เท่ากับ  $30.37 \pm 1.46$   $\mu\text{g/ml}$  ซึ่งสารต้านอนุมูลอิสระมีความสำคัญในการช่วยลดการอักเสบ ป้องกันความเสียหายของเซลล์ และทำให้เกิดความสมดุลของจุลินทรีย์ในร่างกาย จึงส่งผลให้ช่วยบรรเทาอาการตกขาว และปรับสมดุลสุขภาพในระบบสืบพันธุ์สตรีได้ การพัฒนารูปแบบกายานพรวานกลุ่ม โดยเปรียบเทียบลักษณะการเกาะตัว การเผาไหม้ ควัน และอุณหภูมิของกายานรูปทรงพีระมิด กระจาย และน้ำเต้า พบว่า กายานรูปทรงกระจาย มีลักษณะยึดติดกันดี ไม่มีรอยร้าว หรือแตกหัก เกาะตัวเป็นเนื้อเดียวกัน การเผาไหม้ดีสม่ำเสมอ ควันพุ่งตรงต่อเนื่อง และอุณหภูมิสม่ำเสมอ ที่ระยะเวลา 0, 10, 20, และ 30 นาที ซึ่งมีคุณสมบัติเหมาะสมในการนำมาใช้งานต่อเนื่องเป็นระยะเวลา 30 นาที ผลการศึกษาในครั้งนี้สามารถนำไปสู่การศึกษาประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์กายานที่มีส่วนผสมของพรวานกลุ่มสำหรับแก้การตกขาวในกลุ่มสตรีวัยเจริญพันธุ์ต่อไป

### ข้อเสนอแนะ

ควรศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับฤทธิ์ทางชีวภาพที่เกี่ยวข้อง เช่น ฤทธิ์ต้านการอักเสบ ฤทธิ์ยับยั้งเชื้อรา และฤทธิ์ยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย

### กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะวิทยาการสุขภาพและการกีฬา มหาวิทยาลัยทักษิณ ที่สนับสนุนทุนการทำวิจัย อำนวยความสะดวก และเอื้อเฟื้อห้องปฏิบัติการ

## เอกสารอ้างอิง

- กุลิศรา อุ้นเจริญ, และวัลลภา สีสานันทกุล. (2565). ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและด้านการอักเสบของสารสกัดตำรับ ประสะขมิ้นอ้อยและสมุนไพรรอบในตำรับ. *วารสารสำนักงาน สาธารณสุขจังหวัด ขอนแก่น*, 4(2), 225-238.
- เกรียงศักดิ์ จิตวัชรนันท์. (2550). การศึกษาการดื้อยาของเชื้อราที่ก่อให้เกิดตกขาวในผู้หญิงที่รับบริการตรวจโรคติดต่อทางเพศสัมพันธ์ ณ ศูนย์โรคติดต่อทางเพศสัมพันธ์และเอดส์ เขต 10 เชียงใหม่. *วารสารสาธารณสุขล้านนา*, 3(1), 102-103.
- คณะอนุกรรมการเวชศาสตร์ทางเพศและโรคติดต่อระบบสืบพันธุ์สตรี. (2565). *การรักษาภาวะระดูขาวผิดปกติในสตรีวัยเจริญพันธุ์*. สืบค้นจาก [https://www.rtcog.or.th/files/1674637509\\_f13d9710df315d2f0d2b.pdf](https://www.rtcog.or.th/files/1674637509_f13d9710df315d2f0d2b.pdf)
- ธাত্রี ผดุงเจริญ, และสุชาดา สุขหรั่ง. (2557). *พืชสมุนไพรไม้ดอกเหลือง*. สืบค้นจาก <https://www.rspgchula.sc.chula.ac.th/book/PDFหนังสือ/2ไม้ดอกเหลือง.pdf>
- ภาติยะห์ มะฮิดัต, ยาสิละห์ สามแม, อาซีฟา หะยีเต็ง, ฮุซนา บือโต, ศิริรัตน์ ศรีรักษา และปิยะนุช สุวรรณรัตน์. (2564). *การพัฒนาสูตรกำยานสมุนไพรรักษาโรคหลังคลอด*. รายงานวิจัยสาขาวิชาการแพทย์แผนไทย คณะวิทยาการสุขภาพและการกีฬา มหาวิทยาลัยทักษิณ.
- รอฮานี เจะแม. (2558). *การใช้ประโยชน์จากพืชสมุนไพรของชุมชนรอบพื้นที่เขาปกโย อำเภอบันนังสตา จังหวัดยะลา*. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา
- รุ่งนภา เขียวยศ, ศิริศักดิ์ ยนต์ชัย, ขนิษฐา นาคเกลี้ยง, สิริภัทร ชัมพพงษ์, และอรษา ชัยชุมพร. (2556). *ฤทธิ์ของสารสกัดว่านสากเหล็กต่อการต้านอนุมูลอิสระ*. วิทยาลัยการแพทย์แผนไทย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.
- ศิรินทีพย์ คำมีอ่อน, กัญจนภรณ์ ธงทอง, ลักขณา พุทธิรักษ์, โชติกา โพธิ์ไพสนธ์, เพชรรัตน์ รัตนชมภู, นันทิกานต์ พิลาวัลย์, สมบูรณ์ เจตลีลา, และศิตานันท์ วรรณเสน. (2566). การศึกษาภูมิปัญญาการดูแลสุขภาพมารดาหลังคลอดด้วยศาสตร์การแพทย์แผนไทย: กรณีศึกษาพื้นที่ตำบลบ้านจืด อำเภอกู่แก้ว จังหวัดอุดรธานี. *วารสารหมอยาไทยวิจัย*, 9(2), 87-104.
- ศูนย์การแพทย์กาญจนาภิเษก มหาวิทยาลัยมหิดล. (2563). *ประโยชน์ของการอยู่ไฟสำหรับคุณแม่หลังคลอด*. สืบค้นจาก <https://www.gj.mahidol.ac.th/main/ttm/afterbirth/>
- สิริรัตน์ เลหาประภานนท์, กัญทร ยินเจริญ, และศรินรัตน์ จิตจำ. (2562). ตำรับยาสมุนไพรรักษาอาการตกขาว: กรณีศึกษาหมอพื้นบ้านภาคใต้ “หมอเสทือน หอมเกตุ”. *วารสารการแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือก*, 17(2), 253-262.

- สุชาดา มานอก, และปวีณา ลิ้มเจริญ. (2558). การวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี DPPH, ABTS และ FRAP และปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของสารสกัดสมุนไพรในตำรับยาหอมเทพจิตร. **วารสารก้าวหน้าโลกวิทยาศาสตร์**, 15(1), 106-117.
- อรทัย เนียมสุวรรณภูมิ, ศรายุทธ ต้นเถียร, และสุวรรณดี เพ็ชรบุญ. (2557). การสำรวจพืชสมุนไพรที่ใช้บำรุงกำลังจากอุทยานแห่งชาติเขาพนมเบญจา จังหวัดกระบี่. **วารสารเภสัชศาสตร์และวิทยาศาสตร์สุขภาพไทย**, 9(1), 26-33.
- Agarwal, A., Gupta, S., & Sharma, R. K. (2005). Role of oxidative stress in female reproduction. **Reproductive biology and endocrinology**, 3(1), 28
- Akkarasiritharattana, K. & Chamutpong, S. (2019). Phytochemistry and antioxidant activity of *Molineria latifolia* herb. extracts. **Applied Mechanics and Materials**, 891, 21-29.
- Dai, L., Cai, S., Chu, D., Pang, R., Deng, J., Zheng, X., & Dai, W. (2023). Identification of chemical constituents in *Blumea balsamifera* using UPLC-Q-Orbitrap HRMS and evaluation of their antioxidant activities. **Molecules**, 28(11), 4504.
- Fern Tropical. (2024). *Molineria latifolia*. Retrieved from <https://tropical.theferns.info/viewtropical.php?id=Molineria+latifolia>
- Ishak, N. A., Ismail, M., Hamid, M., Ahmad, Z., & Abd Ghafar, S. A. (2013). Antidiabetic and hypolipidemic activities of *Curculigo latifolia* fruit: root extract in high-fat fed diet and low-dose STZ induced diabetes rats. **Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine**, 1-12.
- Nakajima, K., Koizumi, A., Iizuka, K., Ito, K., Morita, Y., Koizumi, T., Asakura, T., Shimizu-Ibuka, A., Misaka, T., & Abe, K. (2011). Non-acidic compounds induce the intense sweet taste of neocuin, a taste-modifying protein. **Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry**, 75, 1600-1602.
- Nur, S., Setiawan, H., Hanafi, M., & Elya, B. (2023). Pharmacognostical and phytochemical studies and biological activity of *Curculigo latifolia* plant organs for natural skin - whitening compound candidate. **The Scientific World Journal**, 1-15. <https://doi.org/10.1155/2023/5785259>
- Ooi, D. J., Chan, K. W., Sarega, N., Alitheen, N. B., Ithnin, H., & Ismail, M. (2016). Bioprospecting the curculigoside-cinnamic acid-rich fraction from *Molineria latifolia* rhizome as a potential antioxidant therapeutic agent. **Molecules**, 21(682), 1-19.

- Pintatum, A., Maneerat, W., Logie, E., Tuentner, E., Sakavitsi, M. E., Pieters, L., Berghe, W.V., Sripisut, T., Deachathai, S., & Laphookhieo, S. (2020). In vitro anti-inflammatory, anti-oxidant, and cytotoxic activities of four *Curcuma* species and the isolation of compounds from *Curcuma aromatica* rhizome. **Biomolecules**, 10(5), 799.
- Ramzi A. (2011). Anti-inflammation, antinociception and antioxidant activities of the endemic Soqotraen *Bowellia elongate* Balf. f. and *Jatropha unicostata* Balf. f. in different experimental models. **Food and Chemical Toxicology**, 49(10), 2549-2599.
- Rosalee, D. (2023). **How to make incense**. Retrieved from <https://www.learningherbs.com/blog/how-to-make-incense>
- Singh, K. N., Devi, K. R., Waikhom, B. S., & Seth, A. (2025). Isolation, phytochemical characterization, and inhibitory potential of essential oil from *Citrus hystrix* DC. fruit peels against foodborne and phytopathogenic microbes. **Chemistry & Biodiversity**, <https://doi.org/10.1002/cbdv.202403426>.
- Thepthong, P., Rattakarn, K., Ritchaiyaphum, N., Intachai, S., & Chanasit, W. (2023). Effect of extraction solvents on antioxidant and antibacterial activity of *Zingiber montanum* rhizomes. **ASEAN Journal of Scientific and Technological Reports**, 26(3), 1-9.
- Tunnazilah, N., Astuti, R. A., & Hardia, L. (2024). Antioxidant activity of ethanol extract *Areca catechu* L. stalk using the DPPH method. **Medical Sains: Jurnal Ilmiah Kefarmasian**, 9(4), 1127-1136.
- Yamasaki, K., Hashimoto, A., Kokusenya, Y., Miyamoto, T., & Sato, T. (1994). Electrochemical method for estimating the antioxidative effects of methanol extracts of crude drugs. **Chemical and Pharmaceutical Bulletin**, 42(8), 1663-1665.

## การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการข้อมูลผู้ที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้

กิตติ โพธิสมภาพวงษ์<sup>1\*</sup> สมโภชน์ สายบุญเรือน<sup>2</sup> สวิชญา ศรีไพโร<sup>3</sup> สายสุนี โพธิ์ตุ่น<sup>4</sup>

Received : February 6, 2025

Revised : September 29, 2025

Accepted : September 30, 2025

### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการข้อมูลผู้ที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ 2) เพื่อหาประสิทธิภาพของระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการข้อมูลผู้ที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ และ 3) เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการข้อมูลผู้ที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ ประชากรที่ศึกษา ได้แก่ บุคลากรที่เป็นผู้เกี่ยวข้องกับผู้ที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ที่อยู่ในความรับผิดชอบของสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาจันทบุรี เขต 1 จำนวน 144 โรงเรียน และคัดเลือกเป็นกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ บุคลากรที่เป็นผู้เกี่ยวข้องกับผู้ที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ในโรงเรียนกลุ่มแกนนำ ได้มาด้วยวิธีการคัดเลือกแบบเฉพาะเจาะจง โดยสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาจันทบุรี เขต 1 จำนวน 7 โรงเรียน เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ 1) ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการข้อมูลผู้ที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ 2) แบบประเมินประสิทธิภาพระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการข้อมูลผู้ที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ 3) แบบประเมินเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของระบบงานการจัดการข้อมูลผู้ที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ (ระบบเดิม) กับระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการข้อมูลผู้ที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ (ระบบใหม่) และ 4) แบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการข้อมูลผู้ที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ โดยสถิติที่ใช้ คือ ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

ผลการศึกษา พบว่า 1) สามารถพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการข้อมูลผู้ที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ จำนวน 1 ระบบ 2) ระบบสารสนเทศมีประสิทธิภาพในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ( $\bar{X} = 4.89$ , S.D. = 0.09) ซึ่งเป็นที่ยอมรับของผู้เชี่ยวชาญ 3) เปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของระบบงานการจัดการข้อมูลผู้ที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ (ระบบเดิม) กับระบบสารสนเทศสำหรับผู้ที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ (ระบบใหม่) พบว่า ระบบสารสนเทศที่พัฒนาขึ้นมาใหม่มีประสิทธิภาพมากกว่าระบบเดิมอยู่ในระดับมากที่สุด ( $\bar{X} = 4.91$ , S.D. = 0.16) และ 4) กลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบสารสนเทศในภาพรวมทั้งหมดอยู่ในระดับมากที่สุด ( $\bar{X} = 4.91$ , S.D. = 0.11) ซึ่งสามารถนำไปใช้ทำงานในหน่วยงานได้เป็นอย่างดี

**คำสำคัญ:** การจัดการข้อมูล ผู้ที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ ระบบสารสนเทศ

<sup>1</sup> สาขาเทคโนโลยีดิจิทัล คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี อีเมล: kitti.p@lawasri.tru.ac.th

<sup>2</sup> สาขาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี อีเมล: sompoj.s@lawasri.tru.ac.th

<sup>3</sup> สาขาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี อีเมล: sawitchaya.s@lawasri.tru.ac.th

<sup>4</sup> สาขาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี อีเมล: saisunee.p@lawasir.tru.ac.th

\* ผู้นิพนธ์หลัก อีเมล: kitti.p@lawasri.tru.ac.th

## INFORMATION SYSTEM DEVELOPMENT FOR MANAGING DATA ON INDIVIDUALS WITH LEARNING DISABILITIES

Kitti Photisompabwong<sup>1\*</sup> Sompoj Saiboonruen<sup>2</sup> Sawitchaya Sripai<sup>3</sup> Saisunee Potoon<sup>4</sup>

### Abstract

This research aimed to 1) develop an information system to manage data of students with learning disabilities; 2) examine the efficiency of the developed information system, and 3) evaluate the users' satisfaction with the system. The population included personnel who took charge of the learning-disability students in 144 schools under the Lopburi Primary Educational Service Area Office 1. The research samples were personnel who has taken charge of learning-disability students in the seven leading schools under the Lopburi Primary Educational Service Area Office 1. They were selected through purposive sampling. Research instruments included 1) information system for managing data on students with learning disabilities, 2) an evaluation form for the efficient system, 3) an assessment form for comparing the efficiency between the previous and the latest system, and 4) users' satisfaction assessment form. Data were analyzed using mean ( $\bar{X}$ ), and standard deviation (S.D.).

The findings showed as follows: First, an information system for managing data on students with learning disability was successfully developed. Secondly, the overall efficiency of the information system was rated at the highest level ( $\bar{X} = 4.89$ , S.D.= 0.09), which was approved by the experts. Thirdly, the latest developed information system demonstrated significantly greater efficiency than the previous system at the highest level ( $\bar{X} = 4.91$ , S.D. = 0.16). In addition, fourthly, the users had the highest level of satisfaction with the system ( $\bar{X} = 4.91$ , S.D. = 0.11), indicating its suitability for implementation in the organization.

**Keywords:** Managing Data, People with Learning Disabilities, Information System

---

<sup>1</sup> Digital Technology Instructor, Faculty of Information Technology, Thepsatri Rajabhat University, e-mail: kitti.p@lawasri.tru.ac.th

<sup>2</sup> Computer Education Instructor, Faculty of Information Technology, Thepsatri Rajabhat University, e-mail: sompoj.s@lawasri.tru.ac.th

<sup>3</sup> Computer Education Instructor, Faculty of Information Technology, Thepsatri Rajabhat University, e-mail: sawitchaya.s@lawasri.tru.ac.th

<sup>4</sup> Computer Education Instructor, Faculty of Information Technology, Thepsatri Rajabhat University, e-mail: saisunee.p@lawasri.tru.ac.th

\* Corresponding author, e-mail: kitti.p@lawasri.tru.ac.th

## บทนำ

ในยุคปัจจุบันที่โลกของเราได้ก้าวเข้าสู่ยุคดิจิทัล (Digital Age) ทำให้เทคโนโลยีสารสนเทศมีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาคุณภาพการศึกษา ดังนั้นการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศจึงเป็นเครื่องมือสำคัญในการยกระดับคุณภาพการจัดการศึกษาให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยที่ระบบสารสนเทศเป็นกลไกที่ทำหน้าที่ในการรวบรวมประมวลผล จัดเก็บ และกระจายข้อมูลสารสนเทศที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการด้านการศึกษา ไม่ว่าจะเป็นข้อมูลนักเรียน ข้อมูลบุคลากรทางการศึกษา ข้อมูลด้านการเงินและงบประมาณ หรือข้อมูลด้านวิชาการต่าง ๆ การมีระบบสารสนเทศทางการศึกษาจะช่วยให้สถาบันการศึกษาสามารถจัดการกับข้อมูลได้อย่างถูกต้อง แม่นยำ และทันสมัย โดยข้อมูลที่ได้ถือเป็นองค์ประกอบสำคัญในการวางแผนนโยบาย และกลยุทธ์ด้านการศึกษารับผิดชอบของผู้บริหารสถานศึกษา การติดตาม และประเมินผลการจัดการศึกษา รวมถึงการประสานงานระหว่างหน่วยงานต่าง ๆ ในสถาบันการศึกษา ซึ่งจะส่งผลให้การบริหารจัดการด้านการศึกษาที่มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ ระบบสารสนเทศทางการศึกษายังช่วยในการปรับปรุงกระบวนการเรียนการสอน การพัฒนาหลักสูตร และการบริหารจัดการทรัพยากรทางการศึกษาให้มีประสิทธิภาพสูงสุด ทั้งยังเป็นช่องทางในการสื่อสารและเผยแพร่ข้อมูลข่าวสารด้านการศึกษาให้แก่ผู้ที่เกี่ยวข้องอีกด้วย ดังนั้นการนำระบบสารสนเทศทางการศึกษามาใช้จึงเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับสถาบันการศึกษา เพื่อเพิ่มศักยภาพในการจัดการศึกษาให้มีคุณภาพและสอดคล้องกับความต้องการของสังคมในยุคปัจจุบันและอนาคต (ประกาศกระทรวงการพัฒนาสังคมและความมั่นคงของมนุษย์, 2552)

ด้วยความสำคัญของระบบสารสนเทศทางการศึกษา ทำให้เราควรตระหนักถึงการจัดการศึกษาให้ทั่วถึงและมีประสิทธิภาพที่นับเป็นเป้าหมายสำคัญของสถานศึกษาทุกแห่ง โดยเฉพาะการดูแล และส่งเสริมนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ ซึ่งจำเป็นต้องได้รับการดูแลเป็นพิเศษเพื่อให้สามารถเรียนรู้ได้อย่างเต็มศักยภาพ อย่างไรก็ตาม ในปัจจุบันยังคงมีสถานศึกษาจำนวนมากที่ประสบปัญหาการขาดระบบสารสนเทศทางการศึกษาที่ใช้ในการจัดเก็บ และบริหารจัดการข้อมูลของนักเรียนกลุ่มนี้ (ศูนย์การศึกษาพิเศษ ประจำจังหวัดกาฬสินธุ์, 2567) การไม่มีระบบสารสนเทศส่งผลให้เกิดปัญหาในการรวบรวมข้อมูลที่สำคัญของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ ทำให้ขาดข้อมูลที่ครบถ้วน และถูกต้องในการวางแผนจัดการเรียนการสอน การสนับสนุนด้านต่าง ๆ และการประเมินผลความก้าวหน้าของผู้เรียน นอกจากนี้ ยังเป็นอุปสรรคต่อการประสานงาน และการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างครูผู้สอนและผู้ปกครอง ซึ่งล้วนเป็นปัจจัยสำคัญในการพัฒนาศักยภาพของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ ปัญหาดังกล่าวอาจนำไปสู่ความล่าช้าในการวินิจฉัย และการให้ความช่วยเหลือที่เหมาะสม ส่งผลกระทบต่อพัฒนาการทางการศึกษาของนักเรียนกลุ่มนี้ ในที่สุดแล้วจะกลายเป็นอุปสรรคต่อการจัดการศึกษาให้สอดคล้องกับนโยบายการจัดการศึกษาเพื่อความเสมอภาค และการพัฒนาที่ยั่งยืน ดังนั้นการมีระบบสารสนเทศที่มีประสิทธิภาพจึงเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับสถานศึกษา อีกทั้งมีงานวิจัยที่ผ่านมาใน

อดีตที่มีการสนับสนุนความสำคัญของการพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อผู้เรียนที่มีความต้องการพิเศษ เช่น งานวิจัยของพิทักษ์ สุรินทร์วัฒนกุล และคณะ (2560) ที่พัฒนาระบบสารสนเทศงานบริการสนับสนุนนักเรียนพิการโดยใช้แนวคิด Responsive Web Design เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการข้อมูล งานวิจัยของณัฐดนัย เครือวัลย์ และชยาگانต์ เรืองสุวรรณ (2568) ที่ศึกษาการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการบริหารโรงเรียนเฉพาะความพิการด้านสติปัญญา งานวิจัยของจารี ทองคา และคณะ (2561) ที่พัฒนาระบบประเมินพัฒนาการนักเรียนพิเศษด้วย Dynamic Website และงานวิจัยของเอกราช ตามี (2565) ที่พัฒนาระบบคลังข้อมูลและระบบคัดกรองเบื้องต้นสำหรับนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ ทั้งหมดนี้ล้วนชี้ให้เห็นถึงแนวโน้มการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการจัดการศึกษาเฉพาะบุคคลและการพัฒนาศักยภาพของผู้เรียนที่มีความต้องการจำเป็นพิเศษ

จากที่กล่าวมาข้างต้นทำให้คณะผู้วิจัยต้องการที่จะพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการข้อมูลผู้ที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ เพื่อช่วยพัฒนาการจัดการเรียนการสอนของสถานศึกษาซึ่งถือว่าเป็นชุมชนและท้องถิ่นของเรา ให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อไปในอนาคต

### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการข้อมูลผู้ที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้
2. เพื่อหาประสิทธิภาพของระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการข้อมูลผู้ที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้
3. เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการข้อมูลผู้ที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้

### วิธีดำเนินการวิจัย

#### 1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากร ได้แก่ บุคลากรที่เป็นผู้เกี่ยวข้องกับผู้ที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ที่อยู่ในความรับผิดชอบของสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาลพบุรี เขต 1 จำนวน 1,102 คน จาก 144 โรงเรียน

1.2 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ บุคลากรที่เป็นผู้เกี่ยวข้องกับผู้ที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ในโรงเรียนกลุ่มแกนนำ ได้มาด้วยวิธีการคัดเลือกแบบเฉพาะเจาะจง โดยสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาลพบุรี เขต 1 จำนวน 108 คน จาก 7 โรงเรียน ประกอบด้วย

1.2.1 โรงเรียนต้นแบบการจัดการเรียนรวม จำนวน 62 คน จาก 4 โรงเรียน ได้แก่ โรงเรียนพลร่มอนุสรณ์ มิตรภาพที่ 50 โรงเรียนบ้านสระเตย โรงเรียนอนุบาลบ้านเพนียด และโรงเรียนสิงห์ฤกษ์ประสิทธิ์

1.2.2 โรงเรียนห้องเรียนคู่ขนานอหิสติก จำนวน 18 คน จาก 1 โรงเรียน ได้แก่ โรงเรียนอนุบาลจังหวัดทหารบกฉะเชิงเทรา

1.2.3 โรงเรียนแกนนำการจัดการเรียนรวม จำนวน 28 คน จาก 2 โรงเรียน ได้แก่ โรงเรียนไทยรัฐวิทยา และโรงเรียนซอย 3 สาย 4 ซ้าย

## 2. เครื่องมือการวิจัย

2.1 ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการข้อมูลผู้ที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้

2.2 แบบประเมินประสิทธิภาพ

2.3 แบบประเมินเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพ

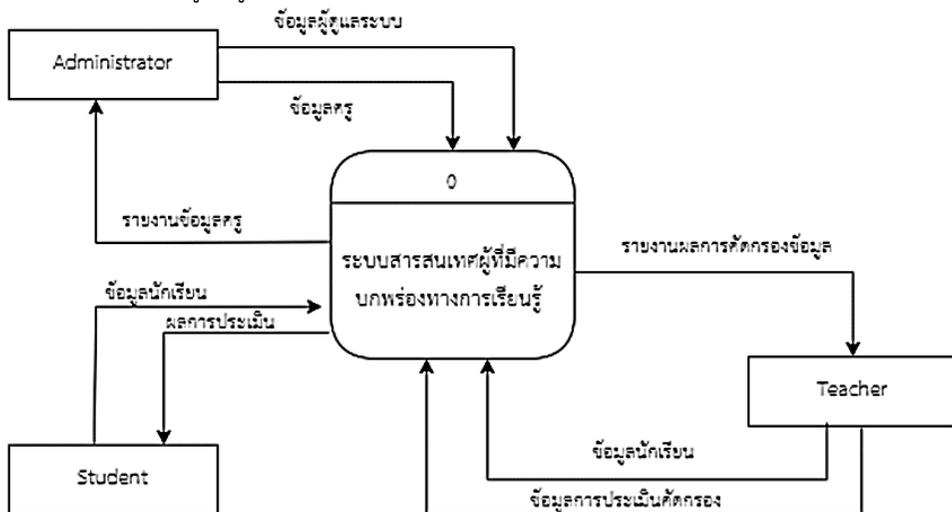
2.4 แบบสอบถามความพึงพอใจ

## 3. การออกแบบ (Design)

คณะผู้วิจัยดำเนินการออกแบบระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการข้อมูลผู้ที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ โดยมีบริบทของระบบใหม่และกระแสข้อมูล ดังนี้

### 3.1 แผนภาพบริบทของระบบใหม่ (Context Diagram)

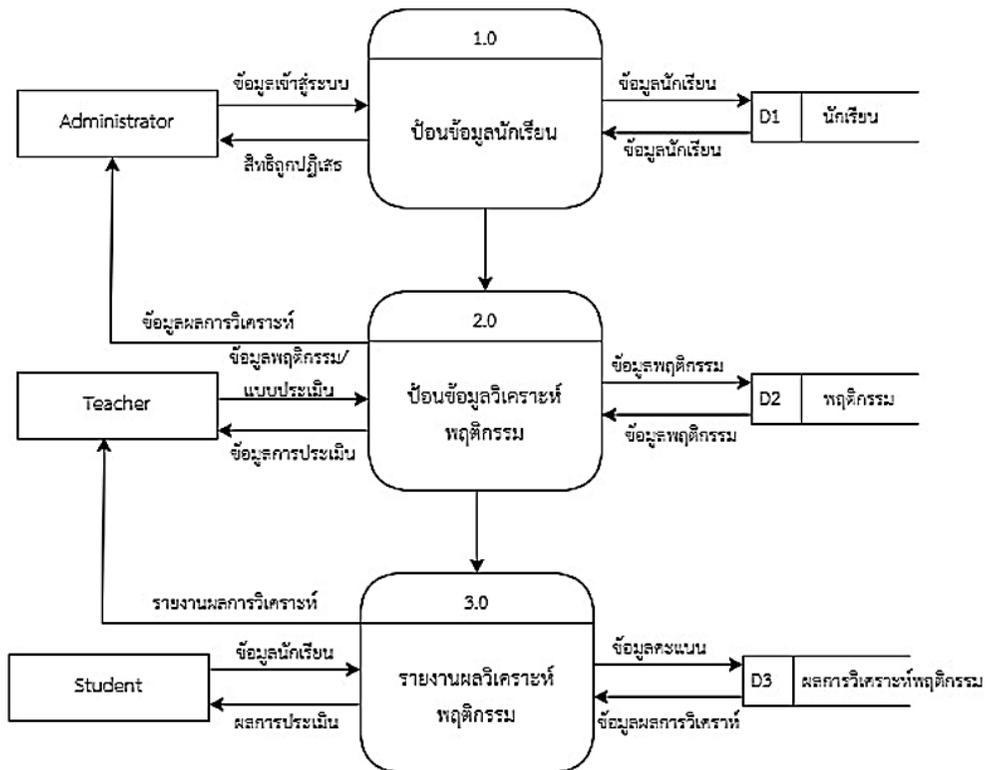
การออกแบบระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการข้อมูลผู้ที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้เพื่อให้ตรงกับความต้องการของผู้ใช้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการดัดภาพที่ 1



ภาพที่ 1 แผนภาพ (Context Diagram)

### 3.2 แผนภาพกระแสข้อมูล (Data Flow Diagram: DFD)

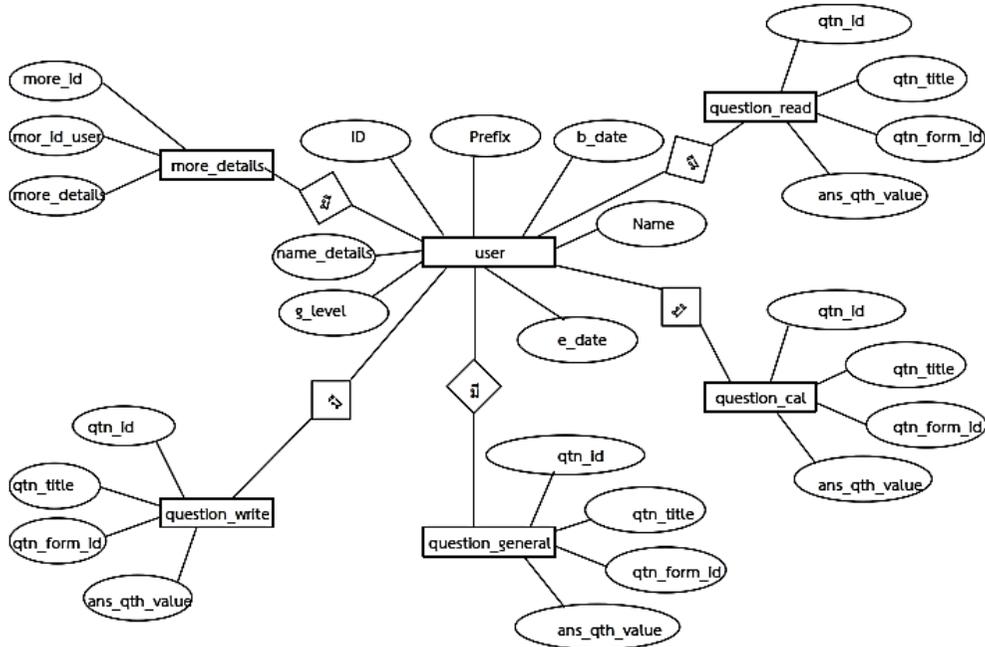
การออกแบบแผนภาพกระแสข้อมูล แสดงให้เห็นภาพการไหลของข้อมูลและการประมวลผลต่าง ๆ ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 แผนภาพกระแสข้อมูล (Data Flow Diagram)

### 3.3 แผนภาพ E-R Diagram

การออกแบบจำลอง E-R Diagram โครงสร้างของฐานข้อมูล ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 แผนภาพ E-R Diagram

## 4. ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้คณะผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

4.1 นำแบบประเมินความสอดคล้อง (IOC) สำหรับประเมินประสิทธิภาพ (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ, 2539) ประเมินความพึงพอใจ ตามมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ (บุญชม ศรีสะอาด, 2546) และแบบประเมินเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของระบบงานการจัดการข้อมูลผู้ที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ (ระบบเดิม) กับระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการข้อมูลผู้ที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ (ระบบใหม่) ที่ได้ออกแบบ ให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน ที่มีความเชี่ยวชาญด้านคอมพิวเตอร์ และด้านความบกพร่องทางการเรียนรู้ ได้ประเมินความสอดคล้อง

4.2 นำระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการข้อมูลผู้ที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ ที่พัฒนาขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน ที่มีความเชี่ยวชาญด้านคอมพิวเตอร์ และด้านความบกพร่องทางการเรียนรู้ได้ทดลองใช้ เพื่อประเมินประสิทธิภาพของระบบสารสนเทศ

4.3 นำระบบสารสนเทศไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นผู้ใช้หลังจากใช้งานระบบสารสนเทศแล้ว ให้ผู้ใช้ประเมินความพึงพอใจที่มีต่อระบบสารสนเทศ และประเมินการทำงานของระบบสารสนเทศสำหรับนำไปใช้เปรียบเทียบระหว่างการทำงานของระบบสารสนเทศที่พัฒนาขึ้นกับระบบเดิม

## ผลการวิจัยและอภิปรายผล

### ผลการวิจัย

การเสนอผลการวิจัยเรื่องการพัฒนาสารสนเทศผู้ที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิจัย ดังนี้

1. ระบบสารสนเทศผู้ที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาระบบโดยมีส่วนประกอบการทำงานของเมนูต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. ส่วนหน้าจอที่เป็นหน้าแรกของการเข้าใช้งานระบบสารสนเทศผู้ที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ประกอบด้วยปุ่มคำชี้แจง และปุ่มเข้าสู่ระบบ แสดงดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 แสดงหน้าจอที่เป็นหน้าแรกของระบบ

2. ส่วนหน้าจอของการเพิ่มข้อมูลนักเรียน แสดงดังภาพที่ 5

ภาพที่ 5 แสดงหน้าจอของการเพิ่มข้อมูลนักเรียน

3. ส่วนหน้าจอบริเวณการคัดกรองการอ่าน การเขียน การคำนวณ การคัดกรองพฤติกรรมทั่วไป แสดงดังภาพที่ 6



เรียน 666 ชื่อ เด็กหญิง จริยา แบน

ข้อ	ลักษณะ / พฤติกรรม	ผลการวิเคราะห์	
		ใช่	ไม่ใช่
1	อ่านซ้ำ อ่านข้าม อ่านไม่หมด	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
2	จำคำศัพท์คำเดิมไม่ได้ ทั้ง ๆ ที่เคยผ่านสายตามาแล้วหลายครั้ง	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
3	อ่านเพิ่มคำ ขี้คำ อ่านผิดตำแหน่ง	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
4	อ่านสลับตัวอักษรหรือออกเสียงสลับกัน เช่น บก อ่านเป็น กบ	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
5	สับสนในพยัญชนะคล้ายกัน เช่น ก ก ๓ , ๓ ๓ ๓ , ๓ ๓ ๓	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
6	จำศัพท์ใหม่ไม่ค่อยได้ การอ่านออกเสียงคำ	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
7	มีปัญหาในการผสมคำ การอ่านออกเสียงคำ	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
8	สับสนในคำที่คล้ายกัน	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
9	อ่านคำที่ไม่คุ้นเคยไม่ได้	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
10	อ่านคำในระดับชั้นของตนเองไม่ได้	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>

บันทึก

ภาพที่ 6 แสดงหน้าจอบริเวณการคัดกรองการอ่าน

5. ส่วนหน้าจอผลการคัดกรองด้านการอ่าน แสดงดังภาพที่ 8



รหัสนักเรียน 666 ชื่อ เด็กหญิง จริยา แบน แก้ไขการประเมินด้านการอ่าน

ข้อ	ลักษณะ / พฤติกรรม	ผลการวิเคราะห์	
		ใช่	ไม่ใช่
1	อ่านซ้ำ อ่านข้าม อ่านไม่หมด	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
2	จำคำศัพท์คำเดิมไม่ได้ ทั้ง ๆ ที่เคยผ่านสายตามาแล้วหลายครั้ง	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
3	อ่านเพิ่มคำ ขี้คำ อ่านผิดตำแหน่ง	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
4	อ่านสลับตัวอักษรหรือออกเสียงสลับกัน เช่น บก อ่านเป็น กบ	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
5	สับสนในพยัญชนะคล้ายกัน เช่น ก ก ๓ , ๓ ๓ ๓ , ๓ ๓ ๓	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
6	จำศัพท์ใหม่ไม่ค่อยได้ การอ่านออกเสียงคำ	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
7	มีปัญหาในการผสมคำ การอ่านออกเสียงคำ	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
8	สับสนในคำที่คล้ายกัน	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
9	อ่านคำที่ไม่คุ้นเคยไม่ได้	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
10	อ่านคำในระดับชั้นของตนเองไม่ได้	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>

จำนวนข้อทั้งหมด 10 ข้อ  
จำนวนข้อที่ใช่ 7 ข้อ  
จำนวนข้อที่ไม่ใช่ 3 ข้อ  
แปลผล

บกพร่องทางการอ่าน

ภาพที่ 8 แสดงหน้าจอผลการคัดกรองด้านการอ่าน

4. ส่วนหน้าจอบริเวณการคัดกรองความคิดเห็นเพิ่มเติม แสดงดังภาพที่ 7



รหัสนักเรียน 666 ชื่อ เด็กหญิง จริยา แบน

ความคิดเห็นเพิ่มเติม

บันทึก

ภาพที่ 7 แสดงหน้าจอบริเวณการคัดกรองความคิดเห็นเพิ่มเติม

6. ส่วนหน้าจอผลการคัดกรองด้านการเขียน แสดงดังภาพที่ 9



รหัสนักเรียน 666 ชื่อ เด็กหญิง จริยา แบน แก้ไขการประเมินด้านการเขียน

ข้อ	ลักษณะ / พฤติกรรม	ผลการวิเคราะห์	
		ใช่	ไม่ใช่
1	ไม่ชอบและหลีกเลี่ยงการเขียน หรือการลอกคำ	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
2	เขียนไม่สวย ไม่เรียบร้อย สกปรก ชัดทั้ง สบทั้ง	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
3	เขียนตัวอักษรและคำที่คล้าย ๆ กันผิด	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
4	ลอกคำบนกระดาษผิด	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
5	เขียนหนังสือไม่บรรทัด ไม่เว้นช่องไฟ ตัวอักษรเบียดกันจนทำให้อ่านยาก	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
6	เขียนสลับตำแหน่งระหว่างพยัญชนะ สระ เช่น ตไ	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
7	เขียนตามคำบอกของคำในระดับชั้นตนเองไม่ได้	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
8	เขียนตัวอักษรหรือตัวสะกดสลับกัน คล้ายเอกราชเงา	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
9	เขียนพยัญชนะหรือตัวสะกดที่ลักษณะคล้ายกันสลับกัน เช่น ม-น, ด-ต, b-d, p-q, b-๙	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
10	เรื่องลำดับตัวอักษรผิด เช่น สดดี เป็น สดีดี	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>

จำนวนข้อทั้งหมด 10 ข้อ  
จำนวนข้อที่ใช่ 3 ข้อ  
จำนวนข้อที่ไม่ใช่ 7 ข้อ  
แปลผล

ไม่บกพร่องทางการเขียน

ภาพที่ 9 แสดงหน้าจอผลการคัดกรองด้านการเขียน

7. ส่วนหน้าจอผลการคัดกรองด้านการคำนวณ แสดงดังภาพที่ 10



รหัสนักเรียน 666 ชื่อ เด็กหญิง จิรายา แบน  
แก้ไขการประเมินด้านการคำนวณ

ข้อ	ลักษณะ / พฤติกรรม	ผลการวิเคราะห์	
		ใช่	ไม่ใช่
1	นับเลขเรียงลำดับ นับเพิ่ม นับลดไม่ได้	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	ยากลำบากในการบวก,ลบ จำนวนจริง	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	ยากลำบากในการใช้เทคนิคการนับจำนวนเพิ่มขึ้น ๒, ๕, ๑๐, ๑๐๐	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4	ยากลำบากในการประมาณจำนวนค่า	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5	ยากลำบากในการเปรียบเทียบ มากกว่า น้อยกว่า	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	แก้ไขข้อปัญหาง่าย ๆ ไม่ได้	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7	สับสนไม่เข้าใจเรื่องเวลา ทิศทาง	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8	บอกความหมาย หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ไม่ได้ เช่น +, -, x, >, <, =	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9	เปรียบเทียบขนาด รูปทรง ระยะทาง ตำแหน่งไม่ได้	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10	เขียนตัวเลขกลับ เช่น ๔๕, ๖๙	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

จำนวนข้อทั้งหมด 10 ข้อ  
จำนวนข้อที่ใช่ 8 ข้อ  
จำนวนข้อที่ไม่ใช่ 2 ข้อ  
แปลผล

**บกพร่องทางการคำนวณ**

ภาพที่ 10 แสดงหน้าจอผลการคัดกรองด้านการคำนวณ

8. ส่วนหน้าจอผลการคัดกรองด้านพฤติกรรมทั่วไป แสดงดังภาพที่ 11



รหัสนักเรียน 666 ชื่อ เด็กหญิง จิรายา แบน  
แก้ไขการประเมินด้านพฤติกรรมทั่วไป

ข้อ	ลักษณะ / พฤติกรรม	ผลการวิเคราะห์	
		ใช่	ไม่ใช่
1	ไม่ทำตามคำสั่ง ทำงานไม่เสร็จ	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	มีความยากลำบากในการจัดระบบงาน	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	ทำของหายบ่อย ๆ เป็นประจำ เช่น ของเล่น ดินสอ หนังสือ อุปกรณ์การเรียน	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4	ลืมทำกิจกรรมที่เป็นกิจวัตรประจำวัน	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5	สับสนด้านซ้าย ขวา	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
6	วางสิ่งของเครื่องใช้ไม่เป็นระเบียบ	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7	เสียน้ำข้าวของไปอยู่ทุกสิ่งทุกอย่างที่เคลื่อนไหวผ่านสายตา	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8	มีอาหารเคี้ยวขณะอ่าน	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9	ใจไม่ค่อยจดอยู่กับงาน มองโน่นมองนี่บ่อย ๆ	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10	หลีกเลี่ยง ไม่ชอบ หรือลังเลใจที่จะทำงานหรือการบ้านที่ต้องมีระเบียบและใส่ใจในงาน	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

จำนวนข้อทั้งหมด 10 ข้อ  
จำนวนข้อที่ใช่ 7 ข้อ  
จำนวนข้อที่ไม่ใช่ 3 ข้อ  
แปลผล

**มีแนวโน้มที่จะเป็นบุคคลที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้**

ภาพที่ 11 แสดงหน้าจอผลการคัดกรองด้านพฤติกรรมทั่วไป

9. ส่วนหน้าจอแบบรายงานของส่วนที่ 1 แสดงดังภาพที่ 12

**แบบคัดกรองบุคคลที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้**

รหัสนักเรียน.....666.....ชื่อ.....เด็กหญิง จิรายา แบน.....  
วัน เดือน ปี เกิด.....01/12/2562.....ระดับชั้น.....ป.1.....  
วันที่ประเมิน.....3/09/2568.....

**คำชี้แจง**

- แบบคัดกรองฉบับนี้เป็นแบบคัดกรองเพื่อประโยชน์ทางการจัดการศึกษาเท่านั้น
- วิเคราะห์ลักษณะ/พฤติกรรม ของเด็กซึ่งเป็นลักษณะหรือพฤติกรรม ที่เด็กแสดงออบบ่อย ๆ โดยให้ ทำเครื่องหมาย / ลงในช่อง "ใช่" หรือ "ไม่ใช่" ที่ตรงกับลักษณะหรือพฤติกรรมนั้น ๆ ของเด็ก โดยเปรียบเทียบกับเด็กทั่วไปในชั้นเรียน
- ผู้ทำการคัดกรองเบื้องต้นต้องผ่านการอบรมวิธีกรใช้ และการประเมิน ตามแบบคัดกรองนี้ และควรสอบถามข้อมูลเพิ่มเติมจากผู้ที่เกี่ยวข้องในชั้นเรียนมากที่สุด เช่น ครูผู้สอน ครูประจำชั้น เพื่อให้ได้ความ ชัดเจน ถูกต้อง
- ผู้คัดกรองควรจะมีอย่างน้อย 2 คนขึ้นไป

**วิเคราะห์ความบกพร่องทางการเรียนรู้ของเด็กในแต่ละด้าน**

**1. ด้านการอ่าน**

ข้อ	ลักษณะ / พฤติกรรม ด้านการอ่าน	ผลการวิเคราะห์	
		ใช่	ไม่ใช่
1	อ่านช้า อ่านข้าม อ่านไม่หมด	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	จำคำศัพท์คำเดิมไม่ได้ ทั้ง ๆ ที่เคยผ่านสายตามาแล้วหลายครั้ง	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3	อ่านเพิ่มคำ ขำคำ อ่านผิดคำแต่ง	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	อ่านสลับตัวอักษรหรือออกเสียงสลับกัน เช่น บท อ่านเป็น กบ	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	สับสนในพยัญชนะคล้ายกัน เช่น ก ก อ , ฎ ฏ ฐ ฑ ฒ ฑ	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	จำศัพท์ใหม่ไม่ค่อยได้ การอ่านออกเสียงคำ	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7	มีปัญหาในการผสมคำ การอ่านออกเสียงคำ	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8	สับสนในคำที่คล้ายกัน	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9	อ่านคำที่ไม่คุ้นเคยไม่ได้	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10	อ่านคำในระดับชั้นของตนเองไม่ได้	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

จำนวนข้อทั้งหมด 10 ข้อ  
จำนวนข้อที่ใช่ 7 ข้อ  
จำนวนข้อที่ไม่ใช่ 3 ข้อ  
ผลการคัดกรอง  
**บกพร่องทางการอ่าน**

10. ส่วนหน้าจอแบบรายงานของส่วนที่ 2 แสดงดังภาพที่ 13

**2. ด้านการเขียน**

ข้อ	ลักษณะ / พฤติกรรม ด้านการเขียน	ผลการวิเคราะห์	
		ใช่	ไม่ใช่
1	ไม่ชอบและหลีกเลี่ยงการเขียน หรือการลอกคำ	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	เขียนไม่สวย ไม่เรียบร้อย สกปรก ขีดทิ้ง ลบทิ้ง	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	เขียนตัวอักษรและคำที่คล้าย ๆ กันผิด	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4	ลอกทำแบบตามตามผิด	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5	เขียนหนังสือไม่เว้นวรรค ไม่เว้นช่องไฟ ตัวอักษรเบียดกันจนทำให้อ่านยาก	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
6	เขียนสลับตำแหน่งระหว่างพยัญชนะ สระ เช่น ตอ	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
7	เขียนตามคำบอกของคำในระดับชั้นตนเองไม่ได้	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
8	เขียนตัวอักษรหรือตัวเลขกลับด้าน คล้ายมองกระจกเงา	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9	เขียนพยัญชนะหรือตัวเลขที่มีลักษณะคล้ายกันสลับกัน เช่น ม-น, ต-ค, b-d, p-q, ๖-๙	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
10	เรียงลำดับตัวอักษรผิด เช่น สดดี เป็น สดดี	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

จำนวนข้อทั้งหมด 10 ข้อ  
จำนวนข้อที่ใช่ 3 ข้อ  
จำนวนข้อที่ไม่ใช่ 7 ข้อ  
ผลการคัดกรอง  
**ไม่บกพร่องทางการเขียน**

ภาพที่ 13 แสดงหน้าจอแบบรายงานของส่วนที่ 2

ภาพที่ 12 แสดงหน้าจอแบบรายงานของส่วนที่ 1

11. ส่วนหน้าจอแบบรายงานของส่วนที่ 3 แสดงดังภาพที่ 14

3. ด้านการคำนวณ

ข้อ	ลักษณะ / พฤติกรรม ด้านการคำนวณ	ผลการวิเคราะห์	
		ใช่	ไม่ใช่
1	นับเลขเรียงลำดับ นับเพิ่ม นับลดไม่ได้	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	ยากลำบากในการบวก,ลบ จำนวนจริง	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	ยากลำบากในการใช้เทคนิคการนับจำนวนเพิ่มที่เลข ๒, ๕, ๑๐, ๑๐๐	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4	ยากลำบากในการประมาณจำนวนค่า	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5	ยากลำบากในการเปรียบเทียบ มากกว่า น้อยกว่า	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	แก้ปัญหาได้ง่าย ๆ ไม่ได้	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7	สับสนไม่เข้าใจเรื่องเวลา ทิศทาง	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8	บอกความหมาย หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ไม่ได้ เช่น +, -, x, >, <, =	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9	เปรียบเทียบขนาด รูปทรง ระยะทาง ค่าแห่งไม่ได้	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10	เขียนตัวเลขกลับ เช่น ๕ s , ๖ ๙	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

จำนวนข้อทั้งหมด 10 ข้อ  
จำนวนข้อที่ใช่ 8 ข้อ  
จำนวนข้อที่ไม่ใช่ 2 ข้อ  
ผลการคัดกรอง

บทพร่องทางการคำนวณ

ภาพที่ 14 แสดงหน้าจอแบบรายงานของส่วนที่ 3

13. ส่วนหน้าจอแบบรายงานของส่วนที่ 5 แสดงดังภาพที่ 16  
ความคิดเห็นเพิ่มเติม

ลงชื่อ.....  
 (.....)  
 วิชา.....  
 (ผู้คัดกรอง)

ลงชื่อ.....  
 (.....)  
 วิชา.....  
 (ผู้คัดกรอง)

คำยินยอมของผู้ปกครอง

ข้าพเจ้า(นาย/นาง/นางสาว).....เป็นผู้ปกครองของ.....เด็กหญิง จิรายุ แบน..... ยินยอม  ไม่ยินยอม ให้ดำเนินการคัดกรอง.....เด็กหญิง จิรายุ แบน.....ตามแบบคัดกรองนี้

เมื่อพบว่าไม่มีแนวโน้มเป็นผู้ที่มีความบกพร่องตามแบบคัดกรองข้างต้น  
 ยินดี  ไม่ยินดี ให้จัดบริการช่วยเหลือทางการศึกษาพิเศษต่อไป

ลงชื่อ.....  
 (.....)  
 ผู้ปกครอง

ภาพที่ 16 แสดงหน้าจอแบบรายงานของส่วนที่ 5

12. ส่วนหน้าจอแบบรายงานของส่วนที่ 4 แสดงดังภาพที่ 15

4. ด้านพฤติกรรมทั่วไป

ข้อ	ลักษณะ / พฤติกรรม ด้านพฤติกรรมทั่วไป	ผลการวิเคราะห์	
		ใช่	ไม่ใช่
1	ไม่ทำตามคำสั่ง ทำงานไม่เสร็จ	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	มีความยากลำบากในการจัดระบบงาน	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	ทำของหายบ่อย ๆ เป็นประจำ เช่น ของเล่น ดินสอ หนังสือ อุปกรณ์การเรียน	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4	สิ่งทำกิจกรรมที่เป็นกิจวัตรประจำวัน	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5	สับสนด้านซ้าย ขวา	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
6	วางสิ่งของเครื่องใช้ไม่เป็นระเบียบ	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7	เสียสมาธิง่ายมองไปยังทุกสิ่งทีเคลื่อนไหวผ่านสายตา	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8	มีอาการเครียดขณะอ่าน	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9	ใจไม่ค่อยจดจ่ออยู่กับงาน มองไม่มองเมื่อค่อย ๆ	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10	หลีกเลี่ยง ไม่ชอบ หรือสิ่งเลื่องที่จะทำงานหรือการบ้านที่ต้องมีระเบียบและใส่ใจในงาน	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

จำนวนข้อทั้งหมด 10 ข้อ  
จำนวนข้อที่ใช่ 7 ข้อ  
จำนวนข้อที่ไม่ใช่ 3 ข้อ  
ผลการคัดกรอง

มีแนวโน้มที่จะเป็นบุคคลที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้

ภาพที่ 15 แสดงหน้าจอแบบรายงานของส่วนที่ 4

14. ส่วนหน้าจอการแก้ไขข้อมูลผลการคัดกรองด้านการอ่าน การเขียน การคำนวณ การคัดกรองพฤติกรรมทั่วไป แสดงดังภาพที่ 17

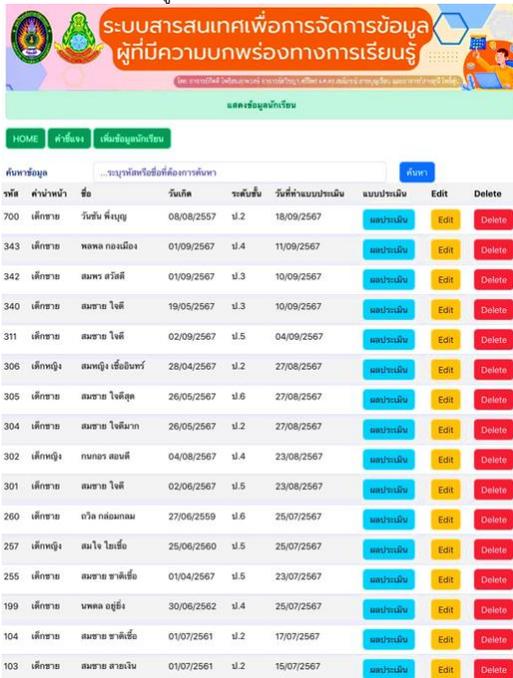
รหัสนักเรียน 666 ชื่อ เด็กหญิง จิรายุ แบน

ข้อ	ลักษณะ / พฤติกรรม	ผลการวิเคราะห์	
		ใช่	ไม่ใช่
1	อ่านช้า อ่านข้าม อ่านไม่หมด	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	จำคำศัพท์คำเดิมไม่ได้ ทั้ง ๆ ที่เคยผ่านสายตามาแล้วหลายครั้ง	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3	อ่านเพิ่มคำ ซ้ำคำ อ่านผิดตำแหน่ง	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	อ่านสลับตัวอักษรหรือออกเสียงสลับกัน เช่น บท อ่านเป็น กบ	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5	สับสนในพยัญชนะคล้ายกัน เช่น ก ฅ ๓ , ฎ ฏ ๓ ๓ ๓	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	จำศัพท์ใหม่ไม่ค่อยได้ การอ่านออกเสียงคำ	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7	มีปัญหาในการผสมคำ การอ่านออกเสียงคำ	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8	สับสนในคำที่คล้ายกัน	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9	อ่านคำที่ไม่คุ้นเคยไม่ได้	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10	อ่านคำในวรรคดับขึ้นของจนมองไม่ได้	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

บันทึก ยกเลิก

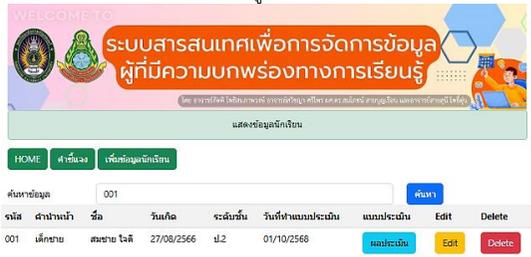
ภาพที่ 17 แสดงหน้าจอการแก้ไขข้อมูลผลการคัดกรองด้านการอ่าน การเขียน การคำนวณ การคัดกรองพฤติกรรมทั่วไป

15. ส่วนหน้าจอข้อมูลภาพรวมของระบบ แสดงดังภาพที่ 18



ภาพที่ 18 แสดงหน้าจอข้อมูลภาพรวมของระบบ

16. ส่วนหน้าจอของการค้นหาข้อมูลนักเรียน แสดงดังภาพที่ 19



ภาพที่ 19 แสดงหน้าจอของการค้นหาข้อมูลนักเรียน

2. การประเมินประสิทธิภาพของระบบสารสนเทศสำหรับผู้ที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับการประเมินประสิทธิภาพของระบบสารสนเทศสำหรับผู้ที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้โดยประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบสารสนเทศสำหรับผู้ที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้

รายการประเมิน	ผลการประเมิน		
	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความคิดเห็น
1. ด้านตรงความต้องการ (Requirement)			
1.1 การเรียกใช้งานในระบบฐานข้อมูลตรงต่อความต้องการ	4.80	0.44	มากที่สุด
1.2 การเพิ่มข้อมูลในระบบตรงต่อความต้องการ	5.00	0.00	มากที่สุด
1.3 การปรับปรุงข้อมูลในระบบตรงต่อความต้องการ	4.60	0.54	มากที่สุด
1.4 การนำเสนอข้อมูลของระบบตรงต่อความต้องการ	5.00	0.00	มากที่สุด
1.5 ระบบฐานข้อมูลมีความถูกต้องครบถ้วนตรงต่อความต้องการ	4.80	0.44	มากที่สุด
ภาพรวมด้านตรงความต้องการ	4.84	0.21	มากที่สุด
2. ด้านสามารถทำงานได้ตามหน้าที่ (Function)			
2.1 ความสามารถของระบบในการจัดประเภทของข้อมูล	5.00	0.00	มากที่สุด
2.2 ความสามารถของระบบในการเพิ่มข้อมูล	4.60	0.54	มากที่สุด
2.3 ความสามารถของระบบในการปรับปรุงข้อมูล	4.80	0.44	มากที่สุด

ตารางที่ 1 แสดงผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบสารสนเทศผู้ที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ (ต่อ)

รายการประเมิน	ผลการประเมิน		
	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความคิดเห็น
2.4 ความสามารถของระบบในการนำเสนอข้อมูล	5.00	0.00	มากที่สุด
2.5 ความสามารถของการทำงานระบบในภาพรวม	4.80	0.44	มากที่สุด
ภาพรวมด้านสามารถทำงานได้ตามหน้าที่	4.84	0.16	มากที่สุด
3. ด้านความง่ายต่อการใช้งาน (Usability)			
3.1 ความสะดวกในการเข้าใช้ระบบ	5.00	0.00	มากที่สุด
3.2 ความชัดเจนของข้อความที่แสดงบนจอภาพ	5.00	0.00	มากที่สุด
3.3 ความน่าใช้ของระบบในภาพรวม	5.00	0.00	มากที่สุด
3.4 ความเหมาะสมในการออกแบบหน้าจอโดยภาพรวม	4.80	0.44	มากที่สุด
ภาพรวมด้านความง่ายต่อการใช้งาน	4.95	0.11	มากที่สุด
4. ด้านประสิทธิภาพ (Performance)			
4.1 ความเร็วในการแสดงผลจากการเชื่อมโยงเพจ	5.00	0.00	มากที่สุด
4.2 ความเร็วในการติดต่อกับฐานข้อมูล	5.00	0.00	มากที่สุด
4.3 ความเร็วในการบันทึก ปรับปรุงข้อมูล	5.00	0.00	มากที่สุด
4.4 ความเร็วในการนำเสนอข้อมูล	5.00	0.00	มากที่สุด
4.5 ความเร็วในการทำงานของระบบในภาพรวม	4.80	0.44	มากที่สุด
ภาพรวมด้านประสิทธิภาพ	4.96	0.08	มากที่สุด
ภาพรวมทั้งหมด	4.89	0.09	มากที่สุด

จากตารางที่ 1 พบว่าผู้เชี่ยวชาญประเมินผลแล้ว เห็นว่าระบบสารสนเทศผู้ที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ในด้านความต้องการอยู่ในระดับมากที่สุด ( $\bar{X} = 4.84$ , S.D. = 0.21) ด้านสามารถทำงานได้ตามหน้าที่อยู่ในระดับมากที่สุด ( $\bar{X} = 4.84$ , S.D. = 0.16) ด้านความง่ายต่อการใช้งานอยู่ในระดับมากที่สุด ( $\bar{X} = 4.95$ , S.D. = 0.11) ด้านประสิทธิภาพอยู่ในระดับมากที่สุด ( $\bar{X} = 4.96$ , S.D. = 0.08) และในภาพรวมทั้งหมดอยู่ในระดับมากที่สุด ( $\bar{X} = 4.89$ , S.D. = 0.09) นั่นแสดงว่าระบบสารสนเทศที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพเป็นที่ยอมรับของผู้เชี่ยวชาญสามารถนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างได้

3. การประเมินเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของระบบงานการจัดการข้อมูลผู้ที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ (ระบบเดิม) กับระบบสารสนเทศสำหรับผู้ที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ (ระบบใหม่)

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของระบบงานการจัดการข้อมูลผู้ที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ (ระบบเดิม) กับระบบสารสนเทศผู้ที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ (ระบบใหม่) จากกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 7 โรงเรียน ดังตารางที่ 2

**ตารางที่ 2** แสดงผลการประเมินเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของระบบงานการจัดการข้อมูลผู้ที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้

รายการประเมิน	ผลการประเมิน		
	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความคิดเห็น
1. ระบบใหม่สามารถรองรับข้อมูลและฟังก์ชันการทำงานที่จำเป็นได้ครบถ้วนมากกว่าระบบเดิม	4.71	0.48	มากที่สุด
2. การจัดการข้อมูลและการค้นหาข้อมูลในระบบใหม่มีความสะดวกรวดเร็วกว่าระบบเดิม	5.00	0.00	มากที่สุด
3. ระบบใหม่มีความปลอดภัยและการควบคุมการเข้าถึงข้อมูลที่เหมาะสมกว่าระบบเดิม	4.85	0.37	มากที่สุด
4. ระบบใหม่สามารถแสดงผลข้อมูลและรายงานได้หลากหลายกว่า ตรงตามความต้องการของผู้ใช้มากกว่าระบบเดิม	4.85	0.37	มากที่สุด
5. ระบบใหม่ช่วยลดขั้นตอนและเวลาในการปฏิบัติงานต่าง ๆ	5.00	0.00	มากที่สุด
6. ผู้ใช้งานมีความพึงพอใจและสามารถใช้งานระบบใหม่ได้ง่ายกว่าระบบเดิม	5.00	0.00	มากที่สุด
7. การนำข้อมูลไปใช้ประโยชน์ในการวางแผนและตัดสินใจในระบบใหม่มีความสะดวกและมีประสิทธิภาพมากกว่าระบบเดิม	5.00	0.00	มากที่สุด
ภาพรวมทั้งหมด	4.91	0.16	มากที่สุด

จากตารางที่ 2 พบว่ากลุ่มตัวอย่างได้ทดลองใช้ระบบสารสนเทศที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับระบบเดิมแล้ว ผลการประเมินในภาพรวมมีความคิดเห็นว่ารระบบสารสนเทศที่พัฒนาขึ้นมาใหม่มีประสิทธิภาพมากกว่าระบบเดิมอยู่ในระดับมากที่สุด ( $\bar{X} = 4.91$ , S.D. = 0.16) นั้นแสดงว่ารระบบสารสนเทศที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพเป็นที่ยอมรับของกลุ่มตัวอย่างสามารถนำไปใช้งานในหน่วยงานได้

4. การประเมินความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อการใช้งานระบบสารสนเทศผู้ที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อการใช้งานระบบสารสนเทศผู้ที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 แสดงผลการประเมินความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อการใช้งานระบบสารสนเทศผู้ที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้

รายการประเมิน	ผลการประเมิน		
	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความคิดเห็น
1. ด้านประสิทธิภาพ			
1.1 ความรวดเร็วในการตอบสนองของระบบ	4.85	0.37	มากที่สุด
1.2 ความเร็วในการแสดงผลและการแสดงรายงาน	4.85	0.37	มากที่สุด
1.3 ระบบใช้งานง่ายสะดวกและไม่ซับซ้อน	4.85	0.37	มากที่สุด
1.4 สามารถค้นหาหรือเข้าถึงข้อมูลที่ต้องการได้ง่าย	4.71	0.48	มากที่สุด
1.5 เครื่องมือการใช้งานเหมาะสม	4.85	0.37	มากที่สุด
ภาพรวมด้านประสิทธิภาพ	4.82	0.17	มากที่สุด
2. ด้านการแสดงผล			
2.1 การจัดหมวดหมู่ของรายการใช้งานได้อย่างชัดเจน	5.00	0.00	มากที่สุด
2.2 ความเหมาะสมในการแสดงผลของข้อมูล	4.85	0.37	มากที่สุด
2.3 ความชัดเจนของข้อมูลที่แสดงบนจอภาพ	5.00	0.00	มากที่สุด
2.4 ความเหมาะสมของการใช้สีโดยภาพรวม	5.00	0.00	มากที่สุด
ภาพรวมด้านการแสดงผล	4.96	0.09	มากที่สุด
3. ด้านความถูกต้อง			
3.1 ความครบถ้วน ถูกต้องของข้อมูล	4.85	0.37	มากที่สุด
3.2 ความเป็นปัจจุบันของข้อมูล	5.00	0.00	มากที่สุด
3.3 สามารถนำรายงานไปเป็นข้อมูลในการตัดสินใจของผู้บริหารได้	5.00	0.00	มากที่สุด
ภาพรวมด้านความถูกต้อง	4.95	0.12	มากที่สุด
ภาพรวมทั้งหมด	4.91	0.11	มากที่สุด

จากตารางที่ 4 พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบสารสนเทศผู้ที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ในด้านประสิทธิภาพอยู่ในระดับมากที่สุด ( $\bar{X} = 4.82$ , S.D. = 0.17) ด้านการแสดงผลอยู่ในระดับมากที่สุด ( $\bar{X} = 4.96$ , S.D. = 0.09) ด้านความถูกต้องอยู่ในระดับมากที่สุด ( $\bar{X} = 4.95$ , S.D. = 0.12) และภาพรวมทั้งหมดอยู่ในระดับมากที่สุด ( $\bar{X} = 4.91$ , S.D. = 0.11)

## อภิปรายผล

การพัฒนากระบวนงานสารสนเทศเพื่อการจัดการข้อมูลผู้ที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ คณะผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาจากระบบเดิมที่อยู่ในรูปแบบของกระดาษ เป็นระบบงานสารสนเทศที่ใช้งานในลักษณะของเว็บไซต์ที่รองรับการใช้งานทั้งในคอมพิวเตอร์และโทรศัพท์มือถือ ระบบที่พัฒนาขึ้นช่วยแก้ไขปัญหาสำคัญหลายประการ ได้แก่ ลดความผิดพลาดและการสูญหายของข้อมูลจากระบบกระดาษเดิม เพิ่มความรวดเร็วในการค้นหาและเข้าถึงข้อมูล ช่วยให้ครูและบุคลากรทางการศึกษาติดตามความก้าวหน้าของผู้เรียนได้แบบทันที รวมถึงความสะดวกในการจัดทำรายงานและวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อวางแผนการศึกษาเฉพาะบุคคลได้อย่างมีประสิทธิภาพ ระบบสารสนเทศนี้ได้ผ่านขั้นตอนการออกแบบ ทดสอบ และปรับปรุงจนสมบูรณ์จากข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ และเมื่อนำไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง พบว่า ระบบมีประสิทธิภาพในการจัดการข้อมูล มีความถูกต้องในการจัดเก็บข้อมูล และมีความสะดวกต่อการใช้งาน โดยกลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจต่อการใช้งานอยู่ในระดับมากที่สุด ซึ่งตรงกับวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของพิทักษ์ สุรินทร์วัฒนกุล และคณะ (2560) ที่ได้พัฒนาระบบสารสนเทศงานบริการสนับสนุนนักเรียนพิการโดยใช้แนวคิด เรสปอนซีฟเว็บไซต์ไซน์ เพื่อให้ได้ระบบที่ใช้งานได้จริง มีประสิทธิภาพในการจัดการข้อมูล และมีความถูกต้องและปลอดภัยของข้อมูล ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของณัฐดนัย เครือวัลย์ และชยาگانต์ เรืองสุวรรณ (2568) ที่ได้ศึกษาวิจัยเรื่องแนวทางการพัฒนาการบริหารงานโดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในโรงเรียนเฉพาะความพิการด้านความบกพร่องทางสติปัญญาสังกัดสำนักบริหารงานการศึกษาพิเศษ โดยมีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อศึกษาสภาพปัจจุบัน สภาพที่พึงประสงค์ของการบริหารงานโดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและความต้องการจำเป็นของการพัฒนาการบริหารงานโดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในโรงเรียนเฉพาะความพิการ ด้านความบกพร่องทางสติปัญญา 2) เพื่อศึกษาแนวทางการพัฒนาการบริหารงานโดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในโรงเรียนเฉพาะความพิการด้านความบกพร่องทางสติปัญญา ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของจารี ทองคา และคณะ (2561) ที่ได้ศึกษาวิจัยเรื่องการพัฒนากระบวนพัฒนาการนักเรียนพิเศษ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบประเมินพัฒนาการนักเรียนพิเศษ โดยให้คุณครูของศูนย์การศึกษาพิเศษประจำจังหวัดกาฬสินธุ์ใช้ในการเพิ่มพัฒนาการนักเรียนพิเศษอย่างเป็นระบบและยั่งยืน ระบบถูกพัฒนาขึ้นด้วยหลักการเว็บไซต์พลวัต (dynamic website) ด้วยภาษา PHP และฐานข้อมูล MySQL ซึ่งเป็นที่นิยม โดยมีกระบวนการในการออกแบบโดยใช้ Unified Modeling Language (UML) ในการวิเคราะห์ระบบ โดยระบบจะเน้นการประเมินพัฒนาการนักเรียนพิเศษ โดยการประเมินความสามารถพื้นฐาน การวางแผนพัฒนา การวางแผนพัฒนาส่วนบุคคล และการประเมินความสามารถหลังการพัฒนส่วนบุคคล และสอดคล้องกับการศึกษาของเอกราช ตามี (2565) ที่ได้ศึกษาวิจัยเรื่องระบบคลังข้อมูลบนระบบคัตกรองเด็กที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ โดยมีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาระบบสารสนเทศคัดกรองเบื้องต้นก่อนหมอวินิจฉัย และติดตามพัฒนาการของนักเรียน ได้สะดวกรวดเร็วขึ้น 2) ศึกษาพัฒนาระบบคลังข้อมูล (Data Warehouse) เพื่อการวิเคราะห์ศักยภาพของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ ทักษะด้านการฟัง การพูด การอ่าน และการเขียนกลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ ทักษะด้านการฟัง การพูด การอ่าน และการเขียนของนักเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา ประถมศึกษา พะเยา เขต 1

## สรุป

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการข้อมูลผู้ที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ สามารถสรุปผลได้ ดังนี้

1. ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการข้อมูลผู้ที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ จำนวน 1 ระบบ
2. ประสิทธิภาพของระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการข้อมูลผู้ที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ พบว่าระบบสารสนเทศที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ( $\bar{X} = 4.89$ , S.D. = 0.09)
3. เปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของระบบงานการจัดการข้อมูลผู้ที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ (ระบบเดิม) กับระบบสารสนเทศผู้ที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ (ระบบใหม่) จากกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 7 โรงเรียน พบว่ากลุ่มตัวอย่างได้ทดลองใช้ระบบสารสนเทศที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับระบบเดิมแล้วผลการประเมินในภาพรวมมีความคิดเห็นว่ระบบสารสนเทศที่พัฒนาขึ้นมาใหม่มีประสิทธิภาพมากกว่าระบบเดิมอยู่ในระดับมากที่สุด ( $\bar{X} = 4.91$ , S.D. = 0.16) แสดงว่าระบบสารสนเทศที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพเป็นที่ยอมรับของกลุ่มตัวอย่างสามารถนำไปใช้งานในหน่วยงานได้
4. ความพึงพอใจต่อระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการข้อมูลผู้ที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ พบว่ากลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบสารสนเทศสำหรับผู้ที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ในภาพรวมทั้งหมดอยู่ในระดับมากที่สุด ( $\bar{X} = 4.91$ , S.D. = 0.11) และระบบสารสนเทศที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพเป็นที่ยอมรับของกลุ่มตัวอย่างเมื่อเปรียบเทียบกับระบบเดิมซึ่งสามารถนำไปใช้ทำงานในหน่วยงานได้เป็นอย่างดี

## ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับงานวิจัย ผู้วิจัยเห็นควรพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการข้อมูลผู้ที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ โดยเน้นการสร้างระบบที่ใช้งานง่าย ปลอดภัย มีประสิทธิภาพ และตอบสนองความต้องการที่หลากหลาย การพัฒนาอย่างต่อเนื่องตามข้อเสนอแนะดังกล่าวจะช่วยยกระดับคุณภาพระบบและส่งผลให้การสนับสนุนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน
2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป ผู้วิจัยเห็นควรพัฒนาระบบให้มีความชาญฉลาด ยืดหยุ่น และปลอดภัยมากขึ้น โดยสามารถรองรับรูปแบบการใช้งานที่หลากหลาย อุปกรณ์ต่างประเภท และระบบปฏิบัติการหลายแพลตฟอร์ม รวมทั้งการผสานปัญญาประดิษฐ์เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลและตอบสนองความต้องการผู้ใช้ได้แม่นยำยิ่งขึ้น ซึ่งจะช่วยยกระดับคุณภาพระบบสารสนเทศ และเพิ่มประสิทธิภาพการสนับสนุนผู้ที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้อย่างยิ่ง

## กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัย เรื่อง การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการข้อมูลผู้ที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความกรุณาอย่างสูงจาก นายนิพนธ์ นนธิ ผู้อำนวยการสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาลพบุรี เขต 1 ซึ่งเป็นที่ปรึกษางานวิจัยที่กรุณาให้คำแนะนำปรึกษาตลอดจนปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่อย่างดียิ่ง คณะผู้วิจัยตระหนักถึงความตั้งใจจริง และความทุ่มเท

ของท่าน และขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ ขอขอบพระคุณ นายพันธวิชญ์ เลี้ยงชีพชอบ รองผู้อำนวยการสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาลพบุรี เขต 1 นายนราภรณ์ พุทวงศ์ ศึกษานิเทศก์ชำนาญการพิเศษ นางสาวชุตินา พรหมรักษา ผู้อำนวยการโรงเรียนพลร่มอนุสรณ์ มิตรภาพที่ 50 นางสาวสัจจวรรณ ปราชัญศรี รองคณบดีฝ่ายวิชาการ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สัมฤทธิ์ แสนภาค อาจารย์ประจำสาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี ซึ่งเป็นผู้ทรงคุณวุฒิที่ให้ความอนุเคราะห์ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัย รวมถึงขอขอบพระคุณบุคลากรสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาลพบุรี เขต 1 ทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถาม จนทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี อนึ่ง คณะผู้วิจัยหวังว่า งานวิจัยฉบับนี้จะมีประโยชน์อยู่ไม่น้อย จึงขอมอบส่วนดีทั้งหมดนี้ให้แก่ที่ปรึกษางานวิจัย ผู้ทรงคุณวุฒิ และบุคลากรสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาลพบุรี เขต 1 ทุกท่านที่ให้การสนับสนุนและช่วยเหลือ จนทำให้ผลงานวิจัยนี้เป็นประโยชน์ต่อผู้ที่เกี่ยวข้อง และขอมอบความกตัญญูกตเวทิตาคุณ แต่บิดา มารดา และผู้มีพระคุณทุกท่าน สำหรับข้อบกพร่องต่าง ๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นนั้น คณะผู้วิจัยขอน้อมรับผิดเพียงผู้เดียว และยินดีที่จะรับฟังคำแนะนำจากทุกท่านที่ได้เข้ามาศึกษา เพื่อเป็นประโยชน์ในการพัฒนางานวิจัยต่อไป

### เอกสารอ้างอิง

- ประกาศกระทรวงการพัฒนาสังคมและความมั่นคงของมนุษย์. (2552). **ประเภทและหลักเกณฑ์ความพิการ. ราชกิจจานุเบกษา**, เล่ม 126, ตอนพิเศษ 77 ง. สืบค้นจาก [https://law.m-society.go.th/storage/uploads/laws/th/law\\_th\\_1737427800.pdf](https://law.m-society.go.th/storage/uploads/laws/th/law_th_1737427800.pdf)
- ณัฐดนัย เกรือวัลย์, และชยากานต์ เรืองสุวรรณ. (2568). แนวทางการพัฒนาการบริหารงานโดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในโรงเรียนเฉพาะความพิการด้านความบกพร่องทางสติปัญญา สังกัดสำนักบริหารงานการศึกษาพิเศษ. **วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม**, 19(1), 309-320.
- จารี ทองคา, อธิรุท คุนสุข, สุวรรณ บัวพันธ์, และธวัชชัย ชมศิริ. (2561). การพัฒนาระบบประเมินพัฒนาการนักเรียนพิเศษ. **วารสารวิชาการการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศและนวัตกรรม**, 5(2), 104-113.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2546). **การวิจัยสำหรับครู**. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- พิทักษ์ สุรินทร์วัฒนกุล, ขวนชัย เชื้อสาธุน, นงนุช เพชรบุญวัฒน์, วีรยา ตุมกา, และไอรดา จำปาสา. (2560). การพัฒนาระบบสารสนเทศงานบริการสนับสนุนนักเรียนพิการภายในโรงเรียนโดยใช้แนวคิดเรชปอนด์ซีพีเว็บไซต์. **วารสารวิทยาศาสตร์คชสาส์น**, 39(1), 38-51.
- ล้วน สายยศ, และอังคณา สายยศ. (2539). **เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้**. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ศูนย์การศึกษาพิเศษ ประจำจังหวัดกาฬสินธุ์. (2567). **ระบบเทคโนโลยีสารสนเทศ CAPER: ปักหมุด ค้นหา จัดการศึกษาสำหรับเด็กที่มีความต้องการจำเป็นพิเศษ**. สืบค้นจาก <https://caper.sks.go.th>
- เอกราช ตามี. (2565). **ระบบคลังข้อมูลบนระบบคัดกรองเด็กที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้**. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศสมัยใหม่, มหาวิทยาลัยพะเยา.

การศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการบริหารงานซ่อมบำรุงในอุตสาหกรรมโรงแรมด้วยการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี  
กรณีศึกษาโรงแรมในจังหวัดภูเก็ต

หาญพล มิตรวงศ์<sup>1</sup> วีระยุทธ สุดสมบูรณ์<sup>2\*</sup> สิทธิชัย แก้วเกื้อกุล<sup>3</sup> ฉัตรชัย แก้วดี<sup>4</sup>  
วีรพล ปานศรีนวล<sup>5</sup>

Received : May 15, 2025

Revised : September 18, 2025

Accepted : October 9, 2025

### บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการดำเนินงานระบบบำรุงรักษาในอุตสาหกรรมโรงแรม โดยเก็บข้อมูลจากสมาชิกสมาคมผู้บริหารงานช่างและพัฒนาฝีมือแรงงานภาคใต้ เครื่องมือวิจัยเป็นแบบสอบถามที่ผ่านการตรวจสอบความเที่ยงตรงโดยมีค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาคเท่ากับ 0.8730 ข้อมูลถูกวิเคราะห์ด้วยสถิติเชิงพรรณนาและการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณแบบขั้นตอน ผลการวิจัยพบว่าด้านการวางแผน การจัดองค์กร การนำ และการควบคุม มีผลอย่างมีนัยสำคัญต่อการดำเนินงานบำรุงรักษาอยู่ในระดับมาก โดยแบบจำลองถดถอยสามารถอธิบายความแปรปรวนของประสิทธิผลระบบได้ร้อยละ 71.50 ปัจจัยทำนายที่สำคัญ ได้แก่ การจัดการทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ การใช้ตัวชี้วัดประสิทธิภาพด้วยเทคโนโลยี การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งหรือปัญญาประดิษฐ์ การฝึกอบรมด้านเทคโนโลยีอย่างต่อเนื่อง การสร้างทัศนคติในการทำงานร่วมกัน การวิเคราะห์ปัญหาด้วยข้อมูล การจัดการเวลาในการบำรุงรักษาอย่างมีประสิทธิภาพ การวางแผนบำรุงรักษาด้วยข้อมูลเทคโนโลยี และการประเมินความพร้อมและความเสี่ยงด้วยเทคโนโลยี ผลการวิจัยสามารถประยุกต์ใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาระบบซ่อมบำรุงของโรงแรมให้มีความยั่งยืน และใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า

**คำสำคัญ:** เทคโนโลยีบำรุงรักษา ปัจจัยการซ่อมบำรุง ระบบการซ่อมบำรุง อุตสาหกรรมโรงแรม

<sup>1</sup> สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช  
อีเมล: mhanphon@pkru.ac.th

<sup>2</sup> สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช  
อีเมล: weerayute\_sud@nstru.ac.th

<sup>3</sup> ภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี  
อีเมล: sittichai.kae@kmutt.ac.th

<sup>4</sup> สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช  
อีเมล: chatchai\_kae@nstru.ac.th

<sup>5</sup> สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช  
อีเมล: weeraphol\_pan@nstru.ac.th

\*ผู้รับผิดชอบหลัก อีเมล: weerayute\_sud@nstru.ac.th

## A STUDY OF FACTORS INFLUENCING HOTEL MAINTENANCE MANAGEMENT THROUGH THE APPLICATION OF SMART MAINTENANCE TECHNOLOGIES: A CASE STUDY OF HOTELS IN PHUKET PROVINCE

Hanphon Mitwong<sup>1</sup> Weerayut Sutsomboon<sup>2\*</sup> Sitthichai Kaewkueakul<sup>3</sup>  
Chatchai Kaewdee<sup>4</sup> Weeraphol Pansrinual<sup>5</sup>

### Abstract

This study was aimed to examine factors influencing the implementation of maintenance systems in the hotel industry. The data was collected from members of Southern Region Engineering Management and Skill Development Association. A research tool was the validated questionnaire with Cronbach's alpha of 0.8730. The data were analyzed using descriptive statistics and stepwise multiple regression. The research results were revealed that corporate planning, organizing, leading organization, and controlling significantly and high impacted maintenance operations employing the regression model which explained the variance in system effectiveness at 71.50%. Key predictors included efficient resource management, use of technology-based performance indicators, integration of Internet of Things (IoT) or Artificial Intelligence (AI) technologies, continuously technological training, fostering collaborative work attitudes, data-driven problem analysis, efficient time management of maintenance, maintenance scheduling based on technological data analytics, and technology-based readiness and risk assessment. These research insights could be applied as guidelines for developing a sustainable and resource-efficient maintenance system of hotel industry.

**Keywords:** Maintenance Technology, Maintenance Factors, Maintenance System, Hotel Industry

---

<sup>1</sup> Industrial Technology Program, Faculty of Industrial Technology, Nakhon Si Thammarat Rajabhat University, e-mail: mhanphon@pkru.ac.th

<sup>2</sup> Industrial Technology Program, Faculty of Industrial Technology, Nakhon Si Thammarat Rajabhat University, e-mail: weerayute\_sud@nstru.ac.th

<sup>3</sup> Department of Industrial Education, Faculty of Industrial Education and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi, e-mail: sittichai.kae@kmutt.ac.th

<sup>4</sup> Industrial Technology Program, Faculty of Industrial Technology, Nakhon Si Thammarat Rajabhat University, e-mail: chatchai\_kae@nstru.ac.th

<sup>5</sup> Industrial Technology Program, Faculty of Industrial Technology, Nakhon Si Thammarat Rajabhat University, e-mail: weeraphol\_pan@nstru.ac.th

\* Corresponding author, e-mail: weerayute\_sud@nstru.ac.th

## บทนำ

อุตสาหกรรมโรงแรมเป็นภาคส่วนสำคัญของระบบเศรษฐกิจไทย (เพชรรัตน์ วิริยะสีบพงศ์ และ เพชรประกาย กุลตั้งวัฒนา, 2564) โดยเฉพาะจังหวัดภูเก็ตซึ่งเป็นแหล่งท่องเที่ยวระดับโลกมีจำนวนห้องพักร้อยละ 47.25 และรายได้จากการท่องเที่ยวร้อยละ 45.83 สูงสุดในภูมิภาค (สำนักงานสถิติจังหวัดภูเก็ต, 2565) ปัจจุบันภาคโรงแรมในภูเก็ตต้องเผชิญกับการแข่งขันสูงภายใต้บริบทเศรษฐกิจดิจิทัล ทำให้การยกระดับคุณภาพการบริการเป็นสิ่งจำเป็น เพื่อสร้างความพึงพอใจแก่ผู้เข้าพักอย่างยั่งยืน (ธรรมศักดิ์ ค่วยเทศ และคณะ, 2562) แม้ว่าโรงแรมส่วนใหญ่จะให้ความสำคัญกับงานบริการส่วนหน้า เช่น การต้อนรับหรือความสะดวกสบายของห้องพัก แต่ระบบบริการสนับสนุนส่วนหลัง โดยเฉพาะระบบการบำรุงรักษากลับไม่ได้รับความสำคัญเท่าที่ควร (นงนุช ไชยผาสุข และคณะ, 2559)

จากการศึกษาวรรณกรรมพบว่ามีการวิจัยเกี่ยวกับการบำรุงรักษาในภาคอุตสาหกรรมต่าง ๆ เช่น อุตสาหกรรมการผลิต (Phuk-in, 2024) อุตสาหกรรมอาหาร (จิรนนท์ กาญจนกุลานุกรักษ์ และประจวบ กล่อมจิต, 2566) และอุตสาหกรรมเกษตร (เนตรตะวัน โสมนาม และทองแท่ง ทองลิ้ม, 2565) สำหรับอุตสาหกรรมโรงแรม (Au-Yong et al., 2024) มีการศึกษาปัจจัยด้านการบำรุงรักษาที่ส่งผลต่อความพึงพอใจของแขก เช่น การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน การซ่อมแซม การดูแลห้องพัก ระบบไฟฟ้า ความสามารถของช่าง ความรวดเร็วของประมาณ และการวางแผน นอกจากนี้งานวิจัยยังสะท้อนถึงบทบาทของเทคโนโลยีดิจิทัลในการสนับสนุนการบำรุงรักษา (Lundgren et al., 2021) ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมโรงแรมที่เน้นถึงความสำคัญของการใช้เทคโนโลยี การวิเคราะห์ข้อมูล และการปรับปรุงกระบวนการบำรุงรักษา อย่างไรก็ตามยังขาดการศึกษาวจัยเกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งผลต่อการบริหารงานซ่อมบำรุงในภาคโรงแรม โดยเฉพาะในมิติของการวางแผน การจัดองค์กร ภาวะผู้นำ และการควบคุม ตามกรอบแนวคิด POLC (Robbins & Coulter, 2020) งานวิจัยที่เกี่ยวข้องยังกล่าวอีกว่า การวางแผนที่ดีช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการบำรุงรักษาและลดการหยุดชะงักของเครื่องจักร (Priyantha, 2021) การจัดโครงสร้างงานบำรุงรักษาที่เหมาะสมช่วยให้การดำเนินงานมีความคล่องตัว (Mahapatra & Shenoy, 2022) ผู้นำและการมีส่วนร่วมของบุคลากร เป็นปัจจัยสำคัญที่สุดในการสร้างแรงจูงใจและยกระดับผลลัพธ์การบำรุงรักษา (Singh & Gurtu, 2022) และการควบคุมงบประมาณ (Zeni & Kikwasi, 2023) และการประเมินคุณภาพเป็นตัวแปรที่สำคัญต่อการบำรุงรักษา (Hassanain et al., 2019)

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมุ่งศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการดำเนินงานระบบซ่อมบำรุงในอุตสาหกรรมโรงแรม โดยอิงแนวคิดด้านการบริหารจัดการทั้งสี่ด้านเป็นกรอบแนวคิด เพื่อให้สามารถนำผลการวิจัยไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาและปรับปรุงระบบซ่อมบำรุงได้อย่างเป็นรูปธรรมและสอดคล้องกับบริบทของอุตสาหกรรมโรงแรม

## วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการดำเนินงานระบบซ่อมบำรุงในอุตสาหกรรมโรงแรม
2. เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์และความสามารถในการพยากรณ์ของปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินงานระบบซ่อมบำรุงในอุตสาหกรรมโรงแรม

## วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการดำเนินงานระบบซ่อมบำรุงในอุตสาหกรรมโรงแรม เป็นการวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative Research) โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่มีอยู่ในสาขาที่เกี่ยวข้องกับการบำรุงรักษาในอุตสาหกรรมโรงแรม เกี่ยวกับปัจจัยต่าง ๆ ที่อาจมีผลต่อการดำเนินงานระบบซ่อมบำรุง
2. สังเคราะห์ข้อมูลที่ได้รับจากเอกสารและงานวิจัยที่ศึกษา เพื่อกำหนดประเด็นสำคัญและปัจจัยที่มีความเกี่ยวข้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย กำหนดคำถามในแบบสอบถามที่มีความเหมาะสม
3. ออกแบบและพัฒนาแบบสอบถาม โดยสร้างคำถามที่สามารถสะท้อนถึงปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินงานระบบซ่อมบำรุงโรงแรม
4. นำแบบสอบถามให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การวิจัย และคำถามที่ใช้สามารถเก็บข้อมูลได้ครบถ้วนตามที่ต้องการ
5. ทดสอบความเชื่อถือของแบบสอบถามกับกลุ่มตัวอย่างที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างของการวิจัย โดยใช้สถิติ Cronbach's alpha เพื่อประเมินค่าความเชื่อมั่น
6. เสนอขอรับการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ต่อคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยของมหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช แบบเร่งด่วน (Expedited) หมายเลขรับรองโครงการวิจัยที่ REC 045/67
7. เก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างโดยใช้แบบสอบถามที่ผ่านการพิจารณาแล้ว
8. ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่รวบรวม และวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสถิติสำเร็จรูป (SPSS) เพื่อตรวจสอบสมมติฐานและความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ ด้วยสถิติเชิงพรรณนาและการวิเคราะห์สถิติเชิงพหุคูณแบบขั้นตอน
9. สรุปผลการศึกษาจากการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อระบุปัจจัยที่มีผลต่อการดำเนินงานระบบซ่อมบำรุงในอุตสาหกรรมโรงแรม

## ประชากรกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ สมาชิกในสมาคมผู้บริหารงานช่างและพัฒนาฝีมือช่างภาคใต้ในพื้นที่จังหวัดภูเก็ต จำนวนทั้งสิ้น 89 คน คำนวณขนาดของกลุ่มตัวอย่างใช้สูตร Taro Yamane ที่ระดับความน่าเชื่อถือร้อยละ 95 ค่าความคลาดเคลื่อน  $\pm 5$  ได้จำนวน 73 คน และดำเนินการเก็บข้อมูลจากสมาชิกที่ปฏิบัติงานตามสัดส่วนในโรงแรมมาตรฐานระดับ 3 ดาวถึง 5 ดาว เพื่อให้ครอบคลุมรวมจำนวน 74 คน

### เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาคือ แบบสอบถาม (Questionnaire) ได้ออกแบบให้ครอบคลุมประเด็นที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยที่ส่งผลต่อการดำเนินงานของระบบบำรุงรักษาในอุตสาหกรรมโรงแรม โดยแบ่งออกเป็น 3 ตอน โดยตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม มีวัตถุประสงค์เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลพื้นฐานของผู้ตอบแบบสอบถาม ได้แก่ อายุ การศึกษา ประสบการณ์การทำงานในตำแหน่งบริหารหรือฝ่ายช่างในอุตสาหกรรมโรงแรม ตำแหน่งงานปัจจุบัน ขนาดของหน่วยงานบำรุงรักษา (จำนวนบุคลากร) ระดับมาตรฐานของโรงแรม (จำนวนดาว) และจำนวนห้องพักของโรงแรม ลักษณะของคำถามเป็นแบบเลือกตอบ ตอนที่ 2 ปัจจัยที่ส่งผลต่อการดำเนินงานของระบบบำรุงรักษาในอุตสาหกรรมโรงแรม เป็นแบบมาตราประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ซึ่งใช้เพื่อประเมินระดับความสำคัญของปัจจัยที่ส่งผลต่อระบบบำรุงรักษาของโรงแรม โดยผู้ตอบแบบสอบถามจะต้องระบุระดับความสำคัญของแต่ละปัจจัย ตั้งแต่ ระดับ 1 (มีผลต่อการดำเนินงานน้อยที่สุด) จนถึงระดับ 5 (มีผลต่อการดำเนินงานมากที่สุด) และตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม เป็นแบบสอบถามปลายเปิด

### การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ

แบบสอบถามที่พัฒนาขึ้นได้รับการตรวจสอบคุณภาพโดยนำเสนอแก่ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 ท่าน คัดเลือกโดยพิจารณาจากคุณวุฒิ ประสบการณ์ และความเชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อการวิจัย เพื่อให้แน่ใจว่าการประเมินมีความถูกต้อง เหมาะสม และครอบคลุมเนื้อหาทางวิชาการและการปฏิบัติจริง โดยผู้ทรงคุณวุฒิประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญจากสถาบันอุดมศึกษาและสถานศึกษาจำนวน 3 ท่าน ที่มีความรู้ความเข้าใจในการบริหารจัดการบำรุงรักษาในอุตสาหกรรม การวิจัย และการพัฒนาเครื่องมือวัดที่มีคุณภาพ ผู้เชี่ยวชาญจากหน่วยงานภาครัฐ 1 ท่าน ที่มีประสบการณ์ตรงด้านระบบการบำรุงรักษาในองค์กรขนาดใหญ่ และผู้แทนจากสมาคมผู้บริหารงานช่างและพัฒนาฝีมือช่างภาคใต้ 1 ท่าน ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการกำหนดแนวทางปฏิบัติในภาคอุตสาหกรรมโรงแรม ผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 5 ท่านได้ดำเนินการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย (Item Objective Congruence Index: IOC) ผลการประเมินพบว่าข้อคำถามส่วนใหญ่มีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ในช่วง 0.60–1.00 ถือว่าอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ แต่มีข้อคำถามบางรายการที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องต่ำกว่า 0.50 จำนวน 6 ข้อ ผู้วิจัยได้ดำเนินการพิจารณาอย่างละเอียดร่วมกับข้อเสนอแนะจากผู้ทรงคุณวุฒิ หากข้อคำถามดังกล่าวไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการศึกษา หรืออาจมีถ้อยคำที่กำกวม เข้าใจยาก หรือซ้ำซ้อนกับคำถามอื่น ซึ่งอาจส่งผลต่อความชัดเจนของการตอบแบบสอบถาม ผู้วิจัยได้ตัดข้อคำถามดังกล่าวออก

### การตรวจสอบความเชื่อมั่น

ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองใช้แบบสอบถามกับกลุ่มตัวอย่างนำร่องจำนวน 30 คน ซึ่งมีคุณสมบัติใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างจริง แต่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย โดยทำการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของ

ครอนบาค (Cronbach's Alpha) ผลการวิเคราะห์พบว่าแบบสอบถามโดยรวมมีค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาคเท่ากับ 0.8581 ซึ่งอยู่ในระดับดีและผ่านเกณฑ์ที่ยอมรับได้ อย่างไรก็ตามในระหว่างการวิเคราะห์พบว่าข้อคำถามบางข้อในบางข้อมีค่าสหสัมพันธ์ต่ำ ผู้วิจัยจึงได้พิจารณาอย่างรอบคอบโดยอ้างอิงข้อมูลเชิงสถิติและข้อเสนอแนะจากอาจารย์ที่ปรึกษา จากการพิจารณาพบว่าข้อคำถามที่มีค่าความสัมพันธ์ต่ำและเนื้อหาซ้ำซ้อนกับข้อคำถามอื่นที่มีความสอดคล้องมากกว่า จึงได้ตัดข้อคำถามดังกล่าวออก 3 ข้อ หลังการปรับปรุงดังกล่าว พบว่าแบบสอบถามมีความเชื่อมั่นที่ดีขึ้นมีค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาคเท่ากับ 0.8730

### การเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้จัดเตรียมเอกสารประชาสัมพันธ์เกี่ยวกับโครงการวิจัย พร้อมทั้งหนังสือขออนุญาตวิเคราะห์เก็บข้อมูลจากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช และส่งไปยังสมาคมผู้บริหารงานช่างและพัฒนาฝีมือช่างภาคใต้เพื่อขอความร่วมมือในการเก็บข้อมูลจากสมาชิกในจังหวัดภูเก็ต โดยกลุ่มตัวอย่างที่มีสิทธิ์เข้าร่วมการวิจัยต้องมีอายุ 18 ปีขึ้นไป มีประสบการณ์ทำงานในโรงงานไม่น้อยกว่า 1 ปี และสมัครใจให้ข้อมูลเกี่ยวกับการบำรุงรักษาในโรงงาน ส่วนผู้ที่ไม่ตรงตามเกณฑ์จะถูกคัดออกจากการวิจัย ผู้วิจัยได้ทำการติดต่อกลุ่มตัวอย่างผ่านทางโทรศัพท์หรืออีเมลเพื่ออธิบายรายละเอียดของการวิจัย ก่อนจะดำเนินการเก็บข้อมูลโดยแจกแบบสอบถามให้กลุ่มตัวอย่าง พร้อมทั้งตรวจสอบเพื่อเตรียมการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ (SPSS) ดังนี้

1. ผู้วิจัยวิเคราะห์สถานการณ์ทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามในตอนต้นที่ 1 โดยใช้การแจกแจงความถี่และร้อยละเพื่อสรุปข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง เช่น อายุ ระดับการศึกษา และประสบการณ์ทำงาน
2. ผู้วิจัยวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการดำเนินงานระบบบำรุงรักษาในอุตสาหกรรมโรงงานในตอนต้นที่ 2 โดยใช้ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคำถามแต่ละข้อและรายด้าน เพื่อประเมินความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่างเกี่ยวกับปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อการดำเนินงานระบบบำรุงรักษา
3. ผู้วิจัยทดสอบสมมติฐานเพื่อศึกษาความคิดเห็นของผู้ตอบแบบสอบถามจากสมาคมผู้บริหารงานช่างและพัฒนาฝีมือช่างภาคใต้ในพื้นที่จังหวัดภูเก็ตที่มีต่อปัจจัยระบบบำรุงรักษาในอุตสาหกรรมโรงงานแตกต่างกันตามปัจจัยส่วนบุคคล โดยใช้สถิติ t-test และใช้วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว
4. ผู้วิจัยวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณเพื่อตรวจสอบปัจจัยที่มีผลต่อการดำเนินงานระบบบำรุงรักษาในอุตสาหกรรมโรงงาน กำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังสมการ (เฉลิมชาติ ธีระวิริยะ, 2563)

$$\hat{Y} = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_kX_k + e$$

เมื่อ  $\hat{Y}$  แทน ค่าที่ทำนายของตัวแปรตาม

$b_0$  แทน ค่าคงที่หรือจุดตัดแกน  $y$

$b_k$  แทน ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยสำหรับตัวแปรอิสระแต่ละตัว

$X_k$  แทน ค่าของตัวแปรอิสระ

$e$  แทน ค่าความคลาดเคลื่อน

5. ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อเสนอแนะและความคิดเห็นเกี่ยวกับการพัฒนาปัจจัยที่มีผลต่อการดำเนินงานระบบบำรุงรักษาในอุตสาหกรรมโรงแรมจากแบบสอบถามปลายเปิด โดยวิธีพรรณนาวิเคราะห์เนื้อหา

### ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ผลการวิเคราะห์สถานภาพทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ได้แก่ อายุ การศึกษา ประสบการณ์การทำงานในตำแหน่งบริหารหรือฝ่ายช่างในอุตสาหกรรมโรงแรม ตำแหน่งงานปัจจุบัน ขนาดของหน่วยงานบำรุงรักษา (จำนวนบุคลากร) ระดับมาตรฐานของโรงแรม (จำนวนดาว) และจำนวนห้องพักของโรงแรม แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์สถานภาพทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

สถานภาพของผู้ตอบแบบสอบถาม	ร้อยละ	
อายุ	20 - 30 ปี	20.30
	31 - 40 ปี	39.20
	41 -50 ปี	18.90
	50 ปีขึ้นไป	21.60
ระดับการศึกษา	ปวช.	18.90
	ปวส.	35.10
	ปริญญาตรี	44.60
	ปริญญาโท	1.40
ประสบการณ์ทำงาน (ปี)	1 - 3 ปี	17.60
	4 - 6 ปี	20.30
	7 - 10 ปี	32.40
	10 ปีขึ้นไป	29.70
ตำแหน่ง	ช่างเทคนิค	27.00
	หัวหน้าช่างบำรุงรักษา	23.00
	ผู้ช่วยผู้บริหารงานวิศวกรรม	20.30
	ผู้บริหารงานวิศวกรรม	29.70
ระดับโรงแรม	3 ดาว	28.40
	4 ดาว	32.40
	5 ดาว	39.20
จำนวนบุคลากร	1-5 คน	29.70
	6-10 คน	31.10
	11-20 คน	35.10

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์สถานภาพทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม (ต่อ)

สถานภาพของผู้ตอบแบบสอบถาม	ร้อยละ
จำนวนห้องพัก	
50-100	33.80
101-200	36.50
200+	29.70

ผลการวิเคราะห์สถานภาพทั่วไป พบว่าผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีช่วงอายุ 31–40 ปี มีระดับการศึกษาสูงสุดที่ปริญญาตรี และมีประสบการณ์ทำงาน 7–10 ปี มากที่สุด ดำรงตำแหน่งผู้บริหารงานวิศวกรรมและช่างเทคนิคเป็นหลัก โดยสังกัดโรงแรมระดับ 4–5 ดาว ซึ่งมีจำนวนบุคลากรในฝ่ายซ่อมบำรุงระหว่าง 6–20 คน และมีจำนวนห้องพักในช่วง 101–200 ห้อง สะท้อนให้เห็นว่าผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นผู้มีประสบการณ์และทำงานในโรงแรมขนาดกลางถึงขนาดใหญ่

ผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อการดำเนินงานระบบบำรุงรักษาในอุตสาหกรรมโรงแรม แบ่งออกเป็น 4 ด้านหลักตามองค์ประกอบของการบริหารจัดการ ได้แก่ การวางแผน การจัดองค์กร ภาวะผู้นำ และการควบคุม ดังตารางที่ 2 ถึง 5 โดยใช้เกณฑ์การแปลความหมายค่าเฉลี่ยจากมาตร Likert แบบ 5 ระดับ ซึ่งกำหนดช่วงคะแนนประกอบด้วย ปัจจัยที่มีผลมากที่สุด (4.51–5.00) ปัจจัยที่มีผลมาก (3.51–4.50) ปัจจัยที่มีผลปานกลาง (2.51–3.50) ปัจจัยที่มีผลมีน้อย (1.51–2.50) และปัจจัยที่มีผลน้อยที่สุด (0.00–1.50)

ตารางที่ 2 ผลการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการดำเนินงานระบบบำรุงรักษาในอุตสาหกรรมโรงแรมด้านการวางแผน

ตัวแปร	$\bar{X}$	<i>S.D.</i>	แปลผล <sup>อันดับ</sup>
1. มีการกำหนดนโยบายยุทธศาสตร์ และตัวชี้วัดการบำรุงรักษาที่สนับสนุนการใช้เทคโนโลยีและมาตรฐานวิชาชีพ P1	3.93	.764	มีผลมาก <sup>8</sup>
2. มีการวางแผนการบำรุงรักษาการใช้งานที่เชื่อมโยงกับระบบเก่าและใหม่โดยอ้างอิงข้อมูลจากเทคโนโลยีและวางมาตรการการป้องกันการใช้งานที่ไม่พึงประสงค์อาทิการใช้งานที่ผิดประเภทและการทำลายทรัพย์สินโดยบุคคลที่สาม P2	4.57	.499	มีผลมากที่สุด <sup>1</sup>
3. มีการกำหนดตารางการบำรุงรักษาโดยอ้างอิงจากข้อมูลเรียลไทม์ที่ได้จากเทคโนโลยี P3	4.03	.758	มีผลมาก <sup>7</sup>
4. มีการวางแผนงบประมาณระยะสั้นและระยะยาวสำหรับการใช้เทคโนโลยีในการบำรุงรักษาอย่างเหมาะสม P4	4.45	.500	มีผลมาก <sup>5</sup>
5. มีการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ (ICT) เพื่อสนับสนุนการวางแผนการใช้งานวัสดุอุปกรณ์และอะไหล่ที่เพียงพอ P5	4.55	.500	มีผลมากที่สุด <sup>2</sup>

ตารางที่ 2 ผลการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการดำเนินงานระบบบำรุงรักษาในอุตสาหกรรมโรงแรมด้านการวางแผน (ต่อ)

ตัวแปร	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล <sup>อันดับ</sup>
6. มีการวางแผนการนำเทคโนโลยีใหม่ๆ เช่นอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งหรือปัญญาประดิษฐ์มาใช้ในงานบำรุงรักษา P6	4.53	.503	มีผลมาก <sup>3</sup>
7. มีการวางแผนกำลังคนในหน่วยงานบำรุงรักษาอย่างเพียงพอ สนับสนุนการใช้เทคโนโลยี P7	4.38	.488	มีผลมาก <sup>6</sup>
8. มีการวางแผนกระบวนการทำงานร่วมกับผู้รับเหมาภายนอกโดยใช้ข้อมูลจากเทคโนโลยีเพื่อปรับปรุงความเข้าใจและกระบวนการทำงาน P8	4.50	.503	มีผลมาก <sup>4</sup>
<b>ค่าเฉลี่ยด้านการวางแผน</b>	<b>4.37</b>	<b>0.564</b>	<b>มีผลมาก<sup>4</sup></b>

ตารางที่ 3 ผลการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการดำเนินงานระบบบำรุงรักษาในอุตสาหกรรมโรงแรมด้านการจัดองค์กร

ตัวแปร	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล <sup>อันดับ</sup>
9. มีโครงสร้างองค์กรที่สนับสนุนการนำเทคโนโลยีมาใช้ในงานบำรุงรักษาอย่างมีประสิทธิภาพ O1	4.43	.499	มีผลมาก <sup>6</sup>
10. มีการแบ่งหน้าที่ในทีมบำรุงรักษาชัดเจนและสนับสนุนการใช้เทคโนโลยีทั้งภายในและภายนอกองค์กร O2	4.39	.492	มีผลมาก <sup>9</sup>
11. มีการจัดการทรัพยากร เช่น คน เครื่องจักร งบประมาณ เทคโนโลยี และอะไหล่ ที่รองรับเทคโนโลยีอย่างมีประสิทธิภาพ O3	4.65	.481	มีผลมากที่สุด <sup>1</sup>
12. มีการฝึกอบรมพนักงานบำรุงรักษาให้ใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่อย่างต่อเนื่อง เพื่อนำมาเปลี่ยนแปลงการทำงานอย่างสม่ำเสมอ O4	4.53	.503	มีผลมาก <sup>3</sup>
13. มีการจัดการด้านกำหนดการ สถานที่ คุณภาพช่าง หรือด้านเวลา และประสานงานกับผู้รับเหมาบำรุงรักษาภายนอก O5	3.89	.869	มีผลมาก <sup>10</sup>
14. มีการจัดประชุมเพื่อใช้ข้อมูลจากเทคโนโลยีในการเสนอแนะแนวทางการแก้ไขปัญหาและวางแผนการบำรุงรักษาอย่างสม่ำเสมอ O6	4.03	.810	มีผลมาก <sup>8</sup>
15. มีการจัดการองค์กรบำรุงรักษาให้สอดคล้องกับการใช้งานเทคโนโลยีตามลักษณะเฉพาะของอาคาร O7	4.64	.485	มีผลมากที่สุด <sup>2</sup>
16. มีการจัดการและอบรมด้านความปลอดภัยในการบำรุงรักษา O8	4.49	.503	มีผลมาก <sup>5</sup>
17. มีการจัดการเวลาในการบำรุงรักษาอย่างมีประสิทธิภาพ O9	4.45	.500	มีผลมาก <sup>4</sup>
18. มีการใช้คู่มือการบำรุงรักษาและปฏิบัติตามมาตรฐาน O10	4.50	.503	มีผลมาก <sup>7</sup>
<b>ค่าเฉลี่ยด้านการจัดการองค์กร</b>	<b>4.40</b>	<b>0.565</b>	<b>มีผลมาก<sup>3</sup></b>

ตารางที่ 4 ผลการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการดำเนินงานระบบบำรุงรักษาในอุตสาหกรรมโรงแรมด้านภาวะผู้นำ

ตัวแปร	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล <sup>อันดับ</sup>
19. มีการสื่อสารและสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับการใช้เทคโนโลยีภายในองค์กรที่ชัดเจนและมีประสิทธิภาพ L1	4.45	.500	มีผลมาก <sup>4</sup>
20. มีการสร้างวัฒนธรรมในการแก้ปัญหาภายในหน่วยงานบำรุงรักษา L2	4.49	.503	มีผลมาก <sup>2</sup>
21. มีการสร้างการรับรู้ทัศนคติและการทำงานแบบมีส่วนร่วมในการใช้เทคโนโลยีในการทำงาน L3	4.49	.503	มีผลมาก <sup>2</sup>
22. มีการสร้างขวัญกำลังใจซึ่งชื่นชมและให้คำแนะนำให้ถูกต้องอย่างมีเหตุผล L4	4.46	.502	มีผลมาก <sup>3</sup>
23. มีการส่งเสริมสนับสนุนพัฒนาความรู้ความสามารถของบุคลากรในการใช้เทคโนโลยีและการก้าวสู่ตำแหน่งที่สูงขึ้น L5	4.53	.503	มีผลมาก <sup>1</sup>
24. มีทักษะในการวิเคราะห์ก่อนและหลังเกิดปัญหาโดยใช้ข้อมูลจากเทคโนโลยีเพื่อแก้ไขปัญหาได้อย่างทันที่ L6	4.43	.499	มีผลมาก <sup>5</sup>
<b>ค่าเฉลี่ยด้านภาวะผู้นำ</b>	<b>4.48</b>	<b>0.502</b>	<b>มีผลมาก<sup>1</sup></b>

ตารางที่ 5 ผลการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการดำเนินงานระบบบำรุงรักษาในอุตสาหกรรมโรงแรมด้านการควบคุม

ตัวแปร	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล <sup>อันดับ</sup>
25. มีการใช้ตัวชี้วัดในการประเมินและประสิทธิภาพของเครื่องจักรด้วยเทคโนโลยี CO1	4.54	.502	มีผลมากที่สุด <sup>2</sup>
26. มีการประเมินผลและติดตามผลการบำรุงรักษาทั้งภายในและภายนอกโดยใช้ข้อมูลจากข้อมูลจากเทคโนโลยี CO2	4.55	.500	มีผลมากที่สุด <sup>1</sup>
27. มีการควบคุมค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา CO3	4.47	.503	มีผลมาก <sup>3</sup>
28. มีการตรวจสอบและประเมินอายุการใช้งาน ด้วยเทคโนโลยี CO4	4.46	.502	มีผลมาก <sup>4</sup>
29. มีการรับฟังความคิดเห็นของลูกค้าและพนักงานหลังบำรุงรักษา CO5	4.54	.502	มีผลมากที่สุด <sup>2</sup>
30. มีการควบคุมกิจกรรมบำรุงรักษาที่เป็นไปตามมาตรฐานความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม CO6	4.46	.502	มีผลมาก <sup>4</sup>
31. มีการติดตามแนวโน้มเทคโนโลยีที่ใช้ในการบำรุงรักษาในอนาคต CO7	4.54	.502	มีผลมากที่สุด <sup>2</sup>
32. มีการประเมินสภาพความพร้อมของอุปกรณ์โดยใช้เทคโนโลยีและวิเคราะห์ความเสี่ยงในการบำรุงรักษา CO8	3.88	.776	มีผลมาก <sup>5</sup>
33. มีการใช้เทคโนโลยีควบคุมการบำรุงรักษาให้เป็นไปตามแผน CO9	4.47	.503	มีผลมาก <sup>3</sup>
<b>ค่าเฉลี่ยด้านการควบคุม</b>	<b>4.43</b>	<b>0.532</b>	<b>มีผลมาก<sup>2</sup></b>

ผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการทำงานบำรุงรักษาในอุตสาหกรรมโรงแรม พบว่าด้านภาวะผู้นำมีค่าเฉลี่ยมากที่สุด ได้แก่ ปัจจัยด้านการส่งเสริมความรู้และการเติบโตในสายงาน (L5) การสร้างวัฒนธรรมการแก้ไขปัญหา (L2) และการส่งเสริมการมีส่วนร่วมกับเทคโนโลยี (L3) มีผลเชิงบวกอย่างชัดเจน ขณะที่การใช้ทักษะวิเคราะห์ข้อมูลจากเทคโนโลยีก่อนและหลังเกิดปัญหา (L6) มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด สะท้อนถึงความจำเป็นในการพัฒนาทักษะวิเคราะห์เชิงลึก รองลงมาด้านการควบคุมมีปัจจัยการประเมินและติดตามผลโดยใช้ข้อมูลจากเทคโนโลยี (CO2) การใช้ตัวชี้วัดประเมินประสิทธิภาพอุปกรณ์ (CO1) และการติดตามแนวโน้มเทคโนโลยีในอนาคต (CO7) เป็นปัจจัยหลักในการเพิ่มประสิทธิภาพการควบคุมงานบำรุงรักษา อย่างไรก็ตามการประเมินความพร้อมของอุปกรณ์และการวิเคราะห์ความเสี่ยงในการทำงาน (CO8) ยังเป็นจุดอ่อนที่ควรเร่งพัฒนาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการบำรุงรักษา สำหรับด้านการจัดองค์กรพบว่าการจัดการทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ (O3) และการจัดองค์กรบำรุงรักษาให้สอดคล้องกับเทคโนโลยีตามลักษณะอาคาร (O7) เป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลสูง ขณะที่การจัดประชุมใช้ข้อมูลเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาและวางแผน (O6) มีค่าเฉลี่ยต่ำ สุดท้ายด้านการวางแผนมีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดที่มีปัจจัยสำคัญ ได้แก่ การเชื่อมโยงระบบเก่าและใหม่ผ่านเทคโนโลยี (P2) การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการวางแผนวัสดุอุปกรณ์ (P5) และการประยุกต์ใช้อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งหรือปัญญาประดิษฐ์ในงานบำรุงรักษา (P6) ซึ่งสะท้อนถึงบทบาทสำคัญของเทคโนโลยีในกระบวนการวางแผนบำรุงรักษา อย่างไรก็ตามการกำหนดยุทธศาสตร์และตัวชี้วัดที่สนับสนุนเทคโนโลยี (P1) ยังคงมีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด

ผลการวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์พบว่า ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์สูงสุดกับการดำเนินงานระบบบำรุงรักษาในอุตสาหกรรมโรงแรม ได้แก่ การใช้เทคโนโลยีควบคุมการบำรุงรักษาให้เป็นไปตามแผน (CO9) ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่าโรงแรมที่มีการนำเทคโนโลยีมาใช้ในการติดตาม ควบคุม และตรวจสอบแผนงานซ่อมบำรุงอย่างมีระบบจะสามารถลดความผิดพลาดและเพิ่มประสิทธิภาพการดำเนินงานได้ นอกจากนี้ยังพบว่าปัจจัยด้านการมีทักษะในการวิเคราะห์ปัญหาท่อนและหลังเกิดปัญหาโดยใช้ข้อมูลจากเทคโนโลยี (L6) และการใช้ตัวชี้วัดในการประเมินประสิทธิภาพของเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ด้วยเทคโนโลยี (CO1) รวมทั้งการจัดการทรัพยากร เช่น คน เครื่องจักร งบประมาณ เทคโนโลยี และอะไหล่ที่รองรับเทคโนโลยีอย่างมีประสิทธิภาพ (O3) ก็มีค่าสหสัมพันธ์ในระดับสูงเช่นกัน ซึ่งแสดงถึงความสำคัญของการใช้ข้อมูลในการตัดสินใจและการบริหารทรัพยากรให้มีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตาม ปัจจัยด้านการวางแผนการนำเทคโนโลยีใหม่ ๆ มาใช้ (P6) การจัดประชุมเพื่อใช้ข้อมูลจากเทคโนโลยีในการเสนอแนะแนวทางแก้ไขปัญหา (O6) และการฝึกอบรมพนักงานให้ใช้งานเทคโนโลยีสมัยใหม่ (O4) ยังมีค่าสหสัมพันธ์ในระดับต่ำ

ผลการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณแบบขั้นตอน แสดงดังตารางที่ 6 พบว่าแบบจำลองทางสถิติมีจำนวน 11 แบบจำลอง มีนัยสำคัญทางสถิติสามารถใช้งานได้ โดยแบบจำลองทางสถิติที่ 11 ตัวแปรในแบบจำลองสามารถอธิบายความแปรปรวนของตัวแปรตามได้ร้อยละ 73.5 ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานเท่ากับ 0.05397 และค่าสถิติทดสอบดูร์บิน-วัตสัน (Durbin-Watson) ในแบบจำลองที่ 11 เท่ากับ 2.106

ตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณแบบขั้นต้น

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	.302 <sup>a</sup>	.091	.078	.09279	
2	.413 <sup>b</sup>	.170	.147	.08926	
3	.549 <sup>c</sup>	.301	.271	.08250	
4	.592 <sup>d</sup>	.351	.313	.08010	
5	.624 <sup>e</sup>	.389	.344	.07830	
6	.707 <sup>f</sup>	.500	.455	.07137	
7	.735 <sup>g</sup>	.540	.491	.06897	
8	.792 <sup>h</sup>	.627	.581	.06260	
9	.823 <sup>i</sup>	.677	.631	.05871	
10	.846 <sup>j</sup>	.715	.670	.05551	
11	.857 <sup>k</sup>	.735	.688	.05397	2.106

a. Predictors: (Constant), P3

b. Predictors: (Constant), P3, P6

c. Predictors: (Constant), P3, P6, O3

d. Predictors: (Constant), P3, P6, O3, O9

e. Predictors: (Constant), P3, P6, O3, O9, O4

f. Predictors: (Constant), P3, P6, O3, O9, O4, L6

g. Predictors: (Constant), P3, P6, O3, O9, O4, L6, L3

h. Predictors: (Constant), P3, P6, O3, O9, O4, L6, L3, CO8

i. Predictors: (Constant), P3, P6, O3, O9, O4, L6, L3, CO8,

CO4

j. Predictors: (Constant), P3, P6, O3, O9, O4, L6, L3, CO8,

CO4, CO1

k. Predictors: (Constant), P3, P6, O3, O9, O4, L6, L3, CO8,

CO4, CO1, CO9

ตารางที่ 7 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของแบบจำลองทางสถิติ

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	.062	1	.062	7.205	.009 <sup>b</sup>
	Residual	.620	72	.009		
	Total	.682	73			
2	Regression	.116	2	.058	7.297	.001 <sup>c</sup>
	Residual	.566	71	.008		
	Total	.682	73			
3	Regression	.206	3	.069	10.067	.000 <sup>d</sup>
	Residual	.476	70	.007		
	Total	.682	73			
4	Regression	.239	4	.060	9.326	.000 <sup>e</sup>
	Residual	.443	69	.006		
	Total	.682	73			
5	Regression	.265	5	.053	8.650	.000 <sup>f</sup>
	Residual	.417	68	.006		
	Total	.682	73			
6	Regression	.341	6	.057	11.151	.000 <sup>g</sup>
	Residual	.341	67	.005		
	Total	.682	73			

ตารางที่ 7 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของแบบจำลองทางสถิติ (ต่อ)

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
7	Regression	.368	7	.053	11.054	.000 <sup>h</sup>
	Residual	.314	66	.005		
	Total	.682	73			
8	Regression	.427	8	.053	13.633	.000 <sup>i</sup>
	Residual	.255	65	.004		
	Total	.682	73			
9	Regression	.461	9	.051	14.878	.000 <sup>j</sup>
	Residual	.221	64	.003		
	Total	.682	73			
10	Regression	.488	10	.049	15.832	.000 <sup>k</sup>
	Residual	.194	63	.003		
	Total	.682	73			
11	Regression	.501	11	.046	15.652	.000 <sup>l</sup>
	Residual	.181	62	.003		
	Total	.682	73			

ผลการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณแบบขั้นตอนในตารางที่ 6 พบว่าแบบที่ 11 เป็นแบบจำลองที่มีความสามารถในการพยากรณ์ที่ดีที่สุดมีความสามารถอธิบายความแปรปรวนได้ร้อยละ 73.50 และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานต่ำสุด อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาค่าสถิติเอฟ (F-statistic) ในตารางที่ 7 พบว่าแบบจำลองที่ 10 มีค่าค่าสถิติเอฟสูงที่สุด แสดงว่าโมเดลอธิบายข้อมูลได้ดีเมื่อเทียบกับความแปรปรวนที่เหลือ ดังนั้นเพื่อหลีกเลี่ยงภาวะที่แบบจำลองมีความซับซ้อนเกินไป (Overfitting) ผู้วิจัยจึงเลือกใช้แบบจำลองที่ 10 ซึ่งมีจำนวนตัวแปรน้อยกว่าแต่ให้ประสิทธิภาพใกล้เคียงกัน

ตารางที่ 8 ผลวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณแบบขั้นตอน

Model		Unstandardized		Standardized	t	Sig.	Collinearity Statistics	
		Coefficients		Coefficients			Tolerance	VIF
		B	Std. Error	Beta				
10	(Constant)	2.345	.177		13.247	.000		
	P3	.050	.009	.390	5.506	.000	.900	1.111
	P6	.065	.014	.339	4.667	.000	.856	1.168
	O3	.042	.015	.211	2.827	.006	.812	1.232
	O9	.039	.014	.200	2.789	.007	.881	1.135
	O4	.055	.014	.284	4.003	.000	.900	1.111
	L6	.057	.014	.296	4.213	.000	.915	1.093
	L3	.040	.013	.206	2.961	.004	.936	1.069
	CO8	.037	.009	.296	4.194	.000	.906	1.104
	CO4	.046	.013	.236	3.401	.001	.936	1.068
	CO1	.041	.014	.211	2.928	.005	.868	1.152

ผลวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณแบบขั้นตอน แสดงดังในตารางที่ 8 พบว่าตัวแปรอิสระทุกตัวในแบบจำลอง ประกอบด้วย การกำหนดตารางการบำรุงรักษาโดยอ้างอิงจากข้อมูลเรียลไทม์ที่ได้จากเทคโนโลยี (P3) การวางแผนการนำเทคโนโลยีใหม่ๆ เช่นอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งหรือปัญญาประดิษฐ์มาใช้ในการงานบำรุงรักษา (P6) การจัดการทรัพยากร เช่น คน เครื่องจักร งบประมาณเทคโนโลยี และอะไหล่ ที่รองรับเทคโนโลยีอย่างมีประสิทธิภาพ (O3) การจัดการเวลาในการบำรุงรักษาอย่างมีประสิทธิภาพ (O9) การฝึกอบรมพนักงานบำรุงรักษาให้ใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่อย่างต่อเนื่อง เพื่อนำมาเปลี่ยนแปลงการทำงานอย่างสม่ำเสมอ (O4) การสร้างการรับรู้ทัศนคติและการทำงานแบบมีส่วนร่วมในการใช้เทคโนโลยีในการทำงาน (L3) มีทักษะในการวิเคราะห์ก่อนและหลังเกิดปัญหาโดยใช้ข้อมูลจากเทคโนโลยีเพื่อแก้ไขปัญหาได้อย่างทันที่ (L6) การประเมินสภาพความพร้อมของอุปกรณ์โดยใช้เทคโนโลยีและวิเคราะห์ความเสี่ยงในการบำรุงรักษา (CO8) การตรวจสอบและประเมินอายุการใช้งาน ด้วยเทคโนโลยี (CO4) และการใช้ตัวชี้วัดในการประเมินและประสิทธิภาพของเครื่องจักรด้วยเทคโนโลยี (CO1) มีนัยสำคัญทางสถิติส่งผลต่อผลการดำเนินงานระบบบำรุงรักษาในอุตสาหกรรมโรงแรม สามารถเขียนสมการถดถอยได้ดังสมการ

$$\hat{Y} = 2.345 + 0.050(P3) + 0.065(P6) + 0.042(O3) + 0.039(O9) + 0.055(O4) + 0.057(L6) + 0.040(L3) + 0.037(CO8) + 0.046(CO4) + 0.041(CO1)$$

และในรูปแบบคะแนนมาตรฐานดังสมการ

$$\hat{Z}_Y = 0.390Z_{P3} + 0.339Z_{P6} + 0.211Z_{O3} + 0.200Z_{O9} + 0.284Z_{O4} + 0.296Z_{L6} + 0.206Z_{L3} + 0.296Z_{CO8} + 0.236Z_{CO4} + 0.211Z_{CO1}$$

ผลการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการดำเนินงานระบบซ่อมบำรุงในอุตสาหกรรมโรงแรม พบว่า ปัจจัยด้านการวางแผน การจัดการองค์กร ภาวะผู้นำ และการควบคุม มีผลต่อการดำเนินงานระบบซ่อมบำรุงในระดับมาก ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Priyantha (2021) ที่ระบุว่าการบริหารจัดการอย่างมีระบบช่วยให้การดำเนินงานด้านบำรุงรักษามีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น นอกจากนี้ กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีประสบการณ์ในโรงแรมระดับ 4-5 ดาว มีอายุมากกว่า 31 ปี และมีการศึกษาระดับสูงกว่า ปวส. ซึ่งสะท้อนว่าแนวทางการบริหารจัดการด้านเทคโนโลยีในโรงแรมจำเป็นต้องอาศัยบุคลากรที่มีทักษะและความรู้เฉพาะทาง เมื่อพิจารณาปัจจัยที่มีอิทธิพลสูงสุด พบว่าการจัดการทรัพยากรให้รองรับเทคโนโลยีอย่างมีประสิทธิภาพ เป็นปัจจัยสำคัญอันดับหนึ่ง รองลงมาคือ การจัดโครงสร้างองค์กรให้สอดคล้องกับการใช้เทคโนโลยี การวางแผนบำรุงรักษาที่ขับเคลื่อนด้วยข้อมูล และการประเมินผลผ่านเครื่องมือและเทคโนโลยี ผลดังกล่าวสอดคล้องกับ Lundgren et al. (2021) ที่ยืนยันว่าเทคโนโลยีดิจิทัลมีบทบาทสำคัญในการเพิ่มความแม่นยำของการพยากรณ์ความเสียหายของอุปกรณ์ และช่วยสนับสนุนการตัดสินใจเชิงกลยุทธ์ อย่างไรก็ตามการบูรณาการเทคโนโลยีในการจัดการบำรุงรักษาอย่างเผชิญข้อจำกัดด้านงบประมาณและการยอมรับของบุคลากร ซึ่งเป็นประเด็นท้าทายที่ผู้บริหารโรงแรมจำเป็นต้องให้ความสำคัญในการวางแผนและกำหนดนโยบายต่อไป

ผลการศึกษาความสัมพันธ์และความสามารถในการพยากรณ์ของปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินงานระบบซ่อมบำรุงในอุตสาหกรรมโรงแรม โดยใช้การวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณแบบขั้นตอน (Stepwise Multiple Regression) พบว่า ปัจจัยสำคัญที่มีความสัมพันธ์เชิงบวกและสามารถร่วมกันพยากรณ์ประสิทธิภาพของระบบซ่อมบำรุง ได้แก่ ปัจจัยด้านการพัฒนาตารางการบำรุงรักษาจากข้อมูลเทคโนโลยีและการวิเคราะห์ปัญหาจากข้อมูล ซึ่งสะท้อนถึงแนวโน้มของการใช้ data-driven decision making ในการจัดการบำรุงรักษา ผลดังกล่าวสอดคล้องกับ Lundgren et al. (2021) ที่ยืนยันว่าการใช้ข้อมูลประวัติการซ่อมและข้อมูลเชิงวิเคราะห์ที่มีศักยภาพในการลดเวลาหยุดชะงักของอุปกรณ์ได้อย่างมีนัยสำคัญ และช่วยสนับสนุนการตัดสินใจเชิงกลยุทธ์ในการบำรุงรักษา นอกจากนี้ ปัจจัยด้านการนำเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง หรือ ปัญญาประดิษฐ์มาใช้ในการบำรุงรักษา ยังแสดงให้เห็นถึงบทบาทสำคัญในการเพิ่มความแม่นยำของการพยากรณ์ความเสียหายและการวางแผนซ่อมเชิงคาดการณ์ ซึ่งสอดคล้องกับงานของจิรนนท์ กาญจนกุลานุกรักษ์ และประจวบ กล่อมจิต (2566) ที่ชี้ว่าการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่สามารถช่วยลดการหยุดชะงักของระบบและลดค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาได้อย่างเป็นรูปธรรม ขณะเดียวกันปัจจัยด้านการตรวจสอบอายุการใช้งานของอุปกรณ์ในลักษณะบำรุงรักษาเชิงป้องกันก็มีความสำคัญ โดย Priyantha (2021) ระบุว่า การวางแผนและตรวจสอบอายุการใช้งานของเครื่องจักรอย่างต่อเนื่องเป็นปัจจัยที่มีผลบวกต่อประสิทธิภาพการบำรุงรักษาและช่วยยืดอายุการใช้งานของเครื่องจักร ในส่วนของการบริหารทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพพบว่าการจัดการทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพมีความเชื่อมโยงกับความสำเร็จของงานบำรุงรักษา ซึ่งสอดคล้องกับ Zeni & Kikwasi (2023) ที่กล่าวถึงความสัมพันธ์ระหว่างการจัดการงบประมาณ การใช้ทรัพยากรอย่างเหมาะสม และต้นทุนการบำรุงรักษาอาคารที่สามารถควบคุมได้ นอกจากนี้ปัจจัยด้านการพัฒนาทักษะบุคลากรยังเป็นอีกองค์ประกอบที่สำคัญ โดยเฉพาะการฝึกอบรมเพื่อให้บุคลากรสามารถใช้งานเทคโนโลยีสมัยใหม่ได้อย่างต่อเนื่อง สอดคล้องกับงานวิจัยของเพชรรัตน์ วิริยะสีพงษ์ และเพชรประกาย กุลตั้งวัฒนา (2564) ที่เน้นว่าการยกระดับศักยภาพบุคลากรด้านเทคโนโลยีถือเป็นกลยุทธ์หลักในการขับเคลื่อนการพัฒนาอุตสาหกรรมโรงแรมไทยให้ก้าวสู่ความเป็นสากล ในอีกมิติหนึ่ง ปัจจัยด้านการสร้างความตระหนักรู้ ทัศนคติ และความร่วมมือในการใช้เทคโนโลยี ก็มีผลต่อการยอมรับและการนำเทคโนโลยีไปประยุกต์ใช้จริงในองค์กร สอดคล้องกับ Singh & Gurtu (2022) ที่ชี้ว่าภาวะผู้นำ การมีส่วนร่วมของบุคลากร และวัฒนธรรมองค์กรที่เปิดรับการเปลี่ยนแปลงเป็นแรงผลักดันสำคัญในการขับเคลื่อน Total Productive Maintenance (TPM) และการปรับตัวของบุคลากร สุดท้ายปัจจัยด้านการประเมินอุปกรณ์ การวิเคราะห์ความเสี่ยง และการใช้ตัวชี้วัดที่แม่นยำเพื่อวัดประสิทธิภาพของระบบ ถือเป็นกลไกสำคัญในการควบคุมคุณภาพ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Hassanain et al. (2019) ที่ได้เสนอว่าการประเมินคุณภาพและการบริหารจัดการเชิงระบบเป็นองค์ประกอบหลักที่ช่วยสนับสนุนการตัดสินใจเชิงกลยุทธ์และเพิ่มประสิทธิภาพของการบำรุงรักษาในระยะยาว

## สรุป

ผลการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการดำเนินงานระบบซ่อมบำรุงในอุตสาหกรรมโรงแรมโดยรวมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.42 (S.D. = 0.541) เมื่อพิจารณารายด้านพบว่า ด้านภาวะผู้นำมีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ 4.48 (S.D. = 0.502) รองลงมาคือด้านการควบคุม 4.43 (S.D. = 0.532) ด้านการจัดองค์กร 4.40 (S.D. = 0.565) และด้านการวางแผน 4.37 (S.D. = 0.564) ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าทุกด้านมีอิทธิพลในระดับมากต่อประสิทธิภาพของระบบซ่อมบำรุง สำหรับการศึกษาคำสัมพันธ์และความสามารถในการพยากรณ์ของปัจจัยต่าง ๆ ใช้วิธีการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณแบบขั้นตอน เพื่อทดสอบความสัมพันธ์เชิงบวกและวัดความสามารถในการพยากรณ์ประสิทธิภาพของระบบซ่อมบำรุง ผลการศึกษาพบว่าปัจจัยที่มีนัยสำคัญร่วมกันพยากรณ์ระบบซ่อมบำรุงของโรงแรมได้คิดเป็นร้อยละ 71.50 ประกอบด้วยปัจจัยต่างๆ ได้แก่ การบริหารทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ การใช้ตัวชี้วัดที่แม่นยำเพื่อประเมิน การนำเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งหรือปัญญาประดิษฐ์มาใช้ในการบำรุงรักษา การฝึกอบรมบุคลากรให้สามารถใช้งานเทคโนโลยีอย่างต่อเนื่อง การสร้างความตระหนักรู้ ทัศนคติที่ดี และความร่วมมือในการใช้เทคโนโลยี การตรวจสอบอายุการใช้งานของอุปกรณ์ การจัดการเวลาในการบำรุงรักษาอย่างมีประสิทธิภาพ การวิเคราะห์ปัญหาจากข้อมูล การพัฒนาตารางบำรุงรักษาจากข้อมูลเทคโนโลยี การประเมินอุปกรณ์วิเคราะห์ความเสี่ยงและประสิทธิภาพของระบบ ตามลำดับ ข้อค้นพบเหล่านี้สามารถใช้เป็นแนวทางเชิงกลยุทธ์ในการวางแผนและพัฒนาระบบซ่อมบำรุงของโรงแรมได้อย่างยั่งยืน

## ข้อเสนอแนะ

### ข้อเสนอแนะจากผลการวิจัย

1. ควรนำปัจจัยที่มีอิทธิพลสูงมาใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงระบบซ่อมบำรุง โดยเฉพาะการส่งเสริมภาวะผู้นำ การฝึกอบรมบุคลากร และการบูรณาการเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งหรือปัญญาประดิษฐ์ เพื่อให้ระบบบำรุงรักษามีประสิทธิภาพและสามารถคาดการณ์ปัญหาได้ล่วงหน้า
2. ควรจัดทำแผนพัฒนาระบบซ่อมบำรุงเชิงป้องกันและเชิงพยากรณ์โดยอ้างอิงจากข้อมูลการตรวจสอบอายุการใช้งานของอุปกรณ์จริง เพื่อยืดอายุการใช้งานและลดต้นทุนการซ่อมแซมฉุกเฉิน

### ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรขยายกลุ่มตัวอย่างไปยังโรงแรมขนาดเล็ก หรือโรงแรมระดับ 1-2 ดาว เพื่อเปรียบเทียบและวิเคราะห์ความแตกต่างของปัจจัยที่มีอิทธิพลในแต่ละระดับขององค์กร
2. การพัฒนาต้นแบบระบบติดตามและแจ้งเตือนปัญหาด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งทดลองใช้ในพื้นที่จริง ศึกษาผลลัพธ์ในเชิงประสิทธิภาพ และความพึงพอใจของผู้ใช้

## กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณสมาคมผู้บริหารงานช่างและพัฒนาฝีมือช่างภาคใต้ ที่ให้ความอนุเคราะห์และความร่วมมือในการสนับสนุนข้อมูล รวมถึงข้อเสนอแนะอันเป็นประโยชน์ต่อการดำเนินการวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างยิ่ง

## เอกสารอ้างอิง

- จิรนนท์ กาญจนกุลานุกรักษ์, และประจวบ กล่อมจิต. (2566). การลดอัตราการเสียของเครื่องล้างจาน โดยการวิเคราะห์อายุการใช้งานของอะไหล่ ด้วยการคำนวณจากค่าความน่าเชื่อถือของระบบ. **วารสารเทคโนโลยีอุตสาหกรรม**, 19(1), 1-16.
- เฉลิมชาติ อีระวีริยะ. (2563). การวิเคราะห์ข้อมูลสถิติด้วยโปรแกรม Minitab (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: ชิมพลีฟาย.
- ธรรมศักดิ์ ค่วยเทศ, นิศาชล จันทรานภาสวัสดิ์, และธีรพล เกื้อนแพ. (2562). การปรับปรุงประสิทธิภาพห่วงโซ่อุปทานของอุตสาหกรรมบริการ: กรณีศึกษาโรงแรมจังหวัดสุโขทัย. **วารสารเทคโนโลยีอุตสาหกรรม**, 15(3), 61-75.
- นนุช ไชยผาสุข, มัชฌา ตลพันธ์, และสัมฤทธิ์ ศิริคะณรัตน์. (2559). การวิเคราะห์ต้นทุนการบริการทางบัญชีของธุรกิจโรงแรม ในเขตอำเภอเมืองจังหวัดขอนแก่น. **วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม**, 35(5), 40-47.
- เนตรตะวัน โสมนาม และทองแท่ง ทองลิ้ม. (2565). โมเดลสมการโครงสร้างปัจจัยที่มีผลต่อการดำเนินงานของอุตสาหกรรมกล้วยไม้เพื่อการส่งออกในเขตพื้นที่ภาคกลางตอนล่างของประเทศไทย. **วารสารเทคโนโลยีอุตสาหกรรม**, 18(1), 85-103.
- เพชรรัตน์ วิริยะสืบพงศ์, และเพชรประกาย กุลตั้งวัฒนา. (2564). การวิจัยและพัฒนาการขยายโอกาสอุตสาหกรรมโรงแรมไทย. **วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม**, 15(1), 91-103.
- สำนักงานสถิติจังหวัดภูเก็ต. (2565). รายงานสถิติจังหวัดภูเก็ตด้านการท่องเที่ยวและการกีฬา พ.ศ. 2564. ภูเก็ต: สำนักงานสถิติจังหวัดภูเก็ต.
- Au-Yong, C. P., Hoh, P. K., & Amos, D. (2024). Enhancing the Maintenance Practice to Improve Guests' Satisfaction in the Hotels Industry. **Built Environment Journal**, 21(1), 18-29.
- Hassanain, M. A., Al-Zahrani, M., Abdallah, A., & Sayed, A. M. Z. (2019). Assessment of factors affecting maintenance cost of public school facilities. **International Journal of Building Pathology and Adaptation**, 37(5), 528-546.
- Lundgren, C., Bokrantz, J., & Skoogh, A. (2021). A strategy development process for Smart Maintenance implementation. **Journal of Manufacturing Technology Management**, 32(9), 142-166.
- Mahapatra, M. S., & Shenoy, D. (2022). Lean maintenance index: A measure of leanness in maintenance organizations. **Journal of Quality in Maintenance Engineering**, 28(4), 791-809.
- Phuk-in, A. (2024). Production Planning and Machine Maintenance Schedule of Dragon Green Energy Company, Limited. **The Journal of Industrial Technology**, 20(1), 62-80.

- Priyantha, J. (2021). Literature review: The role of organizational factors in maintenance organizations affecting their manufacturing performance, from Sri Lankan cultural perspective. **International Journal of Research and Innovation in Social Science**, 4(5), 353–366.
- Robbins, S. P., & Coulter, M. (2020). **Management (15th ed.)**. Hoboken, NJ: Pearson.
- Singh, R. K., & Gurtu, A. (2022). Prioritizing success factors for implementing total productive maintenance (TPM). **Journal of Quality in Maintenance Engineering**, 28(4), 810–830.
- Zeni, K. S., & Kikwasi, G. J. (2023). Factors affecting maintenance cost of public buildings: Case study of Tanzania Buildings Agency and National Housing Corporation. **International Journal of Building Pathology and Adaptation**, 41(5), 926–941.

## การประเมินความเสี่ยงด้านสุขภาพจากการสัมผัสกับฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM<sub>2.5</sub> ทางการหายใจ ของกลุ่มแรงงานชาติพันธุ์อาข่า ในเขตจังหวัดเชียงราย

อารีย์ จอแย<sup>1</sup> มณีรัตน์ สนวนม่วง<sup>2</sup> จุฑามาศ เมืองมูล<sup>3</sup> บุษบา สอิ่งแก้ว<sup>4</sup> พัทธนิษฐ์ คำธาร<sup>5\*</sup>

Received : March 24, 2025

Revised : October 13, 2025

Accepted : October 15, 2025

### บทคัดย่อ

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยส่วนบุคคล ความรู้เกี่ยวกับฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM<sub>2.5</sub> ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับความรู้เกี่ยวกับฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM<sub>2.5</sub> และประเมินความเสี่ยงด้านสุขภาพจากการสัมผัสฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM<sub>2.5</sub> ทางการหายใจของกลุ่มแรงงานชาติพันธุ์อาข่าในจังหวัดเชียงราย โดยเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง 360 คน สุ่มตัวอย่างโดยแยกประชากรออกเป็นกลุ่มตามพื้นที่แล้วสุ่มอย่างง่าย เพื่อให้ได้จำนวนกลุ่มตัวอย่างตามสัดส่วน เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถามและข้อมูลค่าความเข้มข้น PM<sub>2.5</sub> จาก Applications Air4Thai ของกรมควบคุมมลพิษ วิเคราะห์ข้อมูลสถิติเชิงพรรณนา ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สถิติอนุมานใช้ Chi-Square

ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง (ร้อยละ 58.30) อายุเฉลี่ย 27-35 ปี (ร้อยละ 29.70) มีความรู้เกี่ยวกับฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM<sub>2.5</sub> ระดับปานกลาง (ร้อยละ 55.30) ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับความรู้เกี่ยวกับฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM<sub>2.5</sub> อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 ได้แก่ อายุ ระดับการศึกษา และการติดตามข่าวสารด้านปัญหาฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM<sub>2.5</sub> ค่าเฉลี่ยฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM<sub>2.5</sub> เท่ากับ 0.0761 mg/m<sup>3</sup> ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.046 และมีค่าสัดส่วนความเสี่ยงเท่ากับ 2.04 ± 1.15 มีอันตราย อยู่ในระดับปานกลาง ดังนั้นควรมีการส่งเสริมความรู้เกี่ยวกับฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM<sub>2.5</sub> โดยคำนึงถึงปัจจัย อายุ ระดับการศึกษา การติดตามข่าวสารด้านปัญหาฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM<sub>2.5</sub> และเฝ้าระวังอาการผิดปกติของระบบทางเดินหายใจของประชาชนในพื้นที่อย่างต่อเนื่อง

**คำสำคัญ:** กลุ่มแรงงานชาติพันธุ์อาข่า ประเมินความเสี่ยงด้านสุขภาพ ฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM<sub>2.5</sub>

<sup>1</sup> สาขาวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย  
อีเมล: choyae@hotmail.com

<sup>2</sup> สาขาวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย  
อีเมล: maneerat.sua@cru.ac.th

<sup>3</sup> สาขาวิชาสาธารณสุขศาสตร์ คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย  
อีเมล: som.jut@gmail.com

<sup>4</sup> โรงพยาบาลแม่สรวย จังหวัดเชียงราย อีเมล: msaingkeaw@gmail.com

<sup>5</sup> สาขาวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย  
อีเมล: em\_phatanit\_k@cru.ac.th

\*ผู้รับผิดชอบหลัก อีเมล : em\_phatanit\_k@cru.ac.th

## HEALTH RISK ASSESSMENT OF RESPIRATORY EXPOSURE TO FINE PARTICULATE MATTER (PM<sub>2.5</sub>) AMONG AKHA ETHNIC LABOR GROUPS IN CHIANG RAI PROVINCE

Aree Choyae<sup>1</sup> Maneerat Suanmuang<sup>2</sup> Jutamas Muangmool<sup>3</sup> Butsaba Sa-ingkeaw<sup>4</sup>  
Phatanit Khamthan<sup>5\*</sup>

### Abstract

This study was aimed to investigate personal factors, knowledge regarding particulate matter PM<sub>2.5</sub>, the factors associated with such knowledge, as well as to assess the health risks from respiratory exposure to PM<sub>2.5</sub> among Akha ethnic laborers in Chiang Rai Province. Data were collected from 360 participants using a stratified sampling method based on the area proportions and then using simple random sampling. The data were gathered through questionnaires and PM<sub>2.5</sub> concentration levels obtained from the Air4Thai application of the Pollution Control Department. Descriptive statistics including frequency, percentage, mean, and standard deviation were used to analyze the data, while inferential statistics were analyzed using the Chi-Square test.

The results of the study showed that most of the participants were female (58.30%) with an average age between 27–35 years (29.70%). Most respondents demonstrated a moderate level of knowledge regarding PM<sub>2.5</sub> (55.30%). Statistically significant factors associated with PM<sub>2.5</sub> knowledge ( $p < 0.05$ ) included age, educational level, and monitoring news issues related to PM<sub>2.5</sub>. The average PM<sub>2.5</sub> concentration at 0.0761 mg/m<sup>3</sup> with a standard deviation of 0.046 including the hazard quotient of  $2.04 \pm 1.15$  could indicate a moderate health risk level. Therefore, it was recommended to promote knowledge about PM<sub>2.5</sub> by considering

---

<sup>1</sup> Department of Occupation Health and safety, Faculty of Public Health, Chiang Rai Rajabhat University, e-mail: choyae@hotmail.com

<sup>2</sup> Department of Occupation Health and safety, Faculty of Public Health, Chiang Rai Rajabhat University, e-mail: maneerat.sua@crru.ac.th

<sup>3</sup> Public Health, faculty of Public Health, Chiang Rai Rajabhat University, e-mail: som.jut@gmail.com

<sup>4</sup> Maesuai Hospital Chiang Rai Province, e-mail: msaingkeaw@gmail.com

<sup>5</sup> Department of Occupation Health and safety, Faculty of Public Health, Chiang Rai Rajabhat University, e-mail: em\_phatanit\_k@crru.ac.th

\*Corresponding author, e-mail: em\_phatanit\_k@crru.ac.th

factors in terms of age and educational level; encouraging those to monitor PM<sub>2.5</sub> news as well as continuously being aware of respiratory symptoms among the local population.

**Keywords:** Akha Ethnic Labor Groups, Health Risk Assessment, Particulate Matter PM<sub>2.5</sub>

## บทนำ

ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน หรือ ฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM<sub>2.5</sub> เป็นปัญหามลพิษอากาศที่สำคัญของประเทศไทยซึ่งส่งผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนทั้งระยะสั้นและระยะยาวโดยที่ผ่านมามีค่าค่าฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM<sub>2.5</sub> หลายพื้นที่เกินค่ามาตรฐาน จากการศึกษาของ สุจารี คำศรี และ นฤมล ต๊ะใจ (2567) พบว่า ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นฝุ่นละออง PM<sub>2.5</sub> ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2562-2566 ในจังหวัดเชียงใหม่มีค่าเท่ากับ 26.53 µg/m<sup>3</sup> (กำหนดมาตรฐานฝุ่นละออง PM<sub>2.5</sub> ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมงไม่เกิน 503 µg/m<sup>3</sup> ค่าเฉลี่ยรายปีไม่เกิน 25 µg/m<sup>3</sup> ตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2553) การเผาไหม้เป็นสาเหตุสำคัญของ PM<sub>2.5</sub> ที่เพิ่มขึ้นโดยเฉพาะอย่างยิ่งจากการเผาไหม้ ชีวมวลในเขตป่าไม้และการเกษตร ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2544 ถึง ปี พ.ศ. 2563 การเผาไหม้ในเขตป่าไม้เพิ่มขึ้น ร้อยละ 240 ในขณะที่ไฟจากการเผาพื้นที่เกษตรลดลง ร้อยละ 42 โดยเฉลี่ยในประเทศไทย (ศูนย์วิจัยกสิกรไทย, 2567) นอกจากการเผาการจราจร การใช้ฟันในการหุงต้ม โรงงานอุตสาหกรรมและจากหมอกควันข้ามแดนรวมถึงปัจจัยทางสภาพภูมิประเทศและภาวะความกดอากาศมีผลต่อความรุนแรงของสถานการณ์ฝุ่นละออง PM<sub>2.5</sub> ที่เพิ่มมากขึ้น โดยแหล่งกำเนิดหลักของ PM<sub>2.5</sub> ในภาคเหนือมีสาเหตุมาจากการเผาพื้นที่เกษตร ไฟป่าในพื้นที่ภาคเหนือและการเกิดไฟป่าจากประเทศเพื่อนบ้านทำให้เกิดหมอกควันข้ามแดน (อนุชา ตีสวัสดิ์, 2566) มลพิษทางอากาศและฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน เป็นอันตรายต่อสุขภาพกับประชากรทั่วโลกและนับวันจะยิ่งทวีความรุนแรงขึ้น ผลกระทบต่อสุขภาพจากการรับสัมผัสทั้งในระยะสั้นและระยะยาว เช่น เพิ่มอัตราการตายด้วยโรคหัวใจและหลอดเลือด โรคทางเดินหายใจ การสั้นลงของชีวิต การเพิ่มขึ้นของระดับน้ำตาลในเลือดและน้ำตาลสะสม ภาวะไขมันเลือดผิดปกติโรคผิวหนังผื่นแพ้และความเสื่อมชราของผิว (บรรจบ ชุณหสวัตติกุล และคณะ, 2563)

จังหวัดเชียงใหม่มีประชากรกลุ่มชาติพันธุ์อาข่าอาศัยอยู่ จำนวน 73,810 คน (ศูนย์อนามัยกลุ่มชาติพันธุ์ชายขอบและแรงงานข้ามชาติ-กรมอนามัย, 2566) เป็นอีกกลุ่มที่สร้างรายได้ให้กับจังหวัด ส่วนใหญ่กลุ่มชาติพันธุ์อาข่า จะประกอบอาชีพหลักในภาคเกษตรกรรม เช่น ปลูกชา กาแฟ ข้าว ข้าวโพด และพืชผักชนิดอื่นๆ ตามฤดูกาล ในเขตพื้นที่อำเภอแม่สรวยเป็นอีกพื้นที่ที่มีกลุ่มชาติพันธุ์อาข่าอาศัยอยู่ จำนวน 13,641 คน เป็นอันดับสองรองลงมาจาก อำเภอแม่ฟ้าหลวง และเป็นพื้นที่ที่มีทำการเพาะปลูก กาแฟอาราบิก้า มะคาเดเมีย และชา โดยมีพื้นที่ปลูกประมาณ 5,000 ไร่ สร้างรายได้เฉลี่ยของครอบครัว 21,000 บาท/ครอบครัว/ปี (โครงการหลวงวาวี, 2568) ลักษณะการทำงาน และการดำรงชีวิตของกลุ่มชาติพันธุ์อาข่าทำให้ต้องใช้เวลาส่วน

ใหญ่ อยู่ในที่โล่งแจ้ง ไม่ว่าจะเป็นการทำงานในไร่นา ในสวน หรือการประกอบอาชีพรับจ้าง กลุ่มชาติพันธุ์อาข่า จึงเป็นอีกกลุ่มที่มีโอกาสในการสัมผัสกับฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM<sub>2.5</sub> โดยตรงจากบรรยากาศทั่วไปการศึกษา ค้นคว้างานวิจัยทั้งในประเทศไทยและในต่างประเทศที่ผ่านมาเกี่ยวกับการศึกษาผลกระทบต่อสุขภาพจากการสัมผัสฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM<sub>2.5</sub> ในกลุ่มชาติพันธุ์อาข่า ในจังหวัดเชียงรายยังมีน้อย

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสนใจการศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยส่วนบุคคล ความรู้เกี่ยวกับฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM<sub>2.5</sub> ความสัมพันธ์ปัจจัยส่วนบุคคลกับความรู้เกี่ยวกับฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM<sub>2.5</sub> ของกลุ่มแรงงานชาติพันธุ์อาข่า ในเขตจังหวัดเชียงรายและการประเมินความเสี่ยงด้านสุขภาพจากการสัมผัสกับ PM<sub>2.5</sub> ของกลุ่มแรงงานชาติพันธุ์อาข่าในเขตจังหวัดเชียงราย ผลการศึกษาจะนำไปสู่การพัฒนามาตรการป้องกันและแก้ไขปัญหาที่เหมาะสมกับบริบทของกลุ่มชาติพันธุ์อาข่า เพื่อลดผลกระทบต่อสุขภาพจากการสัมผัสฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM<sub>2.5</sub> ทางทางหายใจ ตลอดจนการพัฒนาแนวโยบายการจัดการคุณภาพอากาศที่คำนึงถึงกลุ่มเปราะบางในสังคม อันจะนำไปสู่การบรรลุเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนด้านสุขภาพและความเป็นอยู่ที่ดีของคนทุกกลุ่มในประเทศไทย

### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาปัจจัยส่วนบุคคล และความรู้เกี่ยวกับฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM<sub>2.5</sub> ของกลุ่มแรงงานชาติพันธุ์อาข่า ในเขตจังหวัดเชียงราย
2. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคลกับความรู้เกี่ยวกับฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM<sub>2.5</sub> ของกลุ่มแรงงานชาติพันธุ์อาข่า ในเขตจังหวัดเชียงราย
2. เพื่อประเมินความเสี่ยงด้านสุขภาพจากการสัมผัสกับ PM<sub>2.5</sub> ทางทางหายใจของกลุ่มแรงงานชาติพันธุ์อาข่าในเขตจังหวัดเชียงราย

### วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงพรรณนา (Descriptive Research) โดยจะศึกษาปัจจัยส่วนบุคคล ความรู้เกี่ยวกับฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM<sub>2.5</sub> ของกลุ่มแรงงานชาติพันธุ์อาข่า ในเขตอำเภอแม่สรวย จังหวัดเชียงราย ร่วมกับข้อมูลการวิจัยชั้นทุติยภูมิ (Secondary data) จาก Applications Air4Thai (กรมควบคุมมลพิษ, 2568) เพื่อศึกษาค่าความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM<sub>2.5</sub>

#### ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ กลุ่มแรงงานชาติพันธุ์อาข่า ในเขตจังหวัดเชียงราย จำนวน 13,641 คน (ศูนย์อนามัยกลุ่มชาติพันธุ์ชายขอบและแรงงานข้ามชาติ – กรมอนามัย, 2556) กลุ่มแรงงานชาติพันธุ์อาข่า ส่วนใหญ่ทำงานในที่โล่งแจ้ง ซึ่งมีความเสี่ยงในการสัมผัสฝุ่นละอองขนาดเล็ก

PM<sub>2.5</sub> ในบรรยากาศจากการทำงาน จากการคำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สูตรของ Daniel, (1995) ที่ค่าความเชื่อมั่นร้อยละ 95 หรือ มีความคลาดเคลื่อนอยู่ที่ 0.05 จากนั้นสุ่มตัวอย่างโดยแยกประชากรออกเป็นกลุ่มตามพื้นที่ แล้วสุ่มอย่างง่ายเพื่อให้ได้จำนวนกลุ่มตัวอย่างตามสัดส่วน โดยมีเกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง คือ 1) อายุตั้งแต่ 18-60 ปี 2) อาศัยอยู่ในจังหวัดเชียงรายไม่น้อยกว่า 1 ปี และ 3) ยินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัย ด้วยความสมัครใจ ส่วนเกณฑ์การคัดออก คือ กลุ่มตัวอย่างที่อายุเกิน 60 ปี และกลุ่มตัวอย่างที่ที่ขอลงตัวออกจากการวิจัย โดยกลุ่มตัวอย่างในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้มีทั้งหมด 360 คน

### เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยสร้างขึ้นจากการดำเนินการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง รวมไปถึงศึกษาค้นคว้าแนวคิดจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และข้อมูลของกรมควบคุมมลพิษที่ให้ประชาชนเข้าถึงได้ นำมาสร้างเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการทำวิจัยครั้งนี้แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่

**ส่วนที่ 1** แบบสอบถาม การเก็บรวบรวมข้อมูลโดยการใช้แบบสอบถามที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น ประกอบด้วย 2 ส่วน ได้แก่

1.1 แบบสอบถามเกี่ยวกับปัจจัยส่วนบุคคลของกลุ่มแรงงานชาติพันธุ์อาข่า ในเขตจังหวัดเชียงราย จำนวน 7 ข้อ ประกอบด้วย เพศ อายุ ระดับการศึกษา รายได้เฉลี่ยต่อเดือน โรคประจำตัว และการเข้าถึงแหล่งข้อมูลข่าวสาร เป็นแบบเลือกตอบ

1.2 แบบสอบถามเกี่ยวกับความรู้เรื่องของฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM<sub>2.5</sub> จำนวน 15 ข้อ ลักษณะคำถามมีคำตอบให้เลือก คือ “ถูก” หรือ “ผิด” ให้เลือกที่ตรงกับความเป็นจริงมากที่สุด หากเลือก “ถูก” จะได้ 1 คะแนน หากเลือก “ผิด” จะได้ 0 คะแนน เมื่อรวมคะแนนแล้วแบ่งระดับความรู้ โดยพิจารณาตามเกณฑ์ของบลูม (Bloom, 1968)

ระดับความรู้	การแปลผลคะแนน
ได้คะแนน ร้อยละ (น้อยกว่า 60)	ระดับความรู้ต่ำ (0 – 8 คะแนน)
ได้คะแนน ร้อยละ (60 – 79)	ระดับความรู้ปานกลาง (9 – 11 คะแนน)
ได้คะแนน ร้อยละ (80 – 100)	ระดับความรู้สูง (12 – 15 คะแนน)

**ส่วนที่ 2** ค่าปริมาณความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM<sub>2.5</sub> จากรายงานค่าเฉลี่ยปริมาณความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM<sub>2.5</sub> ช่วงเดือน มกราคม - ธันวาคม ปี พ.ศ. 2567 ในเขตพื้นที่จังหวัดเชียงราย ของกรมควบคุมมลพิษในปี พ.ศ. 2568 จาก Applications Air4Thai เป็นการเก็บตัวอย่างปริมาณความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กตลอด 24 ชั่วโมง โดยใช้เครื่องมือในการตรวจวัดที่มีมาตรฐานตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติกำหนด ที่มีวิธีการตรวจวัดและวิธีการเก็บตัวอย่างเป็นไปตามที่องค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมแห่งประเทศสหรัฐอเมริกา (U.S. EPA) ซึ่งในจังหวัดเชียงราย มี 2 พื้นที่ คือ ตำบลเวียงพางคำ อำเภอแม่สาย

และตำบลเวียง อำเภอเมืองเชียงราย ที่รายงานค่าความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM<sub>2.5</sub> ใน Applications Air4Thai (กรมควบคุมมลพิษ, 2568)

**ส่วนที่ 3** การประเมินความเสี่ยงสุขภาพจากการสัมผัสฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM<sub>2.5</sub> ตามวิธีการมาตรฐานของ องค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมแห่งสหรัฐอเมริกา (US.EPA, 1989) อธิบายความเสี่ยงในกรณีผลกระทบแบบไม่ใช้การเกิดมะเร็ง ดังสมการที่ 1 และกำหนดค่าใช้อ้างอิงของตัวแปรที่เกี่ยวข้องสำหรับการประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพตามตารางที่ 1

$$CDI = \frac{C \times IR \times ET \times FT \times ED}{BW \times AT}$$

สมการที่ 1

เมื่อ

CDI	คือ ค่าเฉลี่ยปริมาณสารที่ได้รับจากการหายใจในแต่ละวัน (µg/kg-day)
C	คือ ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของฝุ่น PM <sub>2.5</sub> (mg/m <sup>3</sup> )
IR	คือ อัตราการสัมผัสสิ่งแวดล้อมต่อหน่วยเวลา (m <sup>3</sup> /hour)
ET	คือ เวลาในการสัมผัส (hr/day)
EF	คือ ความถี่ในการสัมผัส (day/year: 350 days/year)
ED	คือ ระยะเวลาที่สัมผัส (year)
BW	คือ น้ำหนักร่างกายเฉลี่ย (kg)
AT	คือ ระยะเวลาที่ใช้ในการเฉลี่ย (day) = ED x 365 days/year

**ตารางที่ 1** ค่าอ้างอิงตัวแปรที่เกี่ยวข้องสำหรับการประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพ

ตัวแปรอ้างอิง	หน่วย	ค่า	แหล่งอ้างอิง
C = ความเข้มข้นของฝุ่นขนาดเล็ก	µg/m <sup>3</sup>	ค่าความเข้มข้นของฝุ่น ละอองขนาดเล็ก PM <sub>2.5</sub>	Applications Air4Thai (กรมควบคุมมลพิษ,2568)
RfC = Referenceconcentration	mg/kg/day	0.011	(EU legislation,2005)
IR = อัตราการหายใจ	m <sup>3</sup> /hr	0.83 (ค่าเฉลี่ย)	(ATSDR, 2005)
ET = เวลาในการสัมผัส	hrs/day	ระยะเวลาทำงานต่อวันของ กลุ่มตัวอย่าง	แบบสอบถาม
EF= ความถี่ในการสัมผัส	days/year	ระยะเวลาทำงานในหนึ่งปี	แบบสอบถาม
ED = ประสบการณ์ทำงาน	years	ประสบการณ์ทำงาน	แบบสอบถาม
BW = น้ำหนักของร่างกาย	kg	ค่าน้ำหนักรายบุคคล	แบบสอบถาม
AT= ระยะเวลาที่ใช้เฉลี่ย	days	ED ปี * 365 วัน	แบบสอบถาม

การอธิบายลักษณะความเสี่ยง (Risk Characterization) โดยการอธิบายลักษณะความเสี่ยงเป็นขั้นตอนสุดท้ายของการประเมินความเสี่ยง การศึกษาครั้งนี้จะอธิบายลักษณะความเสี่ยงเฉพาะผลที่ไม่ใช่การเกิดมะเร็ง ดังสมการที่ 2

$$\text{Hazard Quotient (HQ)} = \frac{\text{CDI (mg/kg-day)}}{\text{RfC (mg/kg-day)}}$$

สมการที่ 2

เมื่อ

Hazard Quotient (HQ) คือ ค่าสัดส่วนความเสี่ยง

Chronic daily intake (CDI) คือ ค่าเฉลี่ยปริมาณสารที่ได้จากการหายใจในแต่ละวัน (mg/kg-day)

Reference concentration (RfC) คือ ค่ามาตรฐาน (mg/kg/day)

ค่าสัดส่วนความเสี่ยง (HQ) อ้างอิงจากการศึกษาของ (วัชรภรณ์ วงศ์สกุลกาญจน์ และขวัญเขษุนภักดี, 2566) แบ่งออกเป็น 4 ระดับ ดังนี้

HQ < 0.1	หมายถึง	ไม่มีอันตราย
0.1 ≥ HQ ≤ 1.0	หมายถึง	มีอันตรายอยู่ในระดับต่ำ
1.1 ≥ HQ ≤ 10	หมายถึง	มีอันตรายอยู่ในระดับปานกลาง
HQ > 10	หมายถึง	มีอันตรายอยู่ในระดับสูง

### การหาคุณภาพเครื่องมือ

การหาความเที่ยงตรงของเนื้อหา (Content Validity) โดยนำแบบสอบถามให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน จากสาขาวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย สาขาวิชาสาธารณสุขศาสตร์ และพยาบาลวิชาชีพ ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา และภาษาสำนวนของข้อความแบบสอบถามว่าถูกต้องชัดเจนเหมาะสม พิจารณาจากค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) โดยเลือกเฉพาะข้อที่มีค่า มากกว่า 0.5 รวมทั้งปรับปรุงเครื่องมือตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ และการหาค่าความเชื่อมั่นของเครื่องมือ (Reliability) โดยนำแบบสอบถาม ที่แก้ไขแล้วมาทดลองใช้ (Try Out) กับกลุ่มตัวอย่าง ที่มีลักษณะเช่นเดียวกับกลุ่มตัวอย่างจริงที่จะศึกษา จำนวน 30 คน โดยนำแบบสอบถาม ไปเก็บรวบรวมข้อมูลที่ตำบลผาฮี้ อำเภอมะนัง จังหวัดเชียงราย ซึ่งมีบริบทของกลุ่มตัวอย่างใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษา นำมาทดสอบด้านความรู้ ใช้สูตร KR-20 ได้ค่า เท่ากับ 0.785 และทำการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยทีมวิจัยและผู้ช่วยนักวิจัย นำแบบสอบถามไปใช้ใน กลุ่มตัวอย่างที่สุ่มไว้ ผู้วิจัยให้ผู้ตอบแบบสอบถามอ่านและตอบคำถามในแบบสอบถามด้วยตนเอง โดยให้เวลาตามความต้องการ ในกรณีที่อ่านไม่ได้ ผู้ช่วยนักวิจัยจะเป็นผู้อ่าน และแปลภาษาให้กลุ่มตัวอย่างตอบตามที่ผู้ตอบแบบสอบถามเข้าใจ นักวิจัย/ผู้ช่วยนักวิจัย ตรวจสอบคำตอบให้ครบถ้วน กรณีที่พบความไม่ครบถ้วนจะแจ้งให้ผู้ตอบแบบสอบถามทำใ้ครบก่อนเพื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์

### การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ปัจจัยส่วนบุคคล และความรู้เกี่ยวกับฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM<sub>2.5</sub> โดยใช้สถิติเชิงพรรณนา เสนอในรูปแบบของตารางแจกแจงความถี่ จำนวน ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคล กับความรู้เกี่ยวกับฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM<sub>2.5</sub> โดยใช้สถิติไคสแควร์ (Chi-square)

### จริยธรรมในการดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผ่านการรับรองโครงการวิจัยจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดเชียงราย เลขที่โครงการวิจัย รหัสโครงการ CRPPHO 05/2567 ตั้งแต่วันที่ 9 กุมภาพันธ์ 2567 จนถึงวันที่ 8 กุมภาพันธ์ 2568 ผู้วิจัยพิทักษ์สิทธิของประชากรที่ศึกษา โดยชี้แจงวัตถุประสงค์ของการ ทำวิจัย ขั้นตอนและวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล ประโยชน์ที่จะได้รับการวิจัยในครั้งนี้

### ผลการวิจัยและอภิปรายผล

#### ผลการวิจัย

#### 1) ปัจจัยส่วนบุคคล

ผลการศึกษาพบว่า ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง ร้อยละ 58.30 อายุเฉลี่ย 27-35 ปี ร้อยละ 29.70 ประกอบอาชีพเกษตรกร ร้อยละ 35.80 ศึกษาในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ร้อยละ 34.70 มีรายได้ไม่พอใช้ ร้อยละ 63.10 ไม่มีโรคประจำตัว ร้อยละ 90.80 สนใจและติดตามข่าวสารด้านปัญหาฝุ่นละอองขนาดเล็ก ที่มีผลต่อสุขภาพบางครั้ง ร้อยละ 58.60 ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 จำนวนและร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถาม จำแนกตามข้อมูลส่วนบุคคล (n=360)

ข้อมูลส่วนบุคคล	จำนวน	ร้อยละ
<b>เพศ</b>		
ชาย	150	41.70
หญิง	210	58.30
<b>อายุ</b>		
18 – 26 ปี	103	28.60
27 – 35 ปี	107	29.70
36 – 44 ปี	87	24.20
45 – 53 ปี	39	10.80
54 – 60 ปี	24	6.70

ตารางที่ 2 จำนวนและร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถาม จำแนกตามข้อมูลส่วนบุคคล (n=360) (ต่อ)

ข้อมูลส่วนบุคคล	จำนวน	ร้อยละ
Mean (S.D.)	34.6 (10.64)	
Median (Min, Max)	33 (18,60)	
<b>อาชีพ</b>		
พนักงานประจำ	34	9.40
รับจ้าง	128	35.60
เกษตรกร	129	35.90
ค้าขาย	52	14.40
อื่น ๆ	17	4.70
<b>ระดับการศึกษาสูงสุด</b>		
ไม่ได้รับการศึกษา	74	20.60
ระดับประถมศึกษา	38	10.60
มัธยมศึกษาตอนต้น	77	21.40
มัธยมศึกษาตอนปลาย	125	34.70
ปวช./อนุปริญญา	21	5.80
ปริญญาตรีหรือสูงกว่า	25	6.90
<b>รายได้</b>		
ไม่พอใช้	227	63.10
พอใช้	114	31.70
เหลือเก็บ	19	5.20
<b>ท่านมีโรคประจำตัวหรือไม่</b>		
ไม่มี	327	90.80
มี	33	9.20
<b>การติดตามข่าวสารด้านปัญหาฝุ่นละอองขนาดเล็กที่มีผลต่อสุขภาพ</b>		
ไม่สนใจ	57	15.80
สนใจและติดตามบางครั้ง	211	58.60
สนใจและติดตามตลอด	92	25.60

## 2) ความรู้เกี่ยวกับฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM<sub>2.5</sub>

การศึกษาความรู้เกี่ยวกับเรื่องฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM<sub>2.5</sub> ของกลุ่มตัวอย่าง พบว่ากลุ่มตัวอย่างแรงงานชาติพันธุ์อาข่า มีความรู้ในระดับปานกลาง ร้อยละ 55.30 รองลงมาคือ ระดับสูง ร้อยละ 27.50 ต่ำสุดคือ มีความรู้ระดับต่ำ ร้อยละ 17.20 ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 จำนวนและร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามระดับความรู้เกี่ยวกับฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM<sub>2.5</sub> (n=360)

ระดับความรู้เกี่ยวกับฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM <sub>2.5</sub>	จำนวน	ร้อยละ
ความรู้ระดับต่ำ	62	17.20
ความรู้ระดับปานกลาง	199	55.30
ความรู้ระดับสูง	99	27.50
Mean (S.D.)	11.37(1.94)	
Median (Min, Max)	11(6-15)	

## 3) ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคลกับความรู้เกี่ยวกับฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM<sub>2.5</sub>

จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคลกับความรู้เกี่ยวกับฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM<sub>2.5</sub> พบว่า อายุ ระดับการศึกษา และติดตามข่าวสารด้านปัญหาฝุ่นละอองขนาดเล็ก มีความสัมพันธ์กับความรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ( $\chi^2=32.664$   $\chi^2= 41.998$  และ  $\chi^2= 10.290$  ) ตามลำดับดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ความสัมพันธ์ปัจจัยส่วนบุคคลกับความรู้เกี่ยวกับฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM<sub>2.5</sub> ของกลุ่มแรงงานชาติพันธุ์อาข่า ในเขตจังหวัดเชียงราย (n=360)

ปัจจัยส่วนบุคคล	$\chi^2$	df	p-value
เพศ	1.078	2	0.583
อายุ	32.664	8	0.001*
อาชีพ	7.768	8	0.456
ระดับการศึกษา	41.998	10	0.001*
รายได้	10.470	4	0.053
โรคประจำตัว	1.670	2	0.434
การติดตามข่าวสารด้านปัญหาฝุ่นละอองขนาดเล็ก	10.290	4	0.036*

\*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

**4) ปริมาณความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM<sub>2.5</sub> ช่วงเดือนมกราคม - เดือนธันวาคม ปี พ.ศ. 2567 ในเขตพื้นที่จังหวัดเชียงราย จาก Applications Air4Thai (กรมควบคุมมลพิษ, 2568)**

ค่าเฉลี่ยฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM<sub>2.5</sub> ในพื้นที่จังหวัดเชียงราย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.0761 mg/m<sup>3</sup> ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.046 โดยจุดที่มีความเข้มข้นสูงสุด คือ เดือนมีนาคม มีค่าเท่ากับ 0.166 mg/m<sup>3</sup> รองลงมาคือ เดือนเมษายน มีค่าเท่ากับ 0.1570 mg/m<sup>3</sup> และต่ำสุดคือ เดือนตุลาคม 0.0290 mg/m<sup>3</sup> ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานตามประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน (2560) เรื่อง ชีตจำกัดความเข้มข้นของสารเคมีอันตราย กำหนดค่ามาตรฐานการสัมผัสอนุภาคขนาดเล็กที่อาจสูดเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการทำงานปกติ 8 ชั่วโมง ไม่เกิน 5 mg/m<sup>3</sup> ดังนั้น ความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กในพื้นที่การทำงานทั้งหมดเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน ดังแสดงในตารางที่ 5

**ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์ความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM<sub>2.5</sub> ช่วงเดือนมกราคม - เดือนธันวาคม ปีพ.ศ. 2567 ในเขตพื้นที่จังหวัดเชียงราย**

เดือน	ตำบลเวียงพางคำ อำเภอแม่สาย	ตำบลเวียง อำเภอเมืองเชียงราย	ค่าเฉลี่ยฝุ่นละออง ขนาดเล็ก PM <sub>2.5</sub>	เกณฑ์การประเมิน
มกราคม	0.0300	0.0260	0.0560	ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน
กุมภาพันธ์	0.0420	0.0350	0.0770	ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน
มีนาคม	0.1080	0.0580	0.1660	ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน
เมษายน	0.0910	0.0660	0.1570	ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน
พฤษภาคม	0.0390	0.0390	0.0780	ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน
มิถุนายน	0.0140	0.0100	0.0240	ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน
กรกฎาคม	0.0110	0.0900	0.1010	ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน
สิงหาคม	0.0100	0.0600	0.0700	ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน
กันยายน	0.0012	0.0800	0.0812	ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน
ตุลาคม	0.0180	0.0110	0.0290	ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน
พฤศจิกายน	0.0210	0.0110	0.0320	ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน
ธันวาคม	0.0270	0.0150	0.0420	ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน
<b>เฉลี่ย</b>			<b>0.0761 ± 0.046 mg/m<sup>3</sup></b>	<b>ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน</b>

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ, 2568

### 5) ผลการประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการสัมผัสฝุ่นละอองขนาดเล็กทางการหายใจ

ผลการประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพจากรับสัมผัสฝุ่นละอองขนาดเล็กทางการหายใจ CDI ของกลุ่มตัวอย่างแรงงานชาติพันธุ์อาข่า อยู่ในช่วง 0.0430 - 0.0057 mg/m<sup>3</sup> โดยมีค่าเฉลี่ย 0.0225 ± 0.0127 mg/m<sup>3</sup> ผลการคำนวณความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการสัมผัสฝุ่นละอองขนาดเล็กทางการหายใจกรณีผลกระทบแบบไม่ใช้การเกิดมะเร็ง พบว่า ค่าสัดส่วนความเสี่ยงเท่ากับ 2.04 ± 1.15 มีอันตรายอยู่ในระดับปานกลาง

#### อภิปรายผล

จากการศึกษาวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยส่วนบุคคล และความรู้เกี่ยวกับฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM<sub>2.5</sub> ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคลกับความรู้เกี่ยวกับฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM<sub>2.5</sub> และประเมินความเสี่ยงด้านสุขภาพจากการสัมผัสกับ PM<sub>2.5</sub> ของกลุ่มแรงงานชาติพันธุ์อาข่า ในเขตจังหวัดเชียงราย ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง ร้อยละ 58.30 อายุเฉลี่ย 27-35 ปี ร้อยละ 29.70 ประกอบอาชีพเกษตรกร ร้อยละ 35.80 ศึกษาในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ร้อยละ 34.70 มีรายได้ไม่พอใช้ ร้อยละ 63.10 ไม่มีโรคประจำตัว ร้อยละ 90.80 สนใจและติดตามติดตามข่าวสารด้านปัญหาฝุ่นละอองขนาดเล็กที่มีผลต่อสุขภาพบางครั้ง ร้อยละ 58.06 ความรู้เกี่ยวกับเรื่องฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM<sub>2.5</sub> ของกลุ่มตัวอย่างพบว่า กลุ่มตัวอย่างมีความรู้ ในระดับปานกลาง ร้อยละ 55.30 ปริมาณความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM<sub>2.5</sub> ช่วงเดือนมกราคม - เดือนธันวาคม ปีพ.ศ. 2567 เท่ากับ 0.0761 + 0.046 mg/m<sup>3</sup> และการประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการสัมผัสฝุ่นละอองขนาดเล็กทางการหายใจ ค่าสัดส่วนความเสี่ยงเท่ากับ 2.04 ± 1.15 มีอันตรายอยู่ในระดับปาน โดยมิประเด็นอภิปรายผลดังนี้

#### ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคลกับความรู้เกี่ยวกับฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM<sub>2.5</sub>

##### อายุ

ผลการศึกษา พบว่า อายุมีความสัมพันธ์กับความรู้เกี่ยวกับฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM<sub>2.5</sub> อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 สอดคล้องกับการศึกษาของ รังสิมา โตสงวน และอนนท์ วิสุทธิ์ธนานนท์ (2566) ที่ศึกษาความรู้ทางสุขภาพของผู้สูงอายุในชุมชนชนบทในเชียงใหม่ พบว่า อายุ มีความสัมพันธ์กับความรอบรู้ทางสุขภาพ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p < .001) สาเหตุหนึ่งอาจมาจากประสบการณ์ชีวิตที่สั่งสมมาทำให้สามารถเชื่อมโยงความรู้อันเกิดจากเหตุการณ์จริงในชีวิตประจำวันได้ดีกว่า นอกจากนี้ กลุ่มผู้มีส่วนใหญ่เป็นวัยทำงานมีประสบการณ์ จึงมักตระหนักถึงความเสี่ยงต่อสุขภาพของตนเองมากขึ้น จึงมีแนวโน้มสนใจข้อมูลสุขภาพ และติดตามข่าวสารเกี่ยวกับมลพิษทางอากาศอย่างใกล้ชิด

## ระดับการศึกษา

ระดับการศึกษา มีความสัมพันธ์กับความรู้เกี่ยวกับฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM<sub>2.5</sub> อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 สอดคล้องกับการศึกษาของ เรณูภา ฌปัญญฤกษ์ และคณะ (2566) ที่ศึกษาความรู้ เจตคติ และพฤติกรรมการป้องกันฝุ่น PM<sub>2.5</sub> ของประชาชนอายุ 18–60 ปี ในเขตกรุงเทพมหานคร พบว่า ระดับการศึกษามีความสัมพันธ์กับ ความรู้เกี่ยวกับฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM<sub>2.5</sub> อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยบุคคลที่มีระดับการศึกษาสูงกว่ามักมีความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับฝุ่น PM<sub>2.5</sub> มากกว่า ทั้งนี้ อาจเป็นเพราะ ผู้ที่มีระดับการศึกษาสูงมักสามารถเข้าถึงแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย และมีทักษะในการประเมิน วิเคราะห์ และตีความข้อมูลข่าวสารได้ดีกว่า โดยเฉพาะข้อมูลด้านสุขภาพและสิ่งแวดล้อม เช่น ข่าวสารจากหน่วยงาน สาธารณสุข เว็บไซต์ทางการ หรือสื่อวิชาการ ส่งผลให้สามารถทำความเข้าใจเกี่ยวกับอันตรายของฝุ่น PM<sub>2.5</sub> ได้อย่างถูกต้องและรอบด้าน

## การติดตามข่าวสารด้านปัญหาฝุ่นละอองขนาดเล็ก

การติดตามข่าวสารด้านปัญหาฝุ่นละอองขนาดเล็ก มีความสัมพันธ์กับความรู้เกี่ยวกับฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM<sub>2.5</sub> อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 สอดคล้องกับการศึกษาของเบญจวรรณ พูนธนสินวัฒน์กุล และคณะ (2564) ที่ศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อระดับความรู้ด้านสุขภาพเพื่อการดูแลสุขภาพของประชาชน ในวันกลุ่มทำงาน พบว่า การเข้าถึงข้อมูลข่าวสาร การรับรู้ข้อมูลข่าวสาร ความเชื่อถือของข้อมูลข่าวสาร องค์ประกอบของสื่อนำเสนอ ด้านเนื้อหา ด้านสื่อที่ใช้ประกอบ และด้านการส่งมอบส่งผลกระทบต่อระดับความรู้ด้านสุขภาพเพื่อการดูแลตนเองของประชาชนกลุ่มวัยทำงาน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.001

## ปริมาณความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM<sub>2.5</sub>

จากรายงานค่าเฉลี่ยปริมาณความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM<sub>2.5</sub> ช่วงเดือนมกราคม - ธันวาคม ปี พ.ศ. 2567 ในเขตพื้นที่จังหวัดเชียงราย ของกรมควบคุมมลพิษในปี พ.ศ. 2568 จาก Applications Air4Thai ตลอด 24 ชั่วโมง โดยใช้เครื่องมือในการตรวจวัดที่มีมาตรฐานตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ กำหนด ซึ่งวิธีการตรวจวัดและวิธีการเก็บตัวอย่างเป็นไปตามที่องค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย สหรัฐอเมริกา (U.S. EPA) ในจังหวัดเชียงราย มี 2 พื้นที่ คือ ตำบลเวียงพางคำ อำเภอแม่สาย และตำบลเวียง อำเภอเมืองเชียงราย ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM<sub>2.5</sub> เท่ากับ 0.0761 + 0.046 mg/m<sup>3</sup> โดยจุดที่มีปริมาณความเข้มข้นสูงสุด คือ เดือนมีนาคม มีค่าเท่ากับ 0.166 mg/m<sup>3</sup> รองลงมาคือ เดือนเมษายน มีค่าเท่ากับ 0.1570 mg/m<sup>3</sup> และต่ำสุดคือ เดือนตุลาคม 0.0290 mg/m<sup>3</sup> ตามลำดับ สอดคล้องกับการศึกษาของ สุจารี คำศรี และ นฤมล ต๊ะใจ (2567) ที่ศึกษาความสัมพันธ์ของปัจจัยด้านอุตุนิยมิวิทยากับความเข้มข้นฝุ่นละออง PM<sub>2.5</sub> จำแนกตามฤดูกาล อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ พบว่า ช่วงเดือนที่ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นฝุ่นละออง PM<sub>2.5</sub> อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่มีค่ามากที่สุดเดือนมีนาคม เมื่อนำค่าเฉลี่ยมาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานตามประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงานเรื่องขีดจำกัดความเข้มข้นของสารเคมีอันตราย ชัดจำกัดความเข้มข้นเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการทำงานปกติ 8 ชั่วโมง ไม่เกิน 5 mg/m<sup>3</sup> ถือว่าผ่านเกณฑ์มาตรฐาน สอดคล้องกับการศึกษาของทัศนพงษ์ ต้นติปัญญาพร และคณะ (2562) ที่ศึกษาการประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการสัมผัส

ฝุ่นละอองขนาดเล็กทางการหายใจของพนักงานในโรงงานสีข้าวแห่งหนึ่งในจังหวัดกำแพงเพชร พบว่า ค่าเฉลี่ยการสัมผัสฝุ่นขนาดเล็กตลอดระยะเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมง เท่ากับ  $0.0788 \pm 0.0623 \text{ mg/m}^3$  ซึ่งผ่านเกณฑ์มาตรฐาน และสอดคล้องกับการศึกษาของ วัชรภรณ์ วงศ์สกุลกาญจน์ และ ขวัญแข หนูนงกิติ (2566) ที่ศึกษาการประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพของผู้ประกอบอาชีพค้าขายริมทางจากการสัมผัสฝุ่นละอองขนาดเล็กทางการหายใจในเขตตำบลคลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี พบว่า ค่าเฉลี่ยการสัมผัสฝุ่นขนาดเล็กตลอดระยะเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมง เท่ากับ  $0.199 \pm 0.13 \text{ mg/m}^3$  และสอดคล้องกับการศึกษาของกฤษดา เพ็งอารีย์ และคณะ (2564) ที่ศึกษาการประเมินความเสี่ยงและปริมาณการสัมผัสฝุ่นแบบแยกขนาดในร้านอาหารตามสั่งริม ถนนแห่งหนึ่งในจังหวัดนครราชสีมา พบว่า ฝุ่นขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน  $\text{PM}_{2.5}$  เท่ากับ  $0.067 \text{ mg/m}^3$

### การประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการสัมผัสฝุ่นละอองขนาดเล็กทางการหายใจ

จากการการประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพ พบว่า ลักษณะความเสี่ยงต่อสุขภาพเฉพาะผลที่ไม่ใช่การเกิดมะเร็ง พบว่า ค่าสัดส่วนความเสี่ยงเท่ากับ  $2.04 \pm 1.15$  มีอันตรายอยู่ในระดับปานกลาง สอดคล้องกับการศึกษาวัชรภรณ์ วงศ์สกุลกาญจน์ และขวัญแข หนูนงกิติ (2566) การประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพของผู้ประกอบอาชีพค้าขายริมทางจากการสัมผัสฝุ่นละอองขนาดเล็กทางการหายใจในเขตตำบลคลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี พบว่า ค่าเฉลี่ยสัดส่วนความเสี่ยงเท่ากับ  $1.96 \pm 1.19$  ร้อยละ 78.84 มีอันตรายอยู่ในระดับปานกลาง และ สอดคล้องกับการศึกษาของ สุกัญญา พันธุ์และคณะ (2565) ศึกษาการประเมินความเสี่ยงด้านสุขภาพจากการได้รับฝุ่น  $\text{PM}_{2.5}$  ในช่วงฤดูแล้งจากพื้นที่เทศบาลมาตาพุด จังหวัดระยอง พบว่า ค่าเฉลี่ย Hazard Quotient โดยการหายใจตามมาตรฐานองค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อม สหรัฐอเมริกา (US-EPA NAAQS) มีค่า 2.55 และ 1.32 ตามลำดับ และค่าเฉลี่ย Hazard Quotient ของฝุ่น  $\text{PM}_{2.5}$  ตามมาตรฐานกรมควบคุมมลพิษ (PCD) มีค่า 1.78 และ 0.93 ค่าเฉลี่ย Hazard Quotient ของฝุ่น  $\text{PM}_{2.5}$  ของเด็กและผู้ใหญ่ค่าเกิน 1.0 และสอดคล้องกับการศึกษาของกฤษดา เพ็งอารีย์ และคณะ (2564) ศึกษาการประเมินความเสี่ยงและปริมาณการสัมผัสฝุ่นแบบแยกขนาดในร้านอาหารตามสั่งริม ถนนแห่งหนึ่งในจังหวัดนครราชสีมา พบว่า ฝุ่นขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน  $\text{PM}_{2.5}$  ผลการประเมินความเสี่ยงการสัมผัสฝุ่นที่สามารถเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจได้จากความรุนแรงและโอกาสการเกิดผลกระทบต่อสุขภาพโดยใช้ตารางเมทริกซ์ พบว่า ความเสี่ยงอยู่ในระดับที่ยอมรับได้

### สรุป

อายุ ระดับการศึกษา และการติดตามข่าวสารด้านปัญหาฝุ่นละอองขนาดเล็ก มีความสัมพันธ์กับความรู้เกี่ยวกับฝุ่นละอองขนาดเล็ก  $\text{PM}_{2.5}$  ดังนั้น หากจะส่งเสริมให้ความรู้ควรคำนึงถึงปัจจัยอายุที่แตกต่างกัน อาจจะต้องใช้สื่อที่แตกต่างกันเพื่อให้เหมาะสมกับช่วงอายุ ระดับการศึกษาที่เป็นอีกปัจจัยที่ต้องพิจารณาในการจัดทำสื่อให้ความรู้หรือโปรแกรมส่งเสริมสุขภาพ อาจจะต้องพัฒนาสื่อให้ความรู้ที่เหมาะสมกับแต่ละระดับการศึกษาและควรส่งเสริมสนับสนุนสื่อป้ายประชาสัมพันธ์เพิ่มในพื้นที่ห่างไกล และควรมีการอบรมให้ความรู้อย่างต่อเนื่อง ถึงแม้ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็ก  $\text{PM}_{2.5}$  เท่ากับ  $0.0761 + 0.046 \text{ mg/m}^3$  นำค่าเฉลี่ยมาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานตามประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงานเรื่องขีดจำกัดความ

เข้มข้นของสารเคมีอันตรายรายขีดจำกัดความเข้มข้นเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการทำงานปกติ 8 ชั่วโมงไม่เกิน  $5 \text{ mg/m}^3$  ถือว่าผ่านเกณฑ์มาตรฐาน แต่อย่างไรก็ตามค่าสัดส่วนความเสี่ยงเท่ากับ  $2.04 \pm 1.15$  มีอันตรายอยู่ในระดับปานกลาง ดังนั้นควรเฝ้าระวังอาการผิดปกติของระบบทางเดินหายใจของประชาชนในพื้นที่อย่างต่อเนื่อง

### ข้อเสนอแนะ

#### ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

นำผลจากการศึกษาที่ได้มอบให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมส่งเสริมความรู้และเสริมสร้างพฤติกรรมที่ถูกต้องในการป้องกันตนเองจากสถานการณ์ฝุ่นละอองขนาดเล็กให้กับกลุ่มแรงงานชาติพันธุ์อาข่า ในเขตจังหวัดเชียงราย หรือในกลุ่มชาติพันธุ์ที่มีบริบทวิถีชีวิตใกล้เคียงกับกลุ่มแรงงานชาติพันธุ์อาข่า

#### ข้อเสนอแนะในการศึกษาการครั้งต่อไป

ในการศึกษาครั้งต่อไป ควรเก็บข้อมูลทางสุขภาพ เช่น ผลการตรวจสมรรถภาพปอด หรืออาการทางระบบทางเดินหายใจ เพื่อยืนยันผลการประเมินความเสี่ยงทางสุขภาพให้มีความน่าเชื่อถือมากขึ้น และศึกษาวิจัยเชิงปฏิบัติ เพื่อพัฒนาโปรแกรมส่งเสริมความรู้ฝุ่นละออง  $\text{PM}_{2.5}$  ที่เหมาะสมกับบริบทของกลุ่มชาติพันธุ์ในพื้นที่

### กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณคณะกรรมการกองทุนสนับสนุนงานวิจัยเพื่อการพัฒนาที่พิจารณาให้ทุนสนับสนุนการทำวิจัย สาธารณสุขจังหวัด และอาสาสมัครสาธารณสุข (อสม.) รวมถึงอาสาสมัครผู้ตอบแบบสอบถามและเข้าร่วมงานวิจัยทุกท่าน ที่กรุณาให้ข้อมูลอันเป็นประโยชน์ จนก่อให้เกิดงานวิจัยที่เป็นรูปธรรมชัดเจน และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการสร้างเสริมสุขภาพและป้องกันโรคต่อไป

### เอกสารอ้างอิง

กรมควบคุมมลพิษ. (2568). รายงานสถานการณ์คุณภาพอากาศในภาคเหนือประจำปี พ.ศ. 2567. สืบค้นจาก

<http://air4thai.pcd.go.th/webV3/#/Home>

กฤษดา เพ็งอารีย์, พงศ์ธร แสงชูติ, ปรีชา พันธุ์มูล, เนตรชนนี ดินวลพะเนาวิ, และปฐมยศ พงษ์ศิริ. (2564).

การประเมินความเสี่ยงและปริมาณการรับสัมผัสฝุ่นแบบแยกขนาดในร้านอาหารตามสั่งริมถนนแห่งหนึ่งในจังหวัดนครราชสีมา. วารสารวิชาการเทคโนโลยีพลังงานและสิ่งแวดล้อม, 8(1), 1-10.

โครงการหลวงวารี. (2568). การประกอบอาชีพกลุ่มชาติพันธุ์. สืบค้นจาก

<https://www.hrdi.or.th/public/files/Areas-Profile/15-vav.pdf>

ทัศนพงษ์ ตันติปัญจพร, ญัฐกานต์ ศรีสกุลเตียว, และเบญจมาศ สุคันโท. (2562). การประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการสัมผัสฝุ่นละอองขนาดเล็กทางการหายใจของพนักงานในโรงงานสีข้าวแห่งหนึ่งในจังหวัดกำแพงเพชร. *วารสารศรีนครินทร์เวชสาร*, 34(5), 482–489.

บรรจบ ชุมท้าวสติกุล, พยงค์ วณิเกียรติ, อัมพร กรอบทอง, และกมล ไชยสิทธิ์. (2563). ผลต่อสุขภาพของฝุ่นละอองในอากาศขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน กลไกก่อให้เกิดโรค และการรักษาด้วยการแพทย์ทางเลือก. *วารสารการแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือก*, 18(1), 178–202.

เบญจวรรณ พูนธนานิวัฒน์กุล, อรุณี ยันตรปรกรณ์, ปาริชาติ จันทรเที่ยง, เฉลิมชัย เพาะบุญ, นลินภัทร์ รตนวิบูลย์สุข, และธัญวิสิทธิ์ วราชนโชติกุล. (2564). ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อระดับความรู้ด้านสุขภาพเพื่อการดูแลสุขภาพของประชาชนในวันกลุ่มทำงาน. *วารสารสาธารณสุขและวิทยาศาสตร์สุขภาพ*, 4(3), 187–203.

ประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน. (2560). เรื่อง **ขีดจำกัดความเข้มข้นของสารเคมีอันตราย.**

(3 มิถุนายน 2560). *ราชกิจจานุเบกษา*, เล่ม 134 ตอนพิเศษ 198ง, หน้า 34. สืบค้นจาก

<https://osh.labour.go.th/phocadownload/labour-under-law2554/chemical01-2560.pdf>

รังสิมา โตสงวน, และอนนท์ วิสุทธิ์ธนานนท์. (2566). ปัจจัยที่สัมพันธ์กับความรอบรู้ทางสุขภาพของผู้สูงอายุในชุมชนชนบท. *วารสารวิจัยการพยาบาลและสุขภาพ*, 24(1), 1–14.

เรณูภา ฌปนุญฤกษ์, พรรณพชร ศรีกุลยันทัน, ชุภากร เปรมปรีดี, ปวีรีศา เทพเสนา, ศศิชา โชติคุด, ปาณิสรา อิงคภาคย์, ญัฐพรช เนาว์แก้ว, ธรรมาภรณ์ พิมพ์ทอง, ปุญญिता พงศ์ธนาพานิช, ปานชีวา ประสงค์, อัญชิสรา พงศ์ชัยศรีกุล, กรัญญา อ่อนนางาม, เขมิกา ศรีปานวงศ์, ปัญชานัน ตันติศักดิ์, และศุจิน มังคลรังษี. (2566). ความรู้เกี่ยวกับฝุ่น PM<sub>2.5</sub> และพฤติกรรมการป้องกันฝุ่น PM<sub>2.5</sub> ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4-6. *วารสารสถาบันป้องกันควบคุมโรคเขตเมือง*, 8(2), 95–109.

วัชรภรณ์ วงศ์สกุลกาญจน์, และขวัญแห หนูนภักดี. (2566). การประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพของผู้ประกอบอาชีพค้าขายริมทางจากการรับสัมผัสฝุ่นละอองขนาดเล็กทางการหายใจ ในเขตตำบลคลองหนึ่ง อำเภอดงหลวง จังหวัดปทุมธานี. *วารสารสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา*, 8(1), 14–24.

ศูนย์วิจัยกสิกรไทย. (2567). **สาเหตุสำคัญของ PM<sub>2.5</sub>.** สืบค้นจาก

<https://www.kasikornresearch.com/th/analysis/k-social-media/Pages/PM25-CIS3487-FB-25-04-2024.aspx>

- ศูนย์อนามัยกลุ่มชาติพันธุ์ชายขอบและแรงงานข้ามชาติ-กรมอนามัย, กรมอนามัย. (2566). **ระบบสารสนเทศสนับสนุนด้าน การส่งเสริมสุขภาพ และอนามัยสิ่งแวดล้อม กลุ่มชาติพันธุ์บนพื้นที่สูง**. สืบค้นจาก <https://hhdcclampang.anamai.moph.go.th:8080/hhdcdashboard/ethnics/default/ethnic?area=ampur&ethnic=4&areacode=57>
- สุกัญญา พันธุ์, กนิษฐา แก่นบุบผา, ณิชฐนันท์ พลอยพรม, และศุภิระ บุตรดี. (2565). การประเมินความเสี่ยงด้านสุขภาพจากการได้รับฝุ่น PM<sub>2.5</sub> ในช่วงฤดูแล้งจากพื้นที่เทศบาลเมืองมาบตาพุด จังหวัดระยอง. **วารสารวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์**, 14(19), 64–82.
- สุจารี คำศรี, และนฤมล ต๊ะใจ. (2567). ความสัมพันธ์ของปัจจัยด้านอุตุนิยมิวิทยากับความเข้มข้นฝุ่นละออง PM<sub>2.5</sub> จำแนกตามฤดูกาล อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่. **วารสารวิจัยและพัฒนา วไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**, 19(3), 62–75.
- อนุชา ดีสวัสดิ์. (2566). **ปัญหาฝุ่นพิษภาคเหนือของประเทศไทย**. สืบค้นจาก <https://library.parliament.go.th/th/radioscript/rr2566-apr4>
- Bloom, B. S. (1968). **Taxonomy of Education Objectives**. David McKay Company.
- U.S. EPA. (1989). **Risk Assessment Guidance for Superfund Volume I Human Health Evaluation Manual (Part A)**. Retrieved from [https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-09/documents/rags\\_a.pdf](https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-09/documents/rags_a.pdf)
- Daniel, W. (1995). **Biostatistics: A foundation for analysis in the health sciences**. New York: John Wiley & Sons.

## การพัฒนาระบบฐานข้อมูลดิจิทัลเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการเกษตรกร ผู้ปลูกมันสำปะหลังในจังหวัดเลย

สังสรรค์ หล้าพันธ์<sup>1\*</sup> สุจิตรานันท์ มังคละไชยา<sup>2</sup>

Received : February 7, 2025

Revised : September 4, 2025

Accepted : October 20, 2025

### บทคัดย่อ

มันสำปะหลังเป็นพืชเศรษฐกิจสำคัญของจังหวัดเลยที่มีมูลค่าผลผลิต 1,506.69 ล้านบาท โดยมีเกษตรกรปลูกในพื้นที่ 178,639.72 ไร่ อย่างไรก็ตาม เกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลังยังประสบปัญหาขาดความรู้ในการเพิ่มผลผลิต ไม่มีฐานข้อมูลดิจิทัลที่เป็นระบบ ไม่มีการบันทึกข้อมูลต้นทุนการผลิต ทำให้การจัดการการผลิตไม่มีประสิทธิภาพและส่งผลกระทบต่อรายได้ของเกษตรกร การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาระบบฐานข้อมูลดิจิทัลสำหรับเกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลังในจังหวัดเลย 2) เพื่อประเมินประสิทธิภาพของระบบฐานข้อมูลดิจิทัลในการเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการเกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลังในจังหวัดเลย และเพื่อประเมินความพึงพอใจของการใช้ระบบฐานข้อมูลดิจิทัลต่อการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและการบริหารจัดการของเกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลังในจังหวัดเลย ระบบถูกพัฒนาในรูปแบบเว็บแอปพลิเคชันโดยใช้ภาษา PHP, Bootstrap Framework และระบบจัดการฐานข้อมูล MySQL ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คนโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย (Mean) เท่ากับ 4.38 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.31 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบ จำนวน 60 คน โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย (Mean) เท่ากับ 4.49 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.54

ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าระบบฐานข้อมูลดิจิทัลที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพสูงและได้รับความพึงพอใจจากผู้ใช้งานในระดับมากที่สุด ซึ่งสามารถนำไปใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการเกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลังในจังหวัดเลยได้อย่างมีประสิทธิภาพ

**คำสำคัญ:** ประสิทธิภาพการจัดการ มันสำปะหลัง ระบบฐานข้อมูลดิจิทัล

<sup>1</sup> หลักสูตรเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย  
อีเมล: sunksun.lap@lru.ac.th

<sup>2</sup> หลักสูตรเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย  
อีเมล: sujitranan.mun@lru.ac.th

\* ผู้นิพนธ์หลัก อีเมล: sunksun.lap@lru.ac.th

## DEVELOPMENT OF A DIGITAL DATABASE SYSTEM TO ENHANCE MANAGEMENT EFFICIENCY FOR CASSAVA FARMERS IN LOEI PROVINCE

Sunksun Lapunt<sup>1\*</sup> Sujitranan Mungklachaiya<sup>2</sup>

### Abstract

Cassava is a significant economic crop in Loei Province, with a production value of 1,506.69 million baht, cultivated across 178,639.72 rai. However, cassava farmers continue to face challenges such as limited knowledge in enhancing productivity, absence of systematic digital databases, and failure to record production costs, resulting in inefficient production management that adversely impacts farmers' income. This research aims to: 1) develop a digital database system for cassava farmers in Loei Province; 2) evaluate the system's effectiveness in enhancing farm management efficiency; and 3) assess user satisfaction with the system for improving production and farm management. The system was developed as a web application using PHP, Bootstrap Framework, and MySQL database management system. Expert evaluation by five specialists yielded an overall mean score of 4.38 (SD = 0.31), indicating the highest performance level. User satisfaction assessment by 60 farmers showed an overall mean score of 4.49 (SD = 0.54), also at the highest level.

The findings demonstrate that the developed digital database system exhibits high performance and achieves the highest level of user satisfaction. The system can be effectively implemented to enhance farm management efficiency for cassava farmers in Loei Province.

**Keywords:** Management Efficiency, Cassava, Digital Database System

---

<sup>1</sup> Information Technology Program, Faculty of Science and Technology, Loei Rajabhat University,  
e-mail: sunksun.lap@lru.ac.th

<sup>2</sup> Information Technology Program, Faculty of Science and Technology, Loei Rajabhat University,  
e-mail: sujitranan.mun@lru.ac.th

\* Corresponding author, e-mail: sunksun.lap@lru.ac.th

## บทนำ

จากนโยบายภาครัฐที่ส่งเสริมการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อเพิ่มศักยภาพการดำเนินธุรกิจและรองรับการพัฒนาสู่เศรษฐกิจยุคใหม่ โดยมุ่งสร้างความตระหนักรู้และพัฒนาศักยภาพของเกษตรกร ผู้ประกอบการ ตัวอย่างเช่น พันธุ์ข้าวไทยมีหลากหลายชนิดซึ่งยังไม่มีกรรวบรวมข้อมูลไว้อย่างจริงจัง จึงได้มีการพัฒนาระบบฐานข้อมูลพันธุ์ข้าวไทย (อุตร จิตจักร และคณะ, 2559) เพื่อเป็นเครื่องมือในการติดตาม วางแผน วิเคราะห์ สังเคราะห์ และประเมินผลข้อมูลให้มีประสิทธิภาพสูงสุด ง่ายต่อการเข้าถึงข้อมูลของผู้เกี่ยวข้อง ไม่ว่าจะเป็นหน่วยงานราชการหรือเอกชน รวมไปถึงแผนปฏิบัติการการใช้ประโยชน์ข้อมูลขนาดใหญ่ การวิเคราะห์และบริหารข้อมูลขนาดใหญ่ (Big Data and Big Data Analytic Management) ของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (พ.ศ. 2563-2565) ที่ส่งเสริมการจัดเก็บและบริหารฐานข้อมูลที่บูรณาการ ไม่ซ้ำซ้อน สามารถรองรับการเชื่อมโยงการทำงานระหว่างหน่วยงานและให้บริการประชาชนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

พืชเศรษฐกิจที่สำคัญของจังหวัดเลย คือ มันสำปะหลัง เป็นพืชไร่ที่เกษตรกรให้ความสนใจปลูก เนื่องจากเป็นพืชที่ปลูกง่าย ทนแล้ง พันธุ์ที่นิยมปลูกได้แก่ พันธุ์ระยอง 5 พันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 พันธุ์ระยอง 60 พันธุ์ CMR และพันธุ์อื่นๆ เช่น หัวยอง 60 อีเขียว โดยในปี 2566 มีเกษตรกรปลูกมันสำปะหลังจำนวน 178,639.72 ไร่ (สำนักงานปลัดกระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2563) มูลค่าผลผลิตรวมพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของจังหวัดเลย ปี 2562 ยางพารามีมูลค่า 5,889.41 ล้านบาท ข้าวมีมูลค่า 2,065.48 ล้านบาท อ้อยโรงงานมีมูลค่า 1,917.72 ล้านบาท ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มีมูลค่า 1,772.11 ล้านบาท และมันสำปะหลังมีมูลค่า 1,506.69 ล้านบาท (สำนักงานเกษตรและสหกรณ์จังหวัดเลย, 2561) อย่างไรก็ตาม ปัจจุบันพบปัญหาหลายประการที่ส่งผลกระทบต่อการผลิตและรายได้ของเกษตรกร ได้แก่ เกษตรกรขาดความรู้ในการเพิ่มผลผลิต ขาดการส่งเสริมการปลูกอย่างเป็นระบบ ไม่มีฐานข้อมูลดิจิทัลเกษตรกรที่ส่งผลผลิตเข้าโรงงาน เกษตรกรไม่มีการบันทึกข้อมูลต้นทุนการผลิต ต้นทุนการปลูกสูง ทำให้เกษตรกรเปลี่ยนไปปลูกพืชชนิดอื่น เมื่อพิจารณาข้อมูลของสำนักงานเกษตรจังหวัดเลย พบว่าการจัดเก็บข้อมูลเกษตรกรในปัจจุบันมีข้อจำกัดในการเข้าถึงข้อมูลแบบเรียลไทม์ การวิเคราะห์ ข้อมูลเชิงลึก และการเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างหน่วยงานต่าง ๆ ผู้ประกอบการที่รับซื้อมันสำปะหลังประสบปัญหาคล้ายคลึงกัน คือ ไม่สามารถประมาณการปริมาณผลผลิตที่จะได้รับล่วงหน้า ไม่มีข้อมูลเกษตรกรที่เป็นปัจจุบัน และขาดช่องทางการสื่อสารที่รวดเร็วกับเกษตรกร

การพัฒนาระบบฐานข้อมูลดิจิทัลนี้ นำเทคโนโลยีสารสนเทศมาประยุกต์ใช้เพื่อการผลิตสินค้า การเกษตร ส่งผลให้เกษตรกรเห็นถึงความสำคัญของเทคโนโลยีสารสนเทศที่สามารถช่วยผลิตสินค้าเกษตรและลดต้นทุนการผลิตได้ (มนัสชนก บุญอุทัย และคณะ, 2561) โครงการวิจัยนี้มุ่งเน้นการพัฒนาระบบฐานข้อมูลดิจิทัลในรูปแบบ Web Application โดยใช้ภาษา PHP และระบบจัดการฐานข้อมูล MySQL เป็นแนวทางที่ได้รับความนิยมและถูกนำไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาระบบเพื่อแก้ปัญหาในหลากหลายบริบท เช่น การพัฒนา

ระบบสำหรับให้บริการด้านสุขภาพแก่ผู้สูงอายุ (ญาติา เรียมริมมะตัน และคณะ, 2567) และมีการใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในกระบวนการจัดการฐานข้อมูลมันสำปะหลังเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต นอกจากนี้ในการพัฒนาระบบการจัดการฐานข้อมูลมันสำปะหลังโดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ยังช่วยสนับสนุนการตัดสินใจของเกษตรกรเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตในอนาคต (พัฒนา ศรีชาติ และคณะ, 2562) โดยระบบที่พัฒนาจะประกอบไปด้วยข้อมูลเกษตรกร ข้อมูลจำนวนพื้นที่ปลูก ข้อมูลผลผลิตต่อไร่ ข้อมูลต้นทุนการผลิต และข้อมูลราคาซื้อขาย เพื่อใช้ในการจัดการข้อมูลเกษตรกรและผู้ประกอบการ ให้เกษตรกรสามารถบันทึกและเข้าถึงข้อมูลการเพาะปลูกย้อนหลังได้อย่างเป็นระบบ ช่วยให้เกษตรกรสามารถประเมินผลผลิตของตนเอง เพิ่มช่องทางให้ผู้ประกอบการเข้าถึงข้อมูลเกษตรกร ส่งเสริมการแลกเปลี่ยนข้อมูล การเปรียบเทียบราคาขายมันสำปะหลังต่อผู้รับซื้อ และสามารถวิเคราะห์เส้นทาง ระยะเวลาการเดินทางจากแหล่งที่ปลูกมันสำปะหลังไปยังแหล่งรับซื้อมันสำปะหลังได้ตามความต้องการของเกษตรกรในราคาที่คุ้มทุน (วีรวัตร คำภู และชาญชัย นามพล, 2563) การพัฒนาแอปพลิเคชันที่ใช้สำหรับการซื้อขายผลผลิตเกษตรอินทรีย์ขึ้นมาขึ้น สามารถนำไปช่วยเหลือเกษตรกรซึ่งเป็นผู้ผลิตสินค้าเกษตรอินทรีย์ให้มีช่องทางการตลาดในการจำหน่ายสินค้า สามารถตอบโต้การซื้อ-การขายผลผลิตทางการเกษตรในระบบเกษตรอินทรีย์ พัฒนาคูณภาพชีวิตของเกษตรกรและผู้บริโภค เพิ่มศักยภาพทางการตลาด สร้างเครือข่ายสินค้าเกษตรอินทรีย์ให้มีความเข้มแข็งและสามารถพึ่งพาตนเองได้ (อรฉัตร อินสว่าง และคณะ, 2566) การพัฒนาระบบฐานข้อมูลดิจิทัลนี้จะช่วยยกระดับการผลิตมันสำปะหลังในจังหวัดเลยโดยใช้วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และการจัดการสมัยใหม่ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและรายได้ของเกษตรกรอย่างยั่งยืน สอดคล้องกับนโยบายการพัฒนาระบบเกษตรกรรมดิจิทัลของประเทศไทย

### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาระบบฐานข้อมูลดิจิทัลสำหรับเกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลังในจังหวัดเลย
2. เพื่อประเมินประสิทธิภาพของระบบฐานข้อมูลดิจิทัลในการเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการเกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลังในจังหวัดเลย
3. เพื่อประเมินความพึงพอใจของเกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลังต่อการใช้ระบบฐานข้อมูลดิจิทัลในการเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการในจังหวัดเลย

### วิธีดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยได้ดำเนินการพัฒนาระบบฐานข้อมูลดิจิทัลเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการเกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลังในจังหวัดเลย โดยใช้เทคโนโลยี Google Maps Platform ในการแสดงข้อมูลพิกัดแปลงปลูกมันสำปะหลังของเกษตรกร จำนวนพื้นที่ปลูก เพื่อให้ผู้ใช้งานเห็นสภาพภูมิประเทศจริง เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนา

ระบบ ได้แก่ ภาษา PHP, Bootstrap Framework และระบบจัดการฐานข้อมูล MySQL ใช้หลักการพัฒนางจร การพัฒนาระบบแบบ (System Development Life Cycle : SDLC) ซึ่งเป็นกระบวนการที่เป็นขั้นตอนที่ช่วยให้การดำเนินงานวิจัยเป็นไปตามแผนอย่างมีประสิทธิภาพ (มัชฌกานต์ เผ่าสวัสดิ์, และกิตติศักดิ์ สิงห์สูงเนิน, 2566; โอภาส เอี่ยมสิริวงศ์, 2560) มีขั้นตอนและวิธีการดำเนินงานดังนี้

1) การวางแผน (Planning) ผู้วิจัยทำการศึกษาเอกสารและสนทนากลุ่ม (Document Analysis and Focus Group) กับผู้บริหาร เจ้าหน้าที่ และเกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลังในจังหวัดเลย รวมถึงการวิเคราะห์จากเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ศึกษาความต้องการของผู้ใช้งานระบบ กำหนดขอบเขตของระบบงาน และฟังก์ชันการทำงานของระบบ

2) การวิเคราะห์ระบบ (System Analysis) ดำเนินการออกแบบสถาปัตยกรรมระบบ โครงสร้างฐานข้อมูล และส่วนติดต่อประสานกับผู้ใช้งาน (User Interface) ระบบฐานข้อมูลดิจิทัลเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการเกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลังในจังหวัดเลย

3) การพัฒนาระบบ (System Development) ดำเนินการพัฒนาระบบฐานข้อมูลดิจิทัลเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการเกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลังในจังหวัดเลย ในรูปแบบเว็บแอปพลิเคชันโดยใช้ภาษา PHP, Bootstrap Framework และระบบจัดการฐานข้อมูล MySQL ตามสถาปัตยกรรมฐานข้อมูล โครงสร้างการทำงานของระบบ และส่วนติดต่อประสานกับผู้ใช้งานที่ผ่านการประเมินผลและคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญ

4) การประเมินผลประสิทธิภาพระบบ (System Quality Evaluation) จัดทำแบบประเมินคุณภาพระบบฐานข้อมูลดิจิทัลเกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลังในจังหวัดเลย แบ่งการประเมินออกเป็น 4 ด้าน คือ 1) Functional Requirement Test 2) Functional Test 3) Usability Test และ Security Test และนำไปประเมินประสิทธิภาพระบบโดยผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบและพัฒนาระบบ จำนวน 5 คน

5) การนำไปใช้ (System Implementation) ทำการฝึกอบรมและทดลองใช้งานระบบแก่เกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลัง ผู้ประกอบการ และสำนักงานเกษตรจังหวัดเลย

6) การประเมินผลความพึงพอใจ (Satisfaction Evaluation) จัดทำแบบประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อระบบฐานข้อมูลดิจิทัลเกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลังในจังหวัดเลย แบ่งการประเมินออกเป็น 3 ด้าน คือ 1) ด้านความสามารถในการทำงานของระบบ 2) ด้านการออกแบบหน้าจอ และด้านการทดสอบการใช้งาน โดยเกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลัง จำนวน 60 คน ทำการประเมินความพึงพอใจ

### 1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างสำหรับการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบฐานข้อมูลดิจิทัลเกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลังจังหวัดเลย 1) ประชากร คือ เกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลังในจังหวัดเลย 2) กลุ่มตัวอย่าง คือ เกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลังในตำบลจอมศรี จำนวน 60 คน โดยการเลือกแบบเจาะจง

## 2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

2.1 ระบุพื้นฐานข้อมูลดิจิทัลเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการเกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลังในจังหวัดเลย

2.2 แบบประเมินประสิทธิภาพการทำงานของระบบฐานข้อมูลดิจิทัลเกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลังจังหวัดเลย ประกอบไปด้วย 1) ด้าน Functional Requirement Test 2) ด้าน Functional Test 3) ด้าน Usability Test และด้าน Security Test

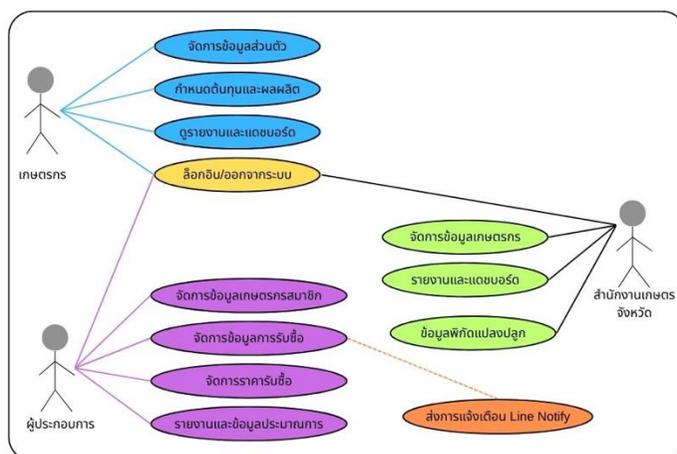
2.3 แบบประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบฐานข้อมูลดิจิทัลเกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลังจังหวัดเลย ประกอบไปด้วย 1) ด้านความสามารถในการทำงานของระบบ 2) ด้านการออกแบบหน้าจอ และด้านการทดสอบการใช้งาน

โดยใช้การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) ในการวัดค่ากลางของข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Arithmetic Mean) หรือค่าเฉลี่ย (Mean) และวัดการกระจายของข้อมูลโดยค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) รวมทั้งการประมวลผลข้อมูลโดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

## ผลการวิจัยและอภิปรายผล

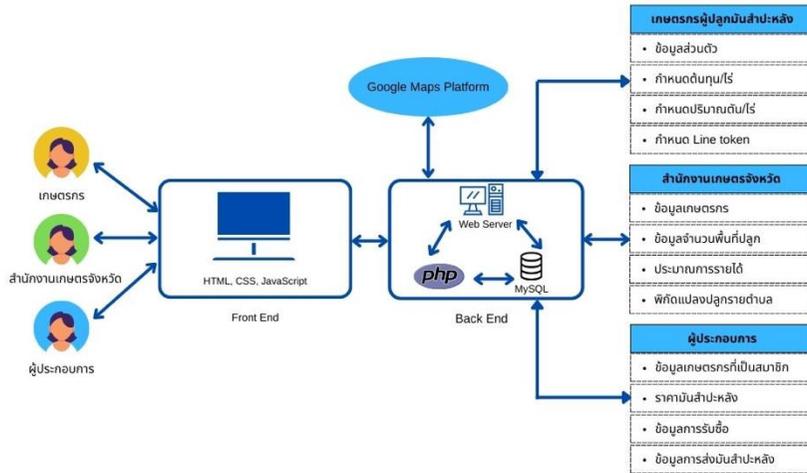
### ผลการวิจัย

1. Use Case Diagram ของระบบฐานข้อมูลดิจิทัลมันสำปะหลังมีผู้ใช้งาน 3 กลุ่ม ได้แก่ 1) เกษตรกรจัดการข้อมูลส่วนตัว บันทึกต้นทุน-ผลผลิต และดูรายงานพร้อมพิกัดแปลงปลูก 2) ผู้ประกอบการ จัดการข้อมูลสมาชิก บันทึกการรับซื้อ แจ้งเตือนราคารับซื้อผ่าน Line Notify รายงานประมาณการ และสำนักงานเกษตรจังหวัด ดูแลข้อมูลภาพรวมระดับจังหวัด จัดการข้อมูลเกษตรกรรายอำเภอ และวิเคราะห์การกระจายแปลงปลูก



ภาพที่ 1 Use Case Diagram ของผู้ใช้งานระบบ

2. สถาปัตยกรรมของระบบประกอบด้วย Front End พัฒนาโดยใช้ HTML, CSS, JavaScript ส่วน Back End ใช้ภาษา PHP และ Web Server ที่ให้บริการผ่านโดเมน loecassava.info และระบบจัดการฐานข้อมูล MySQL เก็บข้อมูลเกษตรกร ข้อมูลผลผลิต ต้นทุน การรับซื้อ ระบบเชื่อมต่อกับ Google Maps Platform สำหรับแสดงพิกัดแปลงปลูก ระบบแจ้งเตือน Line Notify เพื่อส่งข้อมูลราคาแบบ Real-time



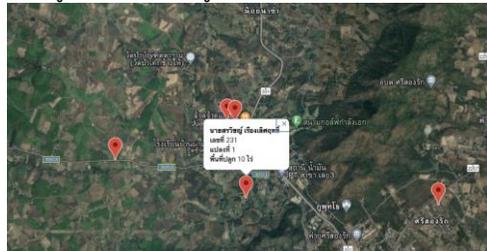
ภาพที่ 2 สถาปัตยกรรมระบบฐานข้อมูลดิจิทัลฯ

3. ผลการพัฒนาาระบบฐานข้อมูลดิจิทัลเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการเกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลังในจังหวัดเลย แบ่งการทำงานออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 เกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลัง สามารถแก้ไขข้อมูลส่วนตัว กำหนดต้นทุน/ไร่ กำหนดปริมาณต้น/ไร่ กำหนด Line token เพื่อรับแจ้งราคามันสำปะหลังจากผู้ประกอบการ ดูรายงานต่าง ๆ ได้ ดังภาพที่ 2



ก.



ข.

ภาพที่ 3 หน้าจอส่วนเกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลัง

จากภาพที่ 3 ก. หน้าจอการเข้าใช้งาน Dashboard เป็นหน้าสรุปข้อมูลที่สำคัญต่าง ๆ ของเกษตรกร กราฟแสดงผลผลิตที่คาดว่าจะได้รับแต่ละแปลงปลูก เกษตรกรผู้ใช้งานสามารถดูกราฟผลผลิตแต่ละแปลงปลูกได้ โดยมีการคำนวณจำนวนต้น/ไร่ ที่คาดว่าจะได้ คูณ กับจำนวนไร่ในแต่ละแปลงปลูก และกราฟแสดงประมาณการรายได้ มีการคำนวณจาก ประมาณการรายได้ - ต้นทุนการผลิต = กำไร โดยมีการอ้างอิงราคารับซื้อมันสำปะหลังจากผู้ประกอบการ และภาพที่ 3 ข. หน้ารายละเอียดพิกัดแปลงปลูกมันสำปะหลังของเกษตรกร การดู

รายละเอียดพิกัดแปลงปลูกในรูปแบบ Google Map สามารถทำได้โดยคลิกที่ ดูรายละเอียดพิกัดแปลงปลูกเพิ่มเติม จะแสดงแผนที่และพิกัดแปลงปลูก ข้อมูล ชื่อ-นามสกุล ที่อยู่ ตำบล และจำนวนพื้นที่ปลูก

ภาพที่ 4 หน้าจอการกำหนดต้นทุน/ไร่ และหน้าการกำหนดปริมาณต้น/ไร่

จากภาพ 4 การกำหนดต้นทุน/ไร่ จะแสดงหน้ารายการต้นทุนการผลิต/ไร่ ผู้ใช้งานสามารถเปลี่ยนข้อมูลได้โดยคลิกที่ปุ่มแก้ไข โดยข้อมูลต้นทุน/ไร่ ที่ป้อนเข้าไประบบจะนำไปคำนวณประมาณการรายได้ที่ได้รับทั้งหมดของเกษตรกร และการกำหนดปริมาณต้น/ไร่ จะแสดงหน้ารายการกำหนดปริมาณจำนวนต้น/ไร่ โดยข้อมูลปริมาณต้น/ไร่ ที่ป้อนเข้าไประบบจะนำไปคำนวณประมาณการรายได้ที่ได้รับทั้งหมด



ภาพที่ 5 หน้าจอ Line Notify แจ้งราคาข้าวขี้อมันสำปะหลัง

จากภาพที่ 5 แสดงหน้าจอ Line Notify แจ้งราคาข้าวขี้อมันสำปะหลัง โดยผู้ประกอบการจะเป็นผู้กำหนดราคาข้าวขี้อมันสำปะหลังในแต่ละวันเข้าไปในระบบ และส่งข้อมูลราคาข้าวขี้อไปยัง Line Notify ของเกษตรกรที่เป็นสมาชิก

ส่วนที่ 2 ผู้ประกอบการ มีหน้าที่ เพิ่ม ลบ แก้ไขข้อมูลเกษตรกรที่เป็นสมาชิก และข้อมูลต่าง ๆ ของผู้ประกอบการ เช่น ราคาข้าวขี้อมันสำปะหลัง ข้อมูลการรับซื้อ

จัดการส่วน

วันที่: 01/04/2022 จำนวน(ก.) เมื่อสั่งซื้อ

ดูรายการ

เพิ่มข้อมูล

เพิ่มข้อมูลส่วน

Show 10 entries

วันที่	จำนวนซื้อ(กก.)	จำนวนคงเหลือ(กก.)	เมื่อสั่งซื้อ	ดูรายการ	แก้ไข
2022-05-26	5,000	45,000	30 %		ดู
2022-05-29	6,000	58,000	25 %	ดู	ดู

ก.

จัดการสถานะรับซื้อ

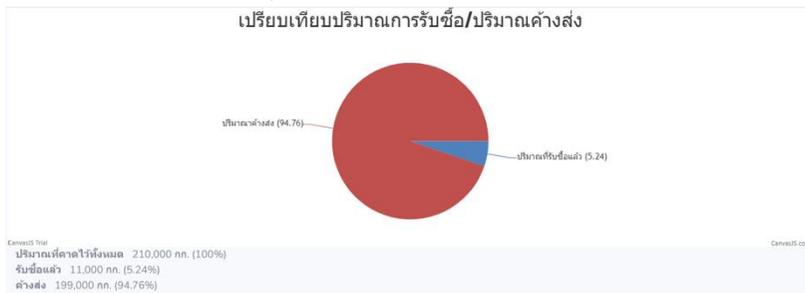
Show 10 entries

สถานะ	ปริมาณ %	ราคา	รับซื้อ ID	Action
1	15	2.28	11-0-05	ดู
2	16	2.64	11-0-05	ดู
3	17	2.85	11-0-05	ดู
4	18	2.72	11-0-05	ดู
5	19	2.47	11-0-05	ดู
6	20	2.45	11-0-05	ดู
7	21	2.23	11-0-05	ดู
8	22	2.47	11-0-05	ดู
9	23	2.48	11-0-05	ดู
10	24	2.65	11-0-05	ดู

ข.

### ภาพที่ 6 หน้าจอส่วนผู้ประกอบการ

จากภาพที่ 6 ก. การจัดการข้อมูลการส่งมันสำปะหลังของเกษตรกร ผู้ประกอบการ สามารถจัดการข้อมูลการส่งมันสำปะหลังของเกษตรกร โดยบันทึกข้อมูลวันที่ จำนวน (กก.) เปอร์เซ็นต์แป้ง และปัญหาที่พบ ในการส่งมันสำปะหลังของเกษตรกร ส่วนภาพที่ 6 ข. การจัดการข้อมูลราคารับซื้อมันสำปะหลัง ผู้ประกอบการ สามารถปรับราคารับซื้อมันสำปะหลังปัจจุบันโดยสามารถเลือกตามเปอร์เซ็นต์แป้งที่ต้องการรับซื้อ



### ภาพที่ 7 หน้าจอรายงานภาพรวมการรับซื้อมันสำปะหลัง

จากภาพที่ 7 ผู้ประกอบการสามารถเรียกดูข้อมูลประมาณการรับซื้อมันสำปะหลังที่คาดว่าจะเก็บเกี่ยวตามวันที่ระบุเพื่อประมาณการส่งผลผลิตที่เกษตรกรจะนำส่งให้แก่โรงงานตามช่วงเวลาที่จะระบุ และภาพรวมการรับซื้อมันสำปะหลัง ส่วนภาพที่ 8 แสดงข้อมูลประมาณการมันสำปะหลังที่คาดว่าจะเก็บเกี่ยว ผู้ประกอบการสามารถเรียกดูข้อมูลประมาณการรับซื้อมันสำปะหลังจากเกษตรกรเป็นรายบุคคลได้จากหน้านี้

แสดงข้อมูลประมาณการรับซื้อ

เลือกช่วงเวลา: 02/02/2022 ถึง 30/04/2022 ค้นหา ส่งออกไฟล์ excel

รหัส	ชื่อ-นามสกุล	หมู่	ตำบล	อำเภอ	แปลงที่	ผลผลิต(กก.)	วันที่ปลูก	วันที่เก็บเกี่ยว	โทร.
JCM-J64/001	ศุภระชัย แสงขาว	1	จอมศรี	เขื่องจาน	1	40,000	2021-03-12	2022-03-12	0846785445
JCM-H64/001	นาคี ไชงาม	8	หาดทรายขาว	เขื่องจาน	1	30,000	2021-02-03	2022-02-17	0998843666
รวม						70,000			

ภาพที่ 8 แสดงข้อมูลประมาณการมันสำปะหลังที่คาดว่าจะเก็บเกี่ยว

ส่วนที่ 3 สำนักงานเกษตรจังหวัด มีหน้าที่ เพิ่ม ลบ แก้ไขข้อมูลเกษตรกรที่ลงทะเบียนไว้กับสำนักงานฯ โดยจะทำการเก็บข้อมูลเกษตรกรเป็นรายอำเภอ



ก.



ข.

### ภาพที่ 9 หน้าจอส่วนสำนักงานเกษตรจังหวัดเลย

จากภาพที่ 9 ก. แสดงหน้า Dashboard ส่วนสำนักงานเกษตรจังหวัด สรุปข้อมูลที่สำคัญต่าง ๆ เช่น ข้อมูลจำนวนเกษตรกรรายตำบล ข้อมูลจำนวนพื้นที่ปลูก (ไร่) ผลผลิตที่คาดว่าจะได้รายตำบล ประมาณการรายได้ รายละเอียดพิกัดแปลงปลูกรายตำบล และภาพที่ 9 ข. แสดงรายละเอียดพิกัดแปลงปลูกมันสำปะหลังของเกษตรกรแต่ละราย เมื่อคลิกที่หมุดพิกัดจะแสดงข้อมูลรายละเอียดของแปลงที่ปลูกเพิ่มเติม

ลำดับ	↑	ปริมาณต้น/ไร่	%	วันที่ปลูกละ	%	ผู้ลงทะเบียน	%	Action	%
1		4.95		26 พ.ศ. 2565, 10:58		admin			

กำหนดปริมาณจำนวนต้น/ไร่		
จำนวนต้น/ไร่:	วันที่ปลูกละ:	ผู้ลงทะเบียน:
<input type="text" value="4.95"/>	<input type="text" value="26 พ.ศ. 2565, 10:58"/>	<input type="text" value="admin"/>
<input type="button" value="Close"/>	<input type="button" value="บันทึกข้อมูล"/>	

### ภาพที่ 10 การกำหนดปริมาณต้น/ไร่

จากภาพที่ 10 ผู้ใช้งานระบบสามารถกำหนดปริมาณต้น/ไร่ ได้โดยคลิกที่ การกำหนดปริมาณต้น/ไร่ จะแสดงหน้าต่างแก้ไขข้อมูลจำนวนผลผลิต ต้น/ไร่ ข้อมูลที่กำหนดไปนั้นจะนำไปใช้ในการคำนวณปริมาณผลผลิตที่คาดว่าจะได้รับในแต่ละอำเภอ

### ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบฐานข้อมูลดิจิทัลเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการเกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลังในจังหวัดเลย

จากการนำระบบฐานข้อมูลดิจิทัลเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการเกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลังในจังหวัดเลย ไปทดลองใช้งานจริง โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน เพื่อประเมินประสิทธิภาพของระบบ แบ่งการประเมินออกเป็น 4 ด้าน ดังตารางที่ 1

**ตารางที่ 1** การประเมินประสิทธิภาพของระบบฐานข้อมูลดิจิทัลเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการเกษตรกรผู้ปลูก  
มันสำปะหลังในจังหวัดเลย

รายการประเมิน	Mean	S.D.	แปลความหมาย
1. ด้านความสามารถในการทำงานของระบบ (Functional Requirement Test)	4.12	0.45	มาก
2. ด้านความถูกต้องในการทำงานของระบบ (Functional Test)	4.47	0.23	มากที่สุด
3. ด้านความสะดวกและง่ายต่อการใช้งานระบบ (Usability test)	4.10	0.33	มาก
4. ด้านการรักษาความปลอดภัยของระบบ (Security test)	4.85	0.22	มากที่สุด
<b>สรุป</b>	<b>4.38</b>	<b>0.31</b>	<b>มากที่สุด</b>

จากตารางที่ 1 ผลการประเมินประสิทธิภาพพบว่าประสิทธิภาพของระบบโดยรวมมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย (Mean) เท่ากับ 4.38 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.31 แสดงให้เห็นว่าระบบสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการข้อมูลเกษตรกรได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยด้านที่มีประสิทธิภาพสูงที่สุดคือด้านการรักษาความปลอดภัยของระบบ (Security test) ซึ่งช่วยให้การจัดการข้อมูลเกษตรกรมีความน่าเชื่อถือและปลอดภัย ระบบที่พัฒนาขึ้นมีการแบ่งระดับของผู้ใช้งาน สามารถเข้าสู่ระบบแต่ละระดับได้อย่างถูกต้อง ทำให้การจัดการข้อมูลเกษตรกรเป็นไปอย่างเป็นระเบียบและมีระบบ สำหรับด้านที่มีประสิทธิภาพน้อยที่สุดคือด้านความสะดวกและง่ายต่อการใช้งานระบบ (Usability test) ซึ่งอาจส่งผลต่อประสิทธิภาพในการจัดการของเกษตรกรในทางปฏิบัติ ผู้เชี่ยวชาญให้ความเห็นว่าระบบฐานข้อมูลดิจิทัลฯ การใช้งานในเรื่องความเหมาะสมของคำแนะนำการใช้งานระบบยังไม่เหมาะสม ไม่มีข้อความแนะนำการใช้งานระบบในขั้นตอนที่ซับซ้อน ซึ่งหากได้รับการปรับปรุงจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการของเกษตรกรให้ดียิ่งขึ้น

### ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบ

จากการนำระบบฐานข้อมูลดิจิทัลเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการเกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลังในจังหวัดเลย ไปทดลองใช้งานจริงได้แบ่งหัวข้อการประเมินออกเป็น 3 ด้าน เพื่อหาความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อระบบ จำนวน 60 คน ได้ทดลองใช้งานระบบและตอบแบบสอบถาม สรุปดังตารางที่ 2

## ตารางที่ 2 ระดับความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อระบบ

รายการประเมิน	Mean	S.D.	แปลความหมาย
<b>1. ด้านความสามารถในการทำงานของระบบ</b>			
ตารางที่ 2 ระดับความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อระบบ (ต่อ)			
รายการประเมิน	Mean	S.D.	แปลความหมาย
1.1 ความสามารถของระบบในการนำเสนอข้อมูลและเนื้อหา	4.39	0.49	มากที่สุด
1.2 ความสามารถของระบบในการค้นหาข้อมูล	4.56	0.50	มากที่สุด
1.3 ความสามารถของระบบในการจัดการข้อมูล	4.44	0.50	มากที่สุด
1.4 ความสามารถของระบบในการทำงานกับอุปกรณ์ที่หลากหลาย	4.72	0.45	มากที่สุด
<b>ค่าเฉลี่ย</b>	<b>4.53</b>	<b>0.48</b>	<b>มากที่สุด</b>
<b>2. ด้านการออกแบบหน้าจอ</b>			
2.1 ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร	4.17	0.37	มาก
2.2 ความเหมาะสมของการใช้ภาษาและการสื่อสาร	4.61	0.59	มากที่สุด
2.3 ความสวยงามและการออกแบบหน้าจอ	4.67	0.58	มากที่สุด
2.4 ความง่ายในการใช้งานระบบ	4.50	0.60	มากที่สุด
<b>ค่าเฉลี่ย</b>	<b>4.49</b>	<b>0.54</b>	<b>มากที่สุด</b>
<b>3. ด้านการทดสอบการใช้งาน</b>			
3.1 ความเร็วในการประมวลผลของระบบ	4.17	0.83	มาก
3.2 ความถูกต้องในการประมวลผลของระบบ	4.67	0.47	มากที่สุด
3.3 ความปลอดภัยและสิทธิ์การเข้าใช้งาน	4.56	0.50	มากที่สุด
<b>ค่าเฉลี่ย</b>	<b>4.46</b>	<b>0.60</b>	<b>มากที่สุด</b>
<b>ค่าเฉลี่ยรวม</b>	<b>4.49</b>	<b>0.54</b>	<b>มากที่สุด</b>

จากผลประเมินความพึงพอใจพบว่า เกษตรกรมีความพึงพอใจต่อระบบโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย (Mean) เท่ากับ 4.49 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.54 แสดงให้เห็นว่าเกษตรกรยอมรับและเห็นประโยชน์จากการใช้ระบบในการจัดการข้อมูลการเกษตร โดยรายการประเมินที่เกษตรกรมีความพึงพอใจสูงสุดคือความสามารถของระบบในการทำงานกับอุปกรณ์ที่หลากหลาย ซึ่งมีการออกแบบเว็บไซต์แบบ Responsive Web Design ทำให้เกษตรกรสามารถเข้าถึงและใช้งานระบบได้สะดวกผ่านอุปกรณ์ต่าง ๆ ในการจัดการข้อมูลของตนเอง เมื่อพิจารณาความพึงพอใจของเกษตรกรเป็นรายด้านพบว่าด้านความสามารถในการทำงานของระบบ เกษตรกรมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ค่าเฉลี่ย (Mean) เท่ากับ 4.53 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.48 ซึ่งแสดงว่าเกษตรกรเห็นว่าระบบสามารถช่วยในการจัดการงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ด้านการออกแบบหน้าจอ เกษตรกรมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย (Mean) เท่ากับ 4.49 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.54 โดยเกษตรกรให้ความพึงพอใจสูงสุดในเรื่องความสวยงามและการออกแบบหน้าจอที่เอื้อต่อการใช้งานในการจัดการข้อมูล และด้านการทดสอบการใช้งาน เกษตรกรมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ค่าเฉลี่ย (Mean) เท่ากับ 4.46 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.60 อย่างไรก็ตาม เกษตรกรมีความพึงพอใจน้อยที่สุดในเรื่องความเร็วในการประมวลผลของระบบ เนื่องจากระบบมีการใช้งานเรียกใช้งาน Google Maps Platform และมีข้อมูลเกษตรกรเป็นจำนวนมากในฐานข้อมูล ทำให้การประมวลผลในส่วนแสดงผลพิกัดแปลงปลุกของระบบช้า ซึ่งส่งผลกระทบต่อประสบการณ์การใช้งานของเกษตรกรในการเข้าถึงข้อมูลตำแหน่งแปลงปลุกเพื่อการจัดการ

### อภิปรายผล

จากการนำระบบฐานข้อมูลดิจิทัลเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการเกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลังในจังหวัดเลย ไปใช้งานจริงกับเกษตรกรในตำบลจอมศรี พบว่าระบบสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการได้ในหลายด้าน ดังนี้ 1) ด้านการจัดการข้อมูลเกษตรกร ก่อนการใช้งานระบบ เกษตรกรใช้เวลาในการค้นหาข้อมูลการปลูกย้อนหลังจากการค้นหาในเอกสารและแฟ้มข้อมูล หลังจากใช้งานระบบสามารถเข้าถึงข้อมูลได้ทันที โดยระบบสามารถแสดงข้อมูลการปลูก วันที่ปลูก วันที่คาดว่าจะเก็บเกี่ยว และประมาณการผลผลิตได้ ระบบสามารถคำนวณประมาณการรายได้จากข้อมูลต้นทุนการผลิต ผลผลิตต่อไร่ และราคารับซื้อปัจจุบัน สอดคล้องกับการพัฒนาระบบฐานข้อมูลพันธุ์ข้าวไทยของอุดร จิตจักร และคณะ (2559) ที่เกษตรกรสามารถวางแผนการผลิตและการเงินได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น 2) ด้านการจัดการข้อมูลของผู้ประกอบการ ระบบช่วยลดเวลาการประมวลผลข้อมูลการรับซื้อมันสำปะหลังจากเดิมที่ใช้การรวบรวมข้อมูลจากเอกสารและไฟล์ Excel ได้ทันที โดยระบบสามารถสร้างรายงานภาพรวมการรับซื้อมันสำปะหลังตามช่วงเวลาที่ต้องการ แสดงข้อมูลประมาณการผลผลิตที่เกษตรกรจะนำมาขายตามวันที่คาดว่าจะเก็บเกี่ยว และสามารถแจ้งข้อมูลราคารับซื้อให้กับเกษตรกรได้แบบเรียลไทม์ผ่าน Line Notify สอดคล้องกับงานวิจัยของวีรวีตร คำภู และชาญชัย นามพล (2563) ที่พัฒนาแอปพลิเคชันการเปรียบเทียบราคาขายมันสำปะหลังต่อผู้รับซื้อ ส่งผลให้การสื่อสารระหว่างผู้ประกอบการกับเกษตรกรมีประสิทธิภาพมากขึ้น 3) ด้านการจัดการข้อมูลของสำนักงานเกษตรจังหวัด ระบบช่วยให้เจ้าหน้าที่สามารถติดตามข้อมูลการปลูกมันสำปะหลังในพื้นที่ได้แบบเรียลไทม์ โดยสามารถดูข้อมูลจำนวนเกษตรกร พื้นที่ปลูก และประมาณการผลผลิตแยกตามตำบลได้อย่างรวดเร็ว นอกจากนี้ระบบยังแสดงผลพิกัดแปลงปลุกผ่าน Google Maps Platform สอดคล้องกับงานวิจัยของพัฒนา ศรีชาติ และคณะ (2562) ซึ่งเป็นการยืนยันว่าการนำข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Data) มาใช้ในการเกษตรเป็นแนวทางที่มีประสิทธิภาพทำให้วิเคราะห์การกระจายตัวของพื้นที่ปลูกและวางแผนการส่งเสริมการเกษตรได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

## สรุป

1. ผู้ประกอบการสามารถจัดเก็บข้อมูลการปลูกมันสำปะหลังและประวัติการขายมันสำปะหลังของเกษตรกรไว้ในระบบฐานข้อมูล เรียกว่าข้อมูลการขายมันสำปะหลังที่ขายไปแล้ว ได้แก่ วันที่ขาย ปริมาณที่ขาย เปอร์เซ็นต์แป้ง ราคาในการขาย จำนวนคงเหลือผลผลิตของเกษตรกรที่เป็นสมาชิกที่ยังไม่ได้เก็บเกี่ยว ทำให้สามารถบริหารจัดการการรับซื้อมันสำปะหลังได้โดยการบันทึกข้อมูลลงในฐานข้อมูล เรียกว่าข้อมูลการรับซื้อ และข้อมูลผลผลิตที่คาดว่าเกษตรกรสมาชิกจะนำมาขายให้แก่โรงงานตามช่วงเวลาที่ต้องการเพื่อประมาณการการผลิตที่เกษตรกรจะนำส่งให้แก่โรงงานตามเวลาที่เก็บเกี่ยว

2. เกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลัง ที่เป็นสมาชิกของผู้ประกอบการ สามารถเรียกดูภาพรวมรายได้จากการขายมันสำปะหลัง และประมาณการวันเวลาเก็บเกี่ยว รายได้ที่จะได้รับในรอบปีจากข้อมูลที่จัดเก็บไว้ในระบบฐานข้อมูลได้ผ่านเว็บแอปพลิเคชัน การแจ้งเตือนราคาซื้อขายปัจจุบันเมื่อผู้ประกอบการปรับราคา และการเข้าถึงกราฟแสดงราคามันสำปะหลังย้อนหลังในแต่ละช่วงของรอบปีและช่วงเวลาประมาณการเก็บเกี่ยวมาใช้ในการตัดสินใจในการเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังเพื่อนำไปขายและประมาณการช่วงเวลาและรายได้ที่คาดว่าจะเกิดจากการขายมันสำปะหลังได้

3. สำนักงานเกษตรจังหวัด สามารถเรียกดูข้อมูลการปลูกมันสำปะหลังแยกตามพื้นที่ แสดงข้อมูลและสารสนเทศด้วย Google Maps Platform (ภัชราภรณ์ พิมพา และคณะ, 2567) พิกัดแปลงของเกษตรกรที่ลงทะเบียนปลูก วันที่คาดว่าจะเก็บเกี่ยว เพื่อวิเคราะห์ภาพรวมและรายละเอียด ประมาณการผลิตต่อไร่ในแต่ละปีของการปลูกมันสำปะหลังในพื้นที่

## ข้อเสนอแนะ

จากการดำเนินการระบบฐานข้อมูลดิจิทัลสามารถเรียกใช้ข้อมูลในการวิเคราะห์ภาพรวมรายได้ที่จะเกิดขึ้นในแต่ละปีโดยอาศัยความสัมพันธ์ของข้อมูลช่วงเวลาประมาณการเก็บเกี่ยว พื้นที่ปลูก และราคาซื้อขายเท่านั้น ในการวิเคราะห์ภาพรวมของรายได้และผลผลิตที่คาดว่าจะได้รับ ควรเพิ่มระบบการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงลึกโดยใช้เทคโนโลยี Machine Learning เพื่อช่วยในการพยากรณ์ผลผลิตและวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพผลผลิต ควรมีการเชื่อมโยงข้อมูลกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ระบบพยากรณ์อากาศ และพัฒนาต่อยอดเป็นแอปพลิเคชันสำหรับโทรศัพท์มือถือ (Mobile Application) เพื่อเพิ่มช่องทางการเข้าถึงให้เกษตรกรสามารถบันทึกข้อมูลการเพาะปลูกได้โดยตรงจากแปลงเกษตรแบบเรียลไทม์

## เอกสารอ้างอิง

- ญาติา เรียมริมมะดัน, วัลลภ ใจดี, และเอมอัสมา วัฒนบุรานนท์. (2567). การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดสำหรับผู้สูงอายุโรคเบาหวานชนิดที่ 2. **วารสารวิจัยและพัฒนา วไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**, 19(2), 1-15.
- พัฒนา ศรีชาติ, อรุมา เนียมหอม, อัจฉริยา เหล่าศิริ, และปิยภัทร โกษาพันธ์. (2562). การพัฒนาระบบการจัดการฐานข้อมูลสำหรับหลังโดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ กรณีศึกษา จังหวัดอุบลราชธานี. **วารสารเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี**, 9(1), 147-158.
- ภัชราภรณ์ พิมพ์, ณัฐพร เห็นเจริญเลิศ, และนิติเศรษฐ์ หมวดทองอ่อน. (2567). การพัฒนาระบบติดตามและวิเคราะห์การเข้าชั้นเรียนโดยใช้การระบุตำแหน่งที่ตั้งแบบเรียลไทม์ ของนักเรียนกลุ่มเสี่ยงระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ วิทยาลัยอาชีวศึกษาสุโขทัย. **วารสารวิจัยและพัฒนา วไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**, 19(1), 63-76.
- มัชฌกานต์ เผ่าสวัสดิ์, และกิตติศักดิ์ สิงห์สูงเนิน . (2566). การพัฒนาระบบจัดการศูนย์ข้อมูลเว็บไซต์บนเทคโนโลยีคลาวด์คอมพิวเตอร์ กรณีศึกษา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์. **วารสารวิจัยและพัฒนา วไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**, 18(2), 15-28.
- มนัสชนก บุญอุทัย, ธานินทร์ คงศิลา, และพิชัย ทองดีเลิศ. (2561). ปัจจัยที่ส่งผลต่อการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการเกษตรของเกษตรกรชาวสวนยาง. **วารสารการอาชีพและเทคโนโลยีศึกษา**, 8(15), 1-9.
- วีรวัตร คำภู, และชาญชัย นามพล. (2563). การพัฒนาแอปพลิเคชันการเปรียบเทียบราคาขายมันสำปะหลังต่อผู้รับซื้อในเขตอำเภอน้ำยืน จังหวัดอุบลราชธานีบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์. **Journal of Industrial Technology UBRU**, 10(2), 37-48.
- สำนักงานเกษตรและสหกรณ์จังหวัดเลย. (2561). **แผนพัฒนาการเกษตรและสหกรณ์ของจังหวัดเลย (พ.ศ. 2561-2565)**. สืบค้นจาก <https://www.opsmoac.go.th/loi-strategic-preview-422791791806>
- สำนักงานปลัดกระทรวงเกษตรและสหกรณ์. (2563). **ข้อมูลพื้นฐานด้านการเกษตรข้อมูลทั่วไปของจังหวัดเลย**. สืบค้นจาก <https://provinform.opsmoac.go.th/?p=physical>
- อุดร จิตจักร, สุอารีย์ นครพันธ์, พนิดา บุระคำ, และอรอนงค์ บุตรศรีจันทร์. (2559). การพัฒนาระบบฐานข้อมูลพันธุ์ข้าวไทย. **วารสารเกษตรพระวรุณ**, 13(2), 1-13.
- อรฉัตร อินสว่าง, นิคม ลนขุนทด, เทียงธรรม สิทธิจันทเสน, และอัญญา วรรณกายนต์. (2566). การพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับการซื้อขายผลผลิตเกษตรกรอินทรีย์. **วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์**, 8(2), 98-110.
- โอบาส เอี่ยมสิริวงศ์. (2560). **การวิเคราะห์และออกแบบระบบ (ฉบับปรับปรุงเพิ่มเติม)**. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่น.

โมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของปัจจัยนำ ปัจจัยเอื้อ และปัจจัยเสริม  
ต่อพฤติกรรมการป้องกันโรคและการบาดเจ็บจากการทำงานของพนักงานเก็บขยะมูลฝอย  
ในจังหวัดฉะเชิงเทรา

อมรรัตน์ ดอกไม้ขาว<sup>1</sup> วัลลภ ใจดี<sup>2</sup> ดนัย บวรเกียรติกุล<sup>3\*</sup>

Received : March 30, 2025

Revised : October 16, 2025

Accepted : October 20, 2025

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของปัจจัยนำ ปัจจัยเอื้อ และปัจจัยเสริมต่อพฤติกรรมการป้องกันโรคและการบาดเจ็บจากการทำงานของพนักงานเก็บขยะมูลฝอย และตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลที่พัฒนาขึ้นกับข้อมูลเชิงประจักษ์ การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงวิเคราะห์ ณ จุดเวลาใดเวลาหนึ่ง กลุ่มตัวอย่างเป็นพนักงานเก็บขยะมูลฝอย สังกัดเทศบาล จำนวน 382 คน กำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างด้วยโปรแกรม G\*Power ใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถาม มีความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.703-0.771 วิเคราะห์ข้อมูลโมเดลสมการโครงสร้าง (Structural equation model) ด้วยโปรแกรมทางสถิติ LISREL ผลการวิจัย พบว่า โมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุที่พัฒนาขึ้น มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ มีค่า Chi-Square = 68.83, df= 55, Relative Chi-Square = 1.251, p = 0.09958, RMSEA = 0.026, SRMR = 0.0269, CFI = 0.993, GFI = 0.976, AGFI = 0.954, NFI = 0.967 และตัวแปรทั้งหมดสามารถร่วมอธิบายความแปรปรวนของพฤติกรรมการป้องกันโรคและการบาดเจ็บจากการทำงานของพนักงานเก็บขยะมูลฝอยได้ร้อยละ 46.4 โดยที่ตัวแปรปัจจัยนำมีอิทธิพลทางตรงต่อพฤติกรรมการป้องกันโรคและการบาดเจ็บจากการทำงาน ปัจจัยเอื้อและปัจจัยเสริมมีอิทธิพลทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อพฤติกรรมการป้องกันโรคและการบาดเจ็บจากการทำงาน โดยผ่านปัจจัยนำ ผลการศึกษาสามารถออกแบบกิจกรรมเพื่อส่งเสริมปัจจัยนำ ปัจจัยเอื้อ และปัจจัยเสริม ต่อพฤติกรรมการป้องกันโรคและการบาดเจ็บจากการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อลดโรคและการบาดเจ็บจากการทำงานของพนักงานเก็บขยะมูลฝอย

คำสำคัญ: ปัจจัยนำ ปัจจัยเสริม ปัจจัยเอื้อ พนักงานเก็บขยะมูลฝอย

พฤติกรรมการป้องกันโรคและการบาดเจ็บจากการทำงาน

<sup>1</sup> หลักสูตรสาธารณสุขศาสตรดุษฎีบัณฑิต คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา  
อีเมล: 64810080@go.buu.ac.th

<sup>2</sup> หลักสูตรสาธารณสุขศาสตรดุษฎีบัณฑิต คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา  
อีเมล: wanlopj@buu.ac.th

<sup>3</sup> หลักสูตรสาธารณสุขศาสตรดุษฎีบัณฑิต คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา  
อีเมล: danai@go.buu.ac.th

\* ผู้นิพนธ์หลัก อีเมล: danai@go.buu.ac.th

CAUSAL RELATIONSHIP MODEL OF PREDISPOSING, ENABLING AND REINFORCING FACTORS  
ON DISEASE PREVENTION BEHAVIORS AND OCCUPATIONAL INJURIES  
OF GARBAGE COLLECTORS IN CHACHOENGSAO PROVINCE

Amornrat Dokmaikaw<sup>1</sup> Wanlop Jaidee<sup>2</sup> Danai Bawornkiattikul<sup>3\*</sup>

**Abstract**

The objectives of the current study were to develop a causal relationship model of predisposing, enabling, and reinforcing factors on disease prevention behaviors and occupational injuries of garbage collectors as well as examine the consistency of developed model with empirical data. A Cross-sectional analytic study was used. The research sample consisted of 382 garbage collectors working under Chachoengsao Municipality. The sample size was calculated using the G\*Power program and multistage sampling was employed. The research instruments were questionnaires with confident value at 0.703-0.771. To analyze Structural Equation Model (SEM), LISREL was employed. The research results indicated that the developed model was consistent with the empirical data with Chi- Square = 68.83, df= 55, Relative Chi-Square = 1.251,  $p = 0.09958$ , RMSEA = 0.026, SRMR = 0.0269, CFI = 0.993, GFI = 0.976, AGFI = 0.954, NFI = 0.967. All variables of the model were accounted for 46.4 % of variance for disease prevention behaviors and occupational injuries. Predisposing factors had a direct effect on disease prevention behaviors and occupational injuries. Enabling factors and reinforcing factors had both direct and indirect effects on disease prevention behaviors and occupational injuries via Predisposing factors. The research findings could be effectively designed to promote predisposing, enabling, and reinforcing factors, in order to reduce occupational diseases and injuries of Garbage collectors.

**Keywords:** Predisposing factors, Reinforcing factors, Enabling factors, Garbage collectors,  
Disease prevention behaviors and occupational injuries

---

<sup>1</sup> Doctor of Public Health Program, Faculty of Public Health, Burapha University,  
e-mail: 64810080@go.buu.ac.th

<sup>2</sup> Doctor of Public Health Program, Faculty of Public Health, Burapha University,  
e-mail: wanlopj@buu.ac.th

<sup>3</sup> Doctor of Public Health Program, Faculty of Public Health, Burapha University,  
e-mail: danai@go.buu.ac.th

\* Corresponding author, e-mail: danai@go.buu.ac.th

## บทนำ

โรคและการบาดเจ็บจากการทำงานเกิดจากหลายสาเหตุ ทั้งจากลักษณะการทำงาน สภาพแวดล้อม และตัวผู้ปฏิบัติงาน ซึ่งนับเป็นปัญหาทางด้านสาธารณสุขที่สำคัญ เนื่องจากผู้ปฏิบัติงานเป็นกำลังสำคัญในการขับเคลื่อนและพัฒนาประเทศ ประกอบกับในระเบียบวาระแห่งชาติ ปี พ.ศ. 2560-2569 เรื่อง “แรงงานปลอดภัยและสุขภาพอนามัยดี” ให้ความสำคัญในการป้องกันเพื่อลดความเสี่ยงจากอันตรายและการเจ็บป่วยในการทำงาน เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานมีคุณภาพชีวิตที่ดี แต่จากข้อมูลของสำนักงานประกันสังคม พบว่า ผู้ปฏิบัติงานยังได้รับอันตรายหรือการเจ็บป่วยจากการทำงาน ในปี พ.ศ. 2562-2566 คือ วัตถุสิ่งของตัด บาด ทิ่มแทง 99,950 ราย วัตถุหล่นทับ จำนวน 66,950 ราย วัตถุสิ่งของกระแทกชน 57,790 ราย โรคระบบกล้ามเนื้อและโครงสร้างกระดูกที่เกิดจากการทำงาน 3,765 ราย โรคจากสาเหตุทางชีวภาพ 1,542 ราย โรคผิวหนัง 375 ราย (สำนักงานประกันสังคม, 2566) ดังนั้น การป้องกันโรคและการบาดเจ็บจากการทำงานจึงเป็นเป้าหมายที่ต้องดำเนินการเพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานมีสุขภาพอนามัยที่ดี ลดค่าใช้จ่ายในการรักษาพยาบาล และมีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น

อาชีพพนักงานเก็บขยะมูลฝอยเป็นอาชีพที่มีความสำคัญที่ต้องเสียสละในจัดเก็บขนมูลฝอย ต้องสัมผัสกับสิ่งคุกคามทางสุขภาพ ทำให้เกิดโรคและการบาดเจ็บจากการทำงาน พบว่า มีโรคระบบทางเดินหายใจ ร้อยละ 51.6 ของมีคมทิ่มแทง ร้อยละ 77.4 ไม่เสียบลูกชิ้นทิ่มแทง ร้อยละ 72.0 ถูกสัตว์หรือแมลงกัดต่อย ร้อยละ 62.4 อาการปวดหลัง ร้อยละ 74.4 ปวดเอวและปวดกล้ามเนื้อไหล ร้อยละ 58.9 และ 48.8 ตามลำดับ (จันทร์เจนวนิธี และกาญจนา นาถะพินธุ, 2562) มีอาการปวดเอว ร้อยละ 68.0 ไม่สุขสบายจากกลิ่นขยะ ร้อยละ 62.3 ใช้น้ำมูลไหล ไอ จาม ร้อยละ 60.8 ระคายเคืองตา แสบตา ร้อยละ 48.9 และ ของมีคมบาด/ทิ่มแทง ร้อยละ 61.6 (นริศรา เลิศพรสวรรค์ และคณะ, 2560) อาการทางระบบทางเดินหายใจ ร้อยละ 40.7 (Emiru et al., 2017) มีอาการบาดเจ็บ ร้อยละ 68.2 บาดเจ็บระบบกล้ามเนื้อและกระดูก ร้อยละ 61.8 เหนื่อยล้า ร้อยละ 60.0 ระบบทางเดินหายใจ ร้อยละ 52.7 อาการทางโรคผิวหนัง ร้อยละ 25.9 (Mohammed et al., 2018)

ปัญหาสุขภาพและการเจ็บป่วย นอกจากจะเกิดจากปัจจัยภายนอก เช่น กระบวนการทำงาน การได้รับสิ่งคุกคามทางสุขภาพแล้วนั้น ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับตัวบุคคลก็เป็นสาเหตุที่สำคัญ พบว่าพฤติกรรมการทำงานและการป้องกันตนเองของพนักงานเก็บขยะมูลฝอยยังไม่เหมาะสม คือ นั่งบริเวณท้ายรถ บนหลังคราด ห้อยโหนขณะรถวิ่ง การกระโดดขึ้นลงรถขณะจอดไม่นิ่งสนิท การรีบเร่งทำงานให้เสร็จจนลืมระมัดระวังความปลอดภัยไม่ชำระล้างร่างกายหลังปฏิบัติงาน รับประทานอาหารขณะปฏิบัติงาน ไม่สวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล หรือสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลที่ชำรุดในขณะปฏิบัติงาน (จิตติพงศ์ สังข์ทอง และ นิศากร ตันติวิบูลชัย, 2565; มัทนา นานอก และเลิศชัย เจริญธัญลักษณ์, 2563; สิทธิชัย ใจขาน และวารารณณ์ พันธุ์ศิริ, 2562; ทวี บุตรสอน, 2564) ซึ่งหากผู้ปฏิบัติงานมีพฤติกรรมป้องกันตนเองที่ดีก็อาจจะช่วยลดปัญหาสุขภาพได้ (Temesgen et al., 2022) และจากการทบทวนวรรณกรรมส่วนใหญ่ พบว่า ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อพฤติกรรมป้องกันโรคและการบาดเจ็บจากการทำงานของพนักงานเก็บขยะมูลฝอย คือ ทฤษฎี PRECEDE-

PROCEED Model เนื่องจากเป็นทฤษฎีที่มีองค์ประกอบที่ใช้ทำนายพฤติกรรมครอบคลุมทั้งปัจจัยภายในและภายนอกบุคคล ประกอบไปด้วย ปัจจัยนำ คือ ความรู้เกี่ยวกับการป้องกันโรค ทักษะคิดต่อการป้องกันโรค และการรับรู้ต่อการป้องกันโรค ปัจจัยเอื้อ คือ การได้รับอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล การได้รับการอบรม นโยบายความปลอดภัยของหน่วยงาน และปัจจัยเสริม คือ การได้รับการสนับสนุนจากครอบครัว เพื่อนร่วมงาน และหัวหน้างาน (ทัศนพงษ์ ต้นติปัญจพร และคณะ, 2563; ชญาดา พูลศรี และคณะ, 2562; สิทธิชัย ใจขาน และวารารณณ์ พันธศิริ, 2562; Salmawati et al., 2018; Degavi et al., 2021)

ทฤษฎี PRECEDE-PROCEED model เป็นแนวคิดสำคัญที่มีผลต่อพฤติกรรมป้องกันโรคและการบาดเจ็บ จากการทำงานของพนักงานเก็บขยะ ประกอบด้วย ปัจจัยนำ ปัจจัยเอื้อ และปัจจัยเสริม ซึ่งทั้งสามปัจจัยจะร่วมส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม ดังนั้นจึงจำเป็นต้องวิเคราะห์ปัจจัยที่เป็นสาเหตุของพฤติกรรม แต่ทั้งนี้จากการศึกษาพบว่า มีงานวิจัยที่เกี่ยวกับโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมความปลอดภัย แต่ยังไม่ครอบคลุมทุกปัจจัย (Neal et al., 2000; Guo et al., 2016; Seo et al., 2015; สุภัทริภา ชันทจร และคณะ, 2562; ทิพย์สุนันท์ ศรีลาธรรม และคณะ, 2563) ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้นำทฤษฎี PRECEDE-PROCEED model ที่ครอบคลุมทั้งปัจจัยภายในและภายนอกบุคคล มากำหนดเป็นกรอบแนวคิดและพัฒนาโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุต่อพฤติกรรมป้องกันโรคและการบาดเจ็บจากการทำงานของพนักงานเก็บขยะมูลฝอย เพื่อหาความเชื่อมโยงและแนวทางแก้ไขปัญหาดังกล่าว

จังหวัดฉะเชิงเทราถูกจัดให้เป็นพื้นที่เขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก Eastern Economic Corridor (EEC) รองรับการลงทุนขยายตัวทางเศรษฐกิจ ซึ่งเคยมีปัญหาขยะมูลฝอยที่สำคัญ ในปี พ.ศ. 2559 มีปริมาณขยะตกค้างมากที่สุดอันดับ 1 ของประเทศ คือ 1,242,000 ตัน และมีวิกฤติปัญหาการจัดการขยะมูลฝอยเป็นอันดับ 1 ของประเทศ และในปี พ.ศ. 2560 มีปริมาณขยะตกค้างเป็นอันดับ 2 ของประเทศ คือ 469,703 ตัน และในปี 2566 ปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้น 683 ตัน/วัน แต่พบว่ายังมีการกำจัดไม่ถูกต้อง 208 ตัน/วัน (กรมควบคุมมลพิษ, 2566) เกิดปัญหาขยะมูลฝอยตกค้าง พนักงานเก็บขยะไม่เพียงพอ พนักงานลาหยุดทำให้พนักงานที่เหลือต้องทำงานหนักขึ้น ขาดการสนับสนุนวัสดุอุปกรณ์และไม่ได้รับการส่งเสริมความรู้ อาจส่งผลให้มีพฤติกรรมที่ไม่ถูกต้อง และส่งผลกระทบต่อสุขภาพได้ (สุพรรณษา พาหาสิงห์ และสัมพันธ์ พลภักดิ์, 2561; พัชรีย์ สินเจริญ, 2562) ด้านปัญหาสุขภาพ พบว่า มีอาการปวดกล้ามเนื้อ ร้อยละ 40.4 วัฏภูบาด ทิ่มแทง หล่นทับ ร้อยละ 39.0 หกล้ม สิ้นลัม พลัดตกจากรถขยะ ร้อยละ 25.0 รถชนหรือเฉี่ยว ร้อยละ 21.0 แมลง สัตว์ กัดต่อย ร้อยละ 16.0 ปวดศีรษะ ร้อยละ 15.2 มีผื่นแดงและคันบริเวณผิวหนัง ร้อยละ 11.1 หายใจลำบาก (วชิรภัช เจริญพงษ์ และคณะ, 2566) จากปัญหาที่พบ ได้แก่ ปัญหาสุขภาพ ปัญหาขยะมูลฝอยตกค้าง การขาดการสนับสนุนความรู้และอุปกรณ์ จึงอาจเป็นปัจจัยที่เชื่อมโยงมาสู่พฤติกรรมและส่งผลต่อสุขภาพของผู้ปฏิบัติงานได้

จากสถานการณ์ที่เกิดขึ้น จะเห็นได้ว่าพนักงานเก็บขยะมูลฝอยยังมีพฤติกรรมที่ไม่เหมาะสม ขาดความรู้ สิ่งสนับสนุนที่เพียงพอ และการศึกษาที่ผ่านมาพบเพียงการศึกษาความสัมพันธ์ของปัจจัยนำ ปัจจัยเอื้อ และปัจจัยเสริมที่ส่งผลในทิศทางเดียว แต่ในความเป็นจริงนั้นปัจจัยอาจส่งผลได้ทั้งทางตรงและ

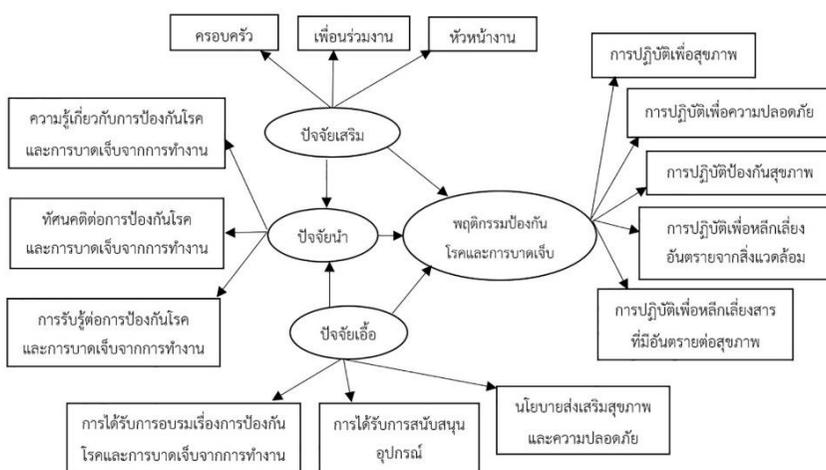
ทางอ้อมได้ และปัจจัยแต่ละด้านอาจมีความสัมพันธ์กันก่อนที่จะนำไปสู่พฤติกรรม อีกทั้งมีการศึกษาโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมความปลอดภัย แต่ยังไม่ครอบคลุมทุกปัจจัย ผู้วิจัยจึงสนใจนำทฤษฎี PRECEDE-PROCEED Model มาทำการวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้าง (Structural equation model) ด้วยโปรแกรมทางสถิติ LISREL (Linear structural relations) โดยผลจากการวิเคราะห์จะสามารถนำมาใช้เป็นข้อมูลให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องได้กำหนดวิธีการ กิจกรรม หรือแนวทางส่งเสริมให้ผู้ปฏิบัติงานเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมเพื่อป้องกันโรคและการบาดเจ็บจากการทำงาน เพื่อลดค่าใช้จ่ายในการรักษาพยาบาลและมีคุณภาพชีวิตที่ดีต่อไป

### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของปัจจัยนำ ปัจจัยเอื้อ และปัจจัยเสริม ต่อพฤติกรรมการป้องกันโรคและการบาดเจ็บจากการทำงานของพนักงานเก็บขยะมูลฝอย
2. เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของปัจจัยนำ ปัจจัยเอื้อ และปัจจัยเสริม ต่อพฤติกรรมการป้องกันโรคและการบาดเจ็บจากการทำงานของพนักงานเก็บขยะมูลฝอยที่พัฒนาขึ้นกับข้อมูลเชิงประจักษ์

### กรอบแนวคิดในการวิจัย

การพัฒนาและตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของปัจจัยนำ ปัจจัยเอื้อ และปัจจัยเสริม ต่อพฤติกรรมการป้องกันโรคและการบาดเจ็บจากการทำงานของพนักงานเก็บขยะมูลฝอย ผู้วิจัยใช้กรอบแนวคิดในงานวิจัย ดังนี้



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในงานวิจัย

## วิธีดำเนินการวิจัย

รูปแบบการวิจัย เป็นการวิจัยเชิงวิเคราะห์ ณ จุดเวลาใดเวลาหนึ่ง (Cross-Sectional Analytic Studies)

### ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

**ประชากร** คือ พนักงานเก็บขยะมูลฝอย ในสังกัดเทศบาล จังหวัดฉะเชิงเทรา

**กลุ่มตัวอย่าง** คือ พนักงานเก็บขยะมูลฝอยสังกัดเทศบาล จังหวัดฉะเชิงเทรา กำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างด้วยโปรแกรม G\*Power เพื่อใช้ในการคำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่างในสมการโครงสร้างที่เหมาะสม และสามารถกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมกับสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล (พูลพงศ์ สุขสว่าง, 2557) กำหนดค่าอิทธิพลของ Cohen's guidelines of Pearson's (Cohen, 1988) ดำเนินการ ดังนี้ 1. เลือก Test family ให้อยู่ในสถิติ  $\chi^2$ -tests 2. เลือก Statistical test ให้เป็นการทดสอบ Goodness-of-fit tests : Contingency tables 3. เลือก Type of power analysis เป็นการทดสอบ A priori: Compute required sample size – given  $\alpha$ , power, and effect size 4. ระบุค่าพารามิเตอร์ ได้แก่ Effect size  $w=0.3$ ,  $\alpha$  err prob = 0.05, Power  $(1-\beta$  err prob) = 0.8 และ Df = 68 ได้กลุ่มตัวอย่างจำนวนทั้งสิ้น 382 คน

### การได้มาซึ่งกลุ่มตัวอย่าง

การได้มาซึ่งกลุ่มตัวอย่าง ใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน ดังนี้ ขั้นที่ 1 การสุ่มตัวอย่างแบบวิธีแบ่งชั้นภูมิ (Stratified random sampling) จำแนกตามประเภทของเทศบาล แบ่งเป็นเทศบาลเมือง และเทศบาลตำบล ขั้นที่ 2 สุ่มกลุ่มตัวอย่างด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple random sampling) ตามสัดส่วนประชากรพนักงานเก็บขยะมูลฝอยตามประเภทของเทศบาล โดยใช้คอมพิวเตอร์ในการสุ่ม โดยแบ่งการสุ่มแยกตามประเภทของเทศบาล สร้างเลขสุ่มตั้งแต่หมายเลข 1 จนถึงหมายเลขสุดท้ายของแต่ละประเภทเทศบาล โปรแกรมจะแสดงผลการสุ่มตัวอย่างตามจำนวนแต่ละประเภทเทศบาล จากนั้นจึงขอความอนุเคราะห์ให้ผู้บริหารของเทศบาล ประสานติดต่อกับกลุ่มตัวอย่างที่ผู้วิจัยสุ่มได้ เพื่อขอความยินยอมในการให้ข้อมูล

เกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างเข้าศึกษา ประกอบด้วย 1) มีประสบการณ์การทำงาน ไม่น้อยกว่า 3 เดือน 2) สามารถอ่าน เขียน และสื่อสารภาษาไทยได้ และ 3) สมัยครใจและยินดีเข้าร่วมวิจัย

### เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ คือ แบบสอบถามที่ได้จากการทบทวนวรรณกรรมจากแนวคิด ทฤษฎี PRECEDE-PROCEED model (Green & Kreuter, 1999) แนวคิดพฤติกรรมกำบังกันโรคและการบาดเจ็บจากการทำงานของพนักงานเก็บขยะมูลฝอย แนวคิด ทฤษฎีป้องกันสุขภาพ ของ Harris & Guten (1979) และปรับปรุงจากแบบสอบถามพฤติกรรมกำบังกันโรคและการบาดเจ็บจากการทำงานของพนักงานเก็บขยะมูลฝอยของ วิราภรณ์ ทองยัง (2552) มาเป็นกรอบในการสร้างเครื่องมือ ประกอบด้วยแบบสอบถาม ดังนี้

### 1. แบบสอบถามข้อมูลด้านปัจจัยนำ แบ่งเป็น

ส่วนที่ 1 แบบสอบถามข้อมูลส่วนบุคคล จำนวน 8 ข้อ ได้แก่ เพศ อายุ สถานภาพการสมรส ระดับการศึกษา ศาสนา รายได้ต่อเดือน ระยะเวลาในการทำงาน สถานภาพการจ้างงานในปัจจุบัน

ส่วนที่ 2 แบบสอบถามความรู้เกี่ยวกับการป้องกันโรคและการบาดเจ็บจากการทำงาน จำนวน 12 ข้อ ลักษณะคำถามเป็นแบบเลือกตอบ 2 ตัวเลือก คือ ใช่กับไม่ใช่ เกณฑ์การให้คะแนน ตอบถูก ให้ 1 คะแนน ตอบผิด ให้ 0 คะแนน

ส่วนที่ 3 แบบสอบถามทัศนคติต่อการป้องกันโรคและการบาดเจ็บจากการทำงาน จำนวน 12 ข้อ ลักษณะคำถามเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) มี 3 ระดับ ได้แก่ เห็นด้วย ไม่แน่ใจ และไม่เห็นด้วย เกณฑ์การให้คะแนนข้อคำถามที่แสดงระดับทัศนคติมากที่สุดจนถึงน้อยที่สุด เป็น 3,2,1 คะแนน ตามลำดับ

ส่วนที่ 4 แบบสอบถามการรับรู้ต่อการป้องกันโรคและการบาดเจ็บจากการทำงาน จำนวน 10 ข้อ ลักษณะคำถามเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) มี 3 ระดับ ได้แก่ เห็นด้วย ไม่แน่ใจ และไม่เห็นด้วย เกณฑ์การให้คะแนนข้อคำถามที่แสดงระดับการรับรู้มากที่สุดจนถึงน้อยที่สุด เป็น 3,2,1 คะแนน ตามลำดับ

### 2. แบบสอบถามข้อมูลด้านปัจจัยเอื้อ แบ่งเป็น

ส่วนที่ 1 แบบสอบถามการได้รับการอบรม จำนวน 5 ข้อ ลักษณะคำถามเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) มี 3 ระดับ ได้แก่ เคยได้รับการอบรม ไม่แน่ใจ และไม่เคยได้รับการอบรม เกณฑ์การให้คะแนนของข้อคำถาม เป็น 3,2,1 คะแนนตามลำดับ

ส่วนที่ 2 แบบสอบถามการได้รับการสนับสนุนอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล จำนวน 5 ข้อ ลักษณะคำถามเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) มี 3 ระดับ ได้แก่ ได้รับเป็นประจำ ได้รับเป็นบางครั้ง และไม่เคยได้รับเลย เกณฑ์การให้คะแนนของข้อคำถาม เป็น 3,2,1 คะแนนตามลำดับ

ส่วนที่ 3 แบบสอบถามนโยบายส่งเสริมสุขภาพและความปลอดภัยของหน่วยงาน เป็นแบบสอบถามการรับรู้ของพนักงานว่าหน่วยงานของตนเองมีนโยบาย กฎระเบียบ ข้อบังคับของหน่วยงานเกี่ยวกับการปฏิบัติงานเพื่อป้องกันโรคและการบาดเจ็บจากการทำงาน จำนวน 7 ข้อ ลักษณะคำถามเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) มี 3 ระดับ ได้แก่ เห็นด้วย ไม่แน่ใจ และไม่เห็นด้วย เกณฑ์การให้คะแนนของข้อคำถาม เป็น 3, 2, 1 คะแนนตามลำดับ

3. แบบสอบถามข้อมูลด้านปัจจัยเสริม ได้แก่ แบบสอบถามการได้รับการสนับสนุนทางสังคม การตักเตือน ให้คำแนะนำ เกี่ยวกับการป้องกันโรคและการบาดเจ็บจากการทำงาน จากบุคคลในครอบครัว เพื่อนร่วมงาน หัวหน้างาน จำนวน 9 ข้อ ลักษณะคำถามเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) มี 3 ระดับ ได้แก่ ได้รับเป็นประจำ ได้รับบางครั้ง และไม่ได้รับเลย เกณฑ์การให้คะแนนของข้อคำถาม เป็น 3,2,1 คะแนนตามลำดับ

4. แบบสอบถามพฤติกรรมกรรมการป้องกันโรคและการบาดเจ็บจากการทำงาน จำนวน 20 ข้อ ประกอบด้วย เนื้อหาพฤติกรรมด้านการปฏิบัติเพื่อสุขภาพ การปฏิบัติเพื่อความปลอดภัย การปฏิบัติป้องกันสุขภาพ การปฏิบัติเพื่อหลีกเลี่ยงอันตรายจากสิ่งแวดล้อม และการปฏิบัติเพื่อหลีกเลี่ยงสารที่มีอันตรายต่อสุขภาพ ลักษณะคำถามเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) มี 4 ระดับ ได้แก่ ปฏิบัติทุกครั้ง ปฏิบัติบ่อยครั้ง ปฏิบัติบางครั้ง และไม่เคยปฏิบัติเลย เกณฑ์การให้คะแนนของข้อคำถามที่แสดงพฤติกรรมมากที่สุดจนถึงน้อยที่สุด เป็น 4,3,2,1 คะแนน ตามลำดับ

**การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ** ตรวจสอบความตรงของเนื้อหา (Content validity) โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน โดยคำนวณหาค่าความเที่ยงตรง (Content Validity Index: CVI) ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ และนำไปทดลองใช้ (Try out) กับพนักงานเก็บขยะมูลฝอยที่คุณสมบัติคล้ายกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน และหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบสอบถามโดยใช้การหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของคอนบาค รายละเอียด ดังนี้ 1. แบบสอบถามความรู้ มีค่าความเที่ยงตรง CVI = 1.0 และค่าความเชื่อมั่น KR-20 เท่ากับ 0.728 2. แบบสอบถามทัศนคติ มีค่าความเที่ยงตรง CVI = 1.0 และค่าความเชื่อมั่น สัมประสิทธิ์แอลฟาครอนบาคเท่ากับ 0.771 3. แบบสอบถามการรับรู้ มีค่าความเที่ยงตรง CVI = 1.0 และค่าความเชื่อมั่น สัมประสิทธิ์แอลฟาครอนบาคเท่ากับ 0.755 4. แบบสอบถามข้อมูลด้านปัจจัยเอื้อ มีค่าความเที่ยงตรง CVI = 1.0 และค่าความเชื่อมั่น สัมประสิทธิ์แอลฟาครอนบาคเท่ากับ 0.710 5. แบบสอบถามข้อมูลด้านปัจจัยเสริม มีค่าความเที่ยงตรง CVI = 1.0 และค่าความเชื่อมั่น สัมประสิทธิ์แอลฟาครอนบาคเท่ากับ 0.722 และ 6. แบบสอบถามพฤติกรรมกรรมการป้องกันโรคและการบาดเจ็บจากการทำงาน ค่าความเที่ยงตรง CVI = 0.95 และค่าความเชื่อมั่น สัมประสิทธิ์แอลฟาครอนบาคเท่ากับ 0.703

#### **การเก็บรวบรวมข้อมูล**

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามวิธีการ ดังนี้

1. ผู้วิจัยทำหนังสือขอความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลถึงผู้บริหารของเทศบาล เพื่อขอความอนุเคราะห์ในการขอเก็บข้อมูลในพื้นที่ตามที่ผู้วิจัยทำการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง
2. ผู้วิจัยติดต่อประสานงานกับหัวหน้าของพนักงานเก็บขยะมูลฝอย ชี้แจงให้ทราบวัตถุประสงค์การเก็บข้อมูล และทำการนัดหมายวันเวลาและสถานที่
3. ผู้วิจัยบอกวัตถุประสงค์ในการเก็บข้อมูล ชี้แจงสิทธิของผู้เข้าร่วมศึกษาและข้อตกลงให้ความร่วมมือในการให้ข้อมูล ดำเนินการตามกระบวนการขอความยินยอม (Informed consent process)
4. ผู้วิจัยเริ่มดำเนินการเก็บข้อมูลโดยใช้แบบสอบถาม ปัจจัยนำ ปัจจัยเอื้อ ปัจจัยเสริม และพฤติกรรมกรรมการป้องกันโรคและการบาดเจ็บจากการทำงานของพนักงานเก็บขยะมูลฝอย

### สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปด้วยสถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ จำนวน ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
2. วิเคราะห์ข้อมูลปัจจัยเชิงสาเหตุที่ส่งผลต่อพฤติกรรมการป้องกันโรคและการบาดเจ็บจากการทำงาน โดยโปรแกรมสำเร็จรูป (LISREL) ตรวจสอบความสัมพันธ์โครงสร้างเชิงสาเหตุ (Structural Equation Model: SEM) เพื่อตรวจสอบความกลมกลืนของแบบจำลองที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นกับข้อมูลเชิงประจักษ์ พิจารณาจากเกณฑ์ ดังนี้ ค่าไคสแควร์สัมพันธ์ น้อยกว่า 2 Relative  $\chi^2 < 2$ , ค่าดัชนีตรวจสอบความกลมกลืน ได้แก่ ค่า GFI, AGFI, CFI, NFI ต้องมีค่ามากกว่า 0.95, ค่าความคลาดเคลื่อนของการประมาณค่า ได้แก่ ค่า RMSEA และ SRMR ต้องมีค่าน้อยกว่า 0.05 ค่าน้ำหนักองค์ประกอบแต่ละเส้นต้องมีค่ามากกว่า 0 ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยใช้สถิติทดสอบที พิจารณาค่าสัมบูรณ์ของ t ต้องมากกว่า 1.96 (Schumacker & Lomax, 2010; พูลพงษ์ สุขสว่าง, 2557)

### การพิทักษ์สิทธิ์กลุ่มตัวอย่าง

โครงการวิจัยผ่านการรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยบูรพา เลขที่ IRB3-112/2566 รับรองเมื่อวันที่ 13 พฤศจิกายน พ.ศ. 2566 และการเข้าร่วมโครงการวิจัยผู้ยินยอมจะเข้าร่วมด้วยความสมัครใจและลงนามในเอกสารแสดงความยินยอม

## ผลการวิจัยและอภิปรายผล

### ผลการวิจัย

#### ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง

จากการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นเพศชาย คิดเป็นร้อยละ 79.30 กลุ่มตัวอย่างมีอายุเฉลี่ย  $43.88 \pm 0.90$  ปี สถานภาพส่วนใหญ่มีสถานภาพสมรส คิดเป็นร้อยละ 47.10 รองลงมาคือ สถานภาพโสด คิดเป็นร้อยละ 43.50 ระดับการศึกษาส่วนใหญ่เป็นระดับประถมศึกษา คิดเป็นร้อยละ 38.70 รองลงมาคือมัธยมศึกษาตอนต้น คิดเป็นร้อยละ 34.60 ส่วนใหญ่นับถือศาสนาพุทธ คิดเป็นร้อยละ 97.60 รองลงมานับถือศาสนาอิสลาม คิดเป็นร้อยละ 1.30 ส่วนใหญ่มีรายได้ต่อเดือน 9,001 – 11,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 58.40 รองลงมา มีรายได้มากกว่า 11,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 30.60 ระยะเวลาในการทำงานส่วนใหญ่ น้อยกว่า 6 ปี คิดเป็นร้อยละ 53.90 รองลงมา 6-10 ปี ร้อยละ 20.70 สถานภาพการจ้างงานในปัจจุบัน เป็นพนักงานจ้างทั่วไปส่วนใหญ่ คิดเป็นร้อยละ 66.50 รองลงมา เป็นพนักงานจ้างตามภารกิจ คิดเป็นร้อยละ 13.60

**การวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงสาเหตุและการตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของปัจจัยนำ ปัจจัยเอื้อ และปัจจัยเสริม กับพฤติกรรมการป้องกันโรคและการบาดเจ็บจากการทำงานของพนักงานเก็บขยะมูลฝอย**

ผลการวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้างของรูปแบบปัจจัยนำ ปัจจัยเอื้อ และปัจจัยเสริมกับพฤติกรรม การป้องกันโรคและการบาดเจ็บจากการทำงานของพนักงานเก็บขยะมูลฝอยที่พัฒนาขึ้นมีความสอดคล้องกับ ข้อมูลเชิงประจักษ์ มีค่า Chi-Square = 68.83, df= 55, Relative Chi-Square = 1.251, p = 0.09958, RMSEA = 0.026, SRMR = 0.0269, CFI = 0.993, GFI = 0.976, AGFI = 0.954, NFI = 0.967 โดยดัชนีความ สอดคล้องเป็นไปตามเกณฑ์ แสดงดังตารางที่ 1 (Schumacker & Lomax, 2010; พูลพงศ์ สุขสว่าง, 2557)

**ตารางที่ 1** ผลการวิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้องของโมเดลปัจจัยที่มีความความสัมพันธ์ต่อพฤติกรรมการ ป้องกันโรคและการบาดเจ็บจากการทำงานของพนักงานเก็บขยะมูลฝอย

ค่าดัชนี	เกณฑ์พิจารณา	ค่าสถิติในโมเดล	ผลการพิจารณา
P-value	> 0.05	0.09958	ผ่านเกณฑ์
Relative Chi-Square	< 2.00	1.251	ผ่านเกณฑ์
RMSEA	< 0.05	0.026	ผ่านเกณฑ์
SRMR	< 0.05	0.0269	ผ่านเกณฑ์
CFI	> 0.95	0.993	ผ่านเกณฑ์
GFI	> 0.95	0.976	ผ่านเกณฑ์
AGFI	> 0.95	0.954	ผ่านเกณฑ์
NFI	> 0.95	0.967	ผ่านเกณฑ์

เมื่อพิจารณารายละเอียด พบว่า ตัวแปรปัจจัยนำ ปัจจัยเสริม และปัจจัยเอื้อ สามารถอธิบายความ แปรปรวนของพฤติกรรมการป้องกันโรคและการบาดเจ็บจากการทำงานของพนักงานเก็บขยะมูลฝอย ได้ร้อยละ 46.4 และตัวแปรทั้งสามส่งผลทางบวกต่อพฤติกรรมการป้องกันโรคและการบาดเจ็บจากการทำงานของพนักงาน เก็บขยะมูลฝอย และเมื่อพิจารณาเส้นทางอิทธิพลที่ส่งผลต่อตัวแปรพฤติกรรมการป้องกันโรคและการบาดเจ็บ จากการทำงาน พบว่า ตัวแปรที่มีอิทธิพลสูงสุดคือ ปัจจัยเอื้อ รองลงมา คือ ปัจจัยเสริม และปัจจัยนำ โดยมี ขนาดอิทธิพลรวมเท่ากับ 0.495, 0.262 และ 0.249 ตามลำดับ

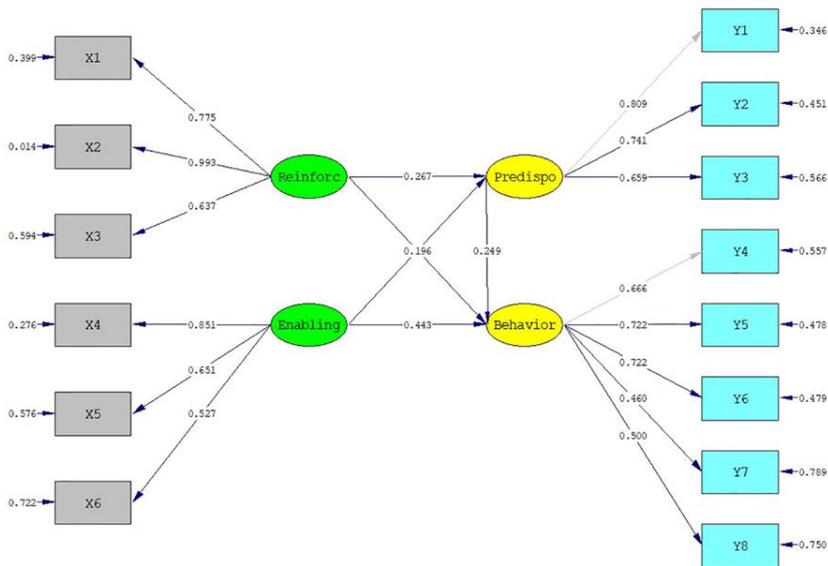
เมื่อพิจารณาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมการป้องกันโรคและการบาดเจ็บจากการทำงาน พบว่า ปัจจัย นำ มีอิทธิพลทางตรงต่อพฤติกรรมการป้องกันโรคและการบาดเจ็บจากการทำงาน มีค่าสัมประสิทธิ์อิทธิพล ทางตรง เท่ากับ 0.249 ปัจจัยเอื้อ มีอิทธิพลทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อพฤติกรรม การป้องกันโรคและการ บาดเจ็บจากการทำงาน โดยมีตัวแปรปัจจัยนำเป็นตัวส่งผ่าน มีค่าสัมประสิทธิ์อิทธิพลทางตรงเท่ากับ 0.443 และมีค่าสัมประสิทธิ์อิทธิพลทางอ้อมเท่ากับ 0.052 ปัจจัยเสริม มีอิทธิพลทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อพฤติกรรม การ ป้องกันโรคและการบาดเจ็บจากการทำงาน โดยมีตัวแปรปัจจัยนำเป็นตัวส่งผ่าน มีค่าสัมประสิทธิ์อิทธิพลทางตรง เท่ากับ 0.196 และมีค่าสัมประสิทธิ์อิทธิพลทางอ้อมเท่ากับ 0.067 ดังตารางที่ 2 และภาพที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าสัมประสิทธิ์อิทธิพลของโมเดลปัจจัยที่มีความความสัมพันธ์ต่อพฤติกรรมการป้องกันโรคและการบาดเจ็บจากการทำงานของพนักงานเก็บขยะมูลฝอย

ตัวแปรตาม	ปัจจัยนำ			พฤติกรรมป้องกันโรคและการบาดเจ็บจากการทำงาน		
	DE	IE	TE	DE	IE	TE
ปัจจัยเสริม	0.267	-	0.267	0.196	0.067	0.262
ปัจจัยเอื้อ	0.208	-	0.208	0.443	0.052	0.495
ปัจจัยนำ	-	-	-	0.249	-	0.249
R-square	0.156			0.464		

Chi- Square = 68.83, df= 55, relative Chi-Square = 1.251, p = 0.09958, RMSEA = 0.026, SRMR = 0.0269, CFI = 0.993, GFI = 0.976, AGFI = 0.954, NFI = 0.967

\*p<.05



ภาพที่ 2 ค่านำหนักมาตรฐานของโมเดลปัจจัยที่มีความความสัมพันธ์ต่อพฤติกรรมการป้องกันโรคและการบาดเจ็บจากการทำงานของพนักงานเก็บขยะมูลฝอย

หมายเหตุ ปัจจัยเสริม (Reinforcing), X1=ครอบครัว, X2=เพื่อนร่วมงาน, X3=หัวหน้างาน, ปัจจัยเอื้อ (Enabling), X4=การได้รับการอบรม, X5=การได้รับการสนับสนุนอุปกรณ์, X6=นโยบายส่งเสริมสุขภาพและความปลอดภัย, ปัจจัยนำ (Predisposing), Y1=ความรู้เกี่ยวกับการป้องกันโรคและการบาดเจ็บจากการทำงาน, Y2=ทัศนคติต่อการป้องกันโรคและการบาดเจ็บจากการทำงาน, Y3=การรับรู้ต่อการป้องกันโรคและการบาดเจ็บจากการทำงาน, พฤติกรรมป้องกันโรคและการบาดเจ็บจากการทำงาน (Behavior), Y4=พฤติกรรมด้านการปฏิบัติเพื่อสุขภาพ, Y5=พฤติกรรมด้านการปฏิบัติเพื่อความปลอดภัย, Y6=พฤติกรรมด้านการปฏิบัติป้องกันสุขภาพ, Y7=พฤติกรรมด้านการปฏิบัติเพื่อหลีกเลี่ยงอันตรายจากสิ่งแวดล้อม, Y8=พฤติกรรมด้านการปฏิบัติเพื่อหลีกเลี่ยงสารที่มีอันตรายต่อสุขภาพ

## อภิปรายผล

ผลการศึกษาพบว่า โมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์สามารถอภิปรายผลได้ ดังนี้

ปัจจัยนำ มีอิทธิพลทางตรงเชิงบวกต่อพฤติกรรมการป้องกันโรคและการบาดเจ็บจากการทำงานของพนักงานเก็บขยะมูลฝอย เมื่อพิจารณาตัวบ่งชี้ ประกอบด้วยความรู้เกี่ยวกับการป้องกันโรคและการบาดเจ็บจากการทำงาน ทักษะคิดต่อการป้องกันโรคและการบาดเจ็บจากการทำงาน และ การรับรู้ต่อการป้องกันโรคและการบาดเจ็บจากการทำงาน สามารถอธิบายได้ว่า พนักงานเก็บขยะที่มีความรู้เกี่ยวกับการป้องกันโรค จากการสั่งสมประสบการณ์ หรือแสวงหาความรู้เพิ่มเติม ทำให้สามารถปฏิบัติตัวได้ถูกต้อง และส่งผลให้เกิดพฤติกรรมป้องกันตนเองที่ดี และการมีทัศนคติและการรับรู้ที่ดีต่อการป้องกันโรคและการบาดเจ็บจากการทำงาน ก็จะทำให้มีการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมเพื่อการป้องกันโรคและการบาดเจ็บที่ดีด้วย สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Neal et al. (2000) ที่พบว่าความรู้ด้านความปลอดภัยมีอิทธิพลทางตรงเชิงบวกต่อพฤติกรรมด้านความปลอดภัย และ การศึกษาของ Guo et al. (2016) ที่พบว่าความรู้ด้านความปลอดภัย มีอิทธิพลทางตรงเชิงบวกต่อพฤติกรรมมีส่วนร่วมด้านความปลอดภัยของพนักงาน เมื่อพิจารณาด้านทัศนคติและการรับรู้ต่อการป้องกันโรคและการบาดเจ็บจากการทำงาน พบว่าสอดคล้องกับการศึกษาของ สุภัทริภา ชันทจร และคณะ (2562) ที่พบว่าเจตคติต่อพฤติกรรมป้องกันอันตรายจากการทำงาน และ การรับรู้ความเสี่ยงจากการทำงาน มีอิทธิพลทางตรงเชิงบวกต่อพฤติกรรมป้องกันอันตรายจากการทำงาน และ ผลการวิจัยแตกต่างกับการศึกษาของ สุภัทริภา ชันทจร และคณะ (2562) ที่พบว่า นอกจากปัจจัยนำจะมีอิทธิพลทางตรงแล้วยังมีอิทธิพลทางอ้อมผ่านปัจจัยเสริม คือ การคล้อยตามเพื่อนร่วมงาน หรือหัวหน้างานต่อพฤติกรรมป้องกันอันตรายของพนักงานก่อสร้าง

ปัจจัยเอื้อ มีอิทธิพลทั้งทางตรงและทางอ้อมเชิงบวกผ่านปัจจัยนำต่อพฤติกรรมการป้องกันโรคและการบาดเจ็บจากการทำงาน เมื่อพิจารณาอิทธิพลทางตรง ตัวบ่งชี้ ประกอบด้วย การได้รับการอบรมเรื่องการป้องกันโรคและการบาดเจ็บจากการทำงาน การได้รับการสนับสนุนอุปกรณ์ และนโยบายส่งเสริมสุขภาพและความปลอดภัย สามารถอธิบายได้ว่า เมื่อพนักงานได้รับสิ่งสนับสนุนหรือสิ่งผลักดันที่เอื้อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม นั่นคือการได้รับการอบรมเพื่อเพิ่มเติมความรู้ การได้รับการสนับสนุนอุปกรณ์ที่จำเป็น และการมีนโยบายส่งเสริมสุขภาพที่ครอบคลุมเพื่อให้พนักงานเกิดความมั่นใจ ย่อมจะส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมได้ดีขึ้น สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Seo et al. (2015) ที่พบว่า ปัจจัยเอื้อ คือ ข้อบังคับด้านความปลอดภัย และการอบรมด้านความปลอดภัยมีอิทธิพลทางตรงเชิงบวกต่อพฤติกรรมความปลอดภัยของพนักงานก่อสร้าง และ การศึกษาของ Guo et al. (2016) ที่พบว่า ปัจจัยเอื้อ คือ การได้รับการฝึกอบรมที่เพียงพอ การจัดหาอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล และนโยบายบริหารความปลอดภัย มีอิทธิพลทางตรงเชิงบวกต่อพฤติกรรมด้านความปลอดภัยของพนักงาน และ การศึกษาของ สุภัทริภา ชันทจร และคณะ (2562) ที่พบว่า ปัจจัยเอื้อ คือ การมีมาตรการควบคุมและสนับสนุนจากหน่วยงาน (ด้านจิตใจและอารมณ์, ด้านการกำหนดนโยบาย, ด้านสนับสนุนวัสดุอุปกรณ์ในการปฏิบัติงาน) มีอิทธิพลทางตรงเชิงบวกต่อพฤติกรรมป้องกันอันตรายของพนักงานก่อสร้าง และ ปัจจัยเอื้อมีอิทธิพลทางอ้อมเชิงบวกผ่านปัจจัยนำ สามารถอธิบายได้ว่า เมื่อพนักงานได้รับการอบรมเกี่ยวกับการป้องกันโรคและการบาดเจ็บจากการทำงานย่อมจะส่งผลให้เกิดความรู้ในการป้องกันตนเองเกิดการรับรู้ และทัศนคติต่อการป้องกันโรคและการบาดเจ็บที่ดีขึ้น ทำให้ปฏิบัติตนในการป้องกันตนเองได้

ถูกต้อง การได้รับการสนับสนุนอุปกรณ์ที่จำเป็น จะทำให้พนักงานเกิดการรับรู้ประโยชน์ของการป้องกันโรคและการบาดเจ็บ และการได้รับนโยบายส่งเสริมสุขภาพและความปลอดภัยจากหน่วยงาน จะทำให้พนักงานเกิดความเชื่อมั่นในระบบส่งเสริมสุขภาพและการดูแลของหน่วยงาน เช่น มีการกำหนด กฎ ระเบียบ มีผู้รับผิดชอบคอยติดตามดูแล การตรวจสุขภาพประจำปี การกำหนดบทลงโทษเมื่อฝ่าฝืนกฎ หรือ การชมเชยเมื่อปฏิบัติงานได้ถูกต้อง ซึ่งจะทำให้พนักงานมีทัศนคติที่ดีในการปฏิบัติงาน มีความตั้งใจที่จะปฏิบัติและเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมไปในทางที่ดีขึ้น สอดคล้องกับผลการศึกษาของสุภัทริภา ชันทจร และคณะ (2562) ที่พบว่า ปัจจัยเอื้อคือ การมีมาตรการควบคุมและสนับสนุนจากหน่วยงาน (ด้านจิตใจและอารมณ์, ด้านการกำหนดนโยบาย, ด้านสนับสนุนวัสดุอุปกรณ์ในการปฏิบัติงาน) มีอิทธิพลทางอ้อมเชิงบวกผ่านเจตคติต่อพฤติกรรมป้องกันอันตรายของพนักงานก่อสร้าง และ การศึกษาของ Neal et al. (2000) ที่พบว่าปัจจัยเอื้อคือ การได้รับการฝึกอบรม การจัดหาอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล และ นโยบายบริหารของหน่วยงาน ส่งผลทางอ้อมเชิงบวกผ่านความเกี่ยวข้องกับความปลอดภัยต่อพฤติกรรมด้านความปลอดภัย และผลการวิจัยแตกต่างกับการศึกษาของ สุภัทริภา ชันทจร และคณะ (2562) ที่พบว่า นอกจากปัจจัยเอื้อจะมีอิทธิพลทางอ้อมผ่านปัจจัยนำแล้ว ยังพบว่าปัจจัยเอื้อมีอิทธิพลทางอ้อมเชิงบวกผ่านปัจจัยเสริมอีกด้วย คือ การคล้อยตามเพื่อนร่วมงาน หรือหัวหน้างานต่อพฤติกรรมป้องกันอันตรายของพนักงานก่อสร้าง

ปัจจัยเสริม มีอิทธิพลทั้งทางตรงและทางอ้อมเชิงบวกผ่านปัจจัยนำต่อพฤติกรรมการป้องกันโรคและการบาดเจ็บจากการทำงาน เมื่อพิจารณาอิทธิพลทางตรง ตัวบ่งชี้ ประกอบด้วย ปัจจัยเสริมด้านครอบครัว ด้านเพื่อนร่วมงาน และด้านหัวหน้างาน สามารถอธิบายได้ว่า แรงสนับสนุนจากครอบครัว เพื่อนร่วมงาน และหัวหน้างาน มีอิทธิพลช่วยผลักดันให้บุคคลมีพฤติกรรมที่ปลอดภัย และเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม ทั้งทางด้าน การให้กำลังใจ การได้รับคำแนะนำ คำตักเตือน ความห่วงใย หรือการปฏิบัติตนเป็นแบบอย่างที่ต้องการ ซึ่งก็จะส่งผลให้เกิดการคล้อยตาม หรือมีกำลังใจที่จะเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมป้องกันตนเองที่ดีขึ้น สอดคล้องกับผลการศึกษาของ สุภัทริภา ชันทจร และคณะ (2562) ที่พบว่า ปัจจัยเสริม คือ การคล้อยตามแบบอย่าง คือ เพื่อนร่วมงาน หรือหัวหน้างาน มีอิทธิพลทางตรงเชิงบวกต่อพฤติกรรมป้องกันอันตรายของพนักงานก่อสร้าง และ การศึกษาของ Guo et al. (2016) ที่พบว่า การสนับสนุนทางสังคม มีอิทธิพลทางตรงเชิงบวกต่อพฤติกรรมปฏิบัติตัวด้านความปลอดภัยของพนักงาน และ การศึกษาของ ทิพย์สุคนธ์ ศรีลาธรรม และคณะ (2563) ซึ่งพบว่า การสนับสนุนทางสังคม มีอิทธิพลทางตรงเชิงบวกต่อพฤติกรรมป้องกันโรคความดันโลหิตสูง และปัจจัยเสริม มีอิทธิพลทางอ้อมเชิงบวกผ่านปัจจัยนำ สามารถอธิบายได้ว่า การได้รับการสนับสนุนจากเพื่อนร่วมงาน ซึ่งอาจจะเป็นการปฏิบัติตัวที่เป็นต้นแบบทางด้านบวก ด้านลบ การแนะนำ การตักเตือนซึ่งกันและกัน จะส่งเสริมให้ผู้ปฏิบัติงานมีความรู้ความเข้าใจในการปฏิบัติตัวที่ต้องการ เกิดการคล้อยตาม รับรู้ถึงประโยชน์ในการป้องกันตนเองผ่านเพื่อนร่วมงานที่ปฏิบัติตนได้ถูกต้อง และรับรู้ถึงความเสี่ยงและความรุนแรงเมื่อไม่ป้องกันตนเองจากเพื่อนร่วมงานที่ปฏิบัติพฤติกรรมไม่ถูกต้อง การได้รับคำแนะนำ ตักเตือน ความห่วงใย และกำลังใจจากครอบครัว ทำให้มีความระมัดระวังในการปฏิบัติตนเพื่อให้ความปลอดภัย เกิดการรับรู้ประโยชน์ว่าหากปฏิบัติพฤติกรรมถูกต้อง จะเกิดผลดีและทำให้ไม่เป็นโรคหรือการบาดเจ็บ และไม่ส่งผลกระทบต่อรายได้ของครอบครัว และการสนับสนุนจากหัวหน้างาน เช่น การให้คำแนะนำ ตักเตือน คำชื่นชมรางวัล ทำให้พนักงานมีการเปลี่ยนแปลงทัศนคติที่ดีในการปฏิบัติงาน มีกำลังใจ เห็นประโยชน์ของการปฏิบัติเพื่อ

ป้องกันอันตราย และส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมที่ดีขึ้น สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Guo et al. (2016) ที่พบว่า การสนับสนุนทางสังคม มีอิทธิพลทางอ้อมเชิงบวกผ่านปัจจัยนำ คือ ความรู้ด้านความปลอดภัย ต่อพฤติกรรมการมีส่วนร่วมด้านความปลอดภัยของแรงงาน จากผลการศึกษาพบลักษณะความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของปัจจัยนำ ปัจจัยเอื้อ และปัจจัยเสริม ที่สามารถนำไปใช้ออกแบบกิจกรรมที่ส่งเสริมให้ผู้ปฏิบัติงานเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมเพื่อป้องกันโรคและการบาดเจ็บจากการทำงานได้ อย่างไรก็ตามการศึกษานี้อาจได้ข้อมูลในช่วงเวลาที่ทำการเก็บข้อมูลเท่านั้น ซึ่งเมื่อเวลาผ่านไปตัวแปรอาจมีการเปลี่ยนแปลง หรืออาจมีตัวแปรอื่นๆ ที่ส่งผลต่อพฤติกรรมการป้องกันโรคและการบาดเจ็บจากการทำงาน

## สรุป

ผลการศึกษาพบว่าโมเดลสมการโครงสร้างที่พัฒนาขึ้นมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ และพบว่า ปัจจัยนำมีอิทธิพลทางตรงต่อพฤติกรรมการป้องกันโรคและการบาดเจ็บจากการทำงาน ปัจจัยเอื้อและปัจจัยเสริมมีอิทธิพลทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อพฤติกรรมการป้องกันโรคและการบาดเจ็บจากการทำงาน โดยผ่านปัจจัยนำ ซึ่งแสดงให้เห็นลักษณะความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของปัจจัยนำ ปัจจัยเอื้อ และปัจจัยเสริม ซึ่งหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง สามารถนำไปใช้ออกแบบกิจกรรม โปรแกรม หรือร่วมกันกำหนดข้อตกลงหรือนโยบาย เพื่อส่งเสริมสุขภาพและความปลอดภัย เช่น การส่งเสริมให้มีการอบรมให้ความรู้ด้านความปลอดภัยอย่างสม่ำเสมอ การจัดสรรอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลให้เพียงพอ การสร้างแรงจูงใจในการปฏิบัติงาน เพื่อส่งเสริมให้ผู้ปฏิบัติงานเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการป้องกันโรคและการบาดเจ็บจากการทำงาน ลดโรคและการบาดเจ็บจากการทำงาน ลดค่าใช้จ่ายในการรักษาพยาบาล และมีคุณภาพชีวิตที่ดีต่อไป

## ข้อเสนอแนะ

### ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

ผลการวิจัยได้ลักษณะความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระหว่าง ปัจจัยนำ ปัจจัยเอื้อ และปัจจัยเสริม ต่อพฤติกรรมการป้องกันโรคและการบาดเจ็บในการทำงานของพนักงานเก็บขยะมูลฝอย สามารถนำไปประเมินองค์ประกอบที่จะนำไปใช้ออกแบบกิจกรรม เช่น ด้านปัจจัยนำ โดยการจัดอบรมให้ความรู้อย่างสม่ำเสมอ เน้นกิจกรรมที่หลากหลาย เช่น ให้ความรู้ผ่านสื่อที่เข้าใจง่าย ให้ความรู้ผ่านตัวต้นแบบด้านบวก ด้านลบ ด้านปัจจัยเอื้อ มีการจัดสรรอุปกรณ์ป้องกันอันตรายที่เพียงพอ จัดสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการใช้งาน และด้านปัจจัยเสริม ใช้การสร้างแรงจูงใจ เช่น คำชมเชย รางวัล มีการกระตุ้นจากหัวหน้างาน เพื่อนร่วมงาน และครอบครัว เพื่อการปฏิบัติตนที่ถูกต้อง ซึ่งสามารถนำผลจากการศึกษาไปใช้ออกแบบกิจกรรมที่ครอบคลุมและมีประสิทธิภาพ

### ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

ควรมีการศึกษาโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ โดยอาจพิจารณาตัวแปรอื่นๆ ที่ไม่ได้ทำการศึกษาในครั้งนี้ เช่น ทฤษฎีแบบแผนความเชื่อทางด้านสุขภาพ ทฤษฎีแรงจูงใจในการป้องกันโรค

## กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณพนักงานเก็บขยะมูลฝอย ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูล และยินดีเข้าร่วมโครงการวิจัย และขอบคุณทุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยราชภัฏราชชนครินทร์

## เอกสารอ้างอิง

กรมควบคุมมลพิษ. (2566). รายงานสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย ปี พ.ศ. 2566. สืบค้นจาก

<https://www.pcd.go.th/publication/32171>

จิตติพงษ์ สังข์ทอง, และนิศากร ตันติวิบูลชัย. (2565). ปัจจัยส่วนบุคคลที่มีผลต่อพฤติกรรมการใช้อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคลของพนักงานเก็บขยะของเทศบาลตำบลในจังหวัดภูเก็ต.

วารสารวิชาการสาธารณสุขชุมชน, 8(2), 16-28.

ชญาดา พูลศรี, ลักษณะ เหล่าเกียรติ และเพ็ญศรี วิจฉลญาณ. (2562). ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการดูแลสุขภาพของพนักงานเก็บขยะสังกัดเทศบาลนครพิษณุโลก. วารสารการพยาบาลและสุขภาพ, 13(3), 10-22.

ทวี บุตรสอน. (2564). ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการป้องกันอุบัติเหตุจากการทำงานของพนักงานเก็บขยะเทศบาลเมืองศรีสะเกษ. วารสารการแพทย์และสาธารณสุข มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 4(2), 102-110.

ทัศนพงษ์ ตันติปัญจพร, พัฒนพงษ์ ปั่นเหนงเพ็ชร และนพรัตน์ ศรีเครือแก้ว. (2563). ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการป้องกันอันตรายของคณงานเก็บขยะ ในเทศบาลนครพิษณุโลก จังหวัดพิษณุโลก.

วารสารสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2(3), 1-14.

ทิพย์สุนันท์ ศรีลาธรรม, สุรีย์ จันทรมโนลี และประภาเพ็ญ สุวรรณ. (2563). ปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีผลต่อพฤติกรรมการป้องกันโรคความดันโลหิตสูงของประชาชนกลุ่มเสี่ยง เขตสุขภาพที่ 4 กระทรวงสาธารณสุข.

วารสารสังคมศาสตร์และมนุษยวิทยาเชิงพุทธ, 6(12), 425-438.

ธันนารี เจนวิถิ, และกาญจนา นาคะพินธุ. (2562). ปัญหาสุขภาพของพนักงานเก็บขยะขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในเขตอำเภอเมือง จังหวัดชัยภูมิ พ.ศ. 2560. วารสารวิชาการ สคร, 25(2), 16-25.

นริศรา เลิศพรสวรรค์, ขวพรรณ จันทรประสิทธิ์, และธานี แก้วธรรมานุกุล. (2560). ปัจจัยคุกคามสุขภาพจากการทำงานและภาวะสุขภาพตามความเสี่ยงของพนักงานเก็บขยะ. วารสารพยาบาลสาร, 44(2), 138-150.

พัชรี สีนเจริญ. (2562). การจัดการขยะมูลฝอย: กรณีศึกษาองค์การบริหารส่วนตำบลบางขวัญ อำเภอเมืองจังหวัดฉะเชิงเทรา (โครงการรัฐประศาสนศาสตร์มหาบัณฑิต). โครงการรัฐประศาสนศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

- พลพงค์ สุขสว่าง. (2557). หลักการวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้าง. **วารสารมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์**, 6(2), 136-145.
- มัทนา นานอก, และเลิศชัย เจริญธัญลักษณ์. (2563). พฤติกรรมการป้องกันอันตรายจากการปฏิบัติงานของพนักงานเก็บขนมูลฝอย ในเทศบาลนครขอนแก่น. **วารสารวิจัยสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น**, 13(1), 48-59.
- วจริักษ์ เจริญพงษ์, วสุธร ตันวัฒนกุล, เสาวนีย์ ทองนพคุณ และदनัย บวรเกียรติกุล. (2566). ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการส่งเสริมสุขภาพของพนักงานเก็บขยะสังกัดเทศบาลในอำเภอบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา. **วารสารสาธารณสุขมหาวิทยาลัยบูรพา**, 18(1), 36-50.
- วิราภรณ์ ทองยัง. (2552). **ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการป้องกันโรคและการบาดเจ็บจากการทำงานของพนักงานเก็บขยะ**. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยมหิดล
- สิทธิชัย ใจขาน, และวารภรณ์ พันธุ์ศิริ. (2562). พฤติกรรมและความรู้ด้านความปลอดภัยในการทำงานของพนักงานเก็บขนมูลฝอย กรณีศึกษาเขตเทศบาลนครอุบลราชธานี จังหวัดอุบลราชธานี. **วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี**, 21(1), 50-59.
- สุพรรณษา พาหาสิงห์, และสัมพันธ์ พลภักดี. (2561). การบริหารจัดการด้านการจัดเก็บขยะมูลฝอยและสิ่งปฏิกูลขององค์การบริหารส่วนตำบลหนองแห่น อำเภอพนมสารคาม จังหวัดฉะเชิงเทรา. **วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย**, 8(1), 132-142.
- สุภัทริภา ชันทจร, อริสา สำรอง, มุกดา ศรียงค์, และนำชัย ศุภฤกษ์ชัยสกุล. (2562). ความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของปัจจัยจิตลักษณะและสถานการณ์ในการทำงานที่ส่งผลต่อพฤติกรรมป้องกันอันตรายจากการทำงานประเภทก่อสร้างของแรงงานไทย. **วารสารสหวิทยาการวิจัย: ฉบับบัณฑิตศึกษา**, 8(2), 162-174.
- สำนักงานประกันสังคม. (2566). **สถานการณ์ประสบอันตรายหรือเจ็บป่วยเนื่องจากการทำงาน ปี 2562-2566**. สืบค้นจาก [https://www.sso.go.th/wpr/assets/upload/files\\_storage/sso\\_th/1675d2a95c38687dd649989003beeb08a.pdf](https://www.sso.go.th/wpr/assets/upload/files_storage/sso_th/1675d2a95c38687dd649989003beeb08a.pdf)
- Cohen, J. (1988). **Statistical power analysis for the behavioral sciences**. (2nd ed.). Hillsdale, NJ: Earlbaum Associates.
- Degavi, G., Dereso, C. W., Shinde, S., Adola, S. G., & Kasimayan, P. (2021). Prevention of occupational hazards among sanitary workers: knowledge, attitude, and practice survey in Bulehora, West Guji zone, Oromia, Ethiopia. **Risk Management and Healthcare Policy**, 14, 2245-2252.

- Emiru, Z., Gezu, M., Chichiabellu T.Y., Dessalegn, L., & Anjulo A. A. (2017). Assessment of respiratory symptoms and associated factors among solid waste collectors in Yeka Sub City, Addis Ababa, Ethiopia. *Journal of Public Health Epidemiology*, 9(6), 189–197.
- Green, L. W., & Kreuter, M. W. (1999). **Health promotion planning an educational and ecological approach.** (3rd ed.). Toronto: Mayfield.
- Guo, B. H., Yiu, T. W., & González, V.A. (2016). Predicting safety behavior in the construction industry: Development and test of an integrative model. *Safety science*, 84, 1-11.
- Harris, D. M., & Guten, S. (1979). Health-protective behavior: An exploratory study. *Journal of Health and Social Behavior*, 20(1), 17-29.
- Mohammed, S. Abd El-Gaber., El-Din, S. Abd El-Wahed., & Abd El-Gaber, M. A. D. (2018). Effect of the employment duration on occurrence of health hazards among municipal waste collectors in Sohag City, Egypt. *MJMR*, 29(3), 68-76.
- Neal, A., Griffin, M., & Hart P.M. (2000). The impact of organizational climate on safety climate and individual behavior. *Safety Science*, 34, 99–109.
- Salmawati, L., Hermiyanti, D., Hamid, A., Nur, R., & Faradiba, D. (2018). Garbage collector behavior towards the use of personal protective equipments (PPE) at the Inpres Market Manonda Palu city. *Asian Journal of Environment, History and Heritage*, 2(2), 67-72.
- Schumacker, E.R., & Lomax, G.R. (2010). **A beginner's guide to structural equation Modeling.** (3rd ed.). New York: Routledge.
- Seo, H. C., Lee, Y. S., Kim, J. J., & Jee, N. Y. (2015). Analyzing safety behaviors of temporary construction workers using structural equation modeling. *Safety Science*, 77, 160-168.
- Temesgen, L. M., Mengistu, D. A., Mulat, S., Mulatu, G., Tolera, S. T., Berhanu, A., Baraki, N., & Gobena, T. (2022). Occupational Injuries and Associated Factors Among Municipal Solid Waste Collectors in Harar Town, Eastern Ethiopia: A Cross Sectional Study. *Environmental health insights*, 16, 1-8.

การพัฒนาาระบบสนับสนุนการทำนายการยืนยันสิทธิ์เข้าศึกษาด้วยการประยุกต์ใช้เทคนิคการเรียนรู้เชิงลึก  
กรณีศึกษาคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

สุภาวดี หิรัญพงศ์สิน<sup>1</sup> พัชรดนย์ จัยสิน<sup>2</sup> ไพชยนต์ คงไชย<sup>3\*</sup>

Received : May 28, 2025

Revised : October 23, 2025

Accepted : October 28, 2025

บทคัดย่อ

กระบวนการคัดเลือกและยืนยันสิทธิ์เข้าศึกษาในสถาบันอุดมศึกษามีความสำคัญ และการบริหารจัดการข้อมูลการยืนยันสิทธิ์ที่ขาดประสิทธิภาพส่งผลต่อการวางแผนรับนักศึกษา งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ออกแบบและพัฒนาระบบสนับสนุนการทำนายการยืนยันสิทธิ์เข้าศึกษาต่อ และ 2) ประเมินประสิทธิภาพของระบบสนับสนุนการทำนายการยืนยันสิทธิ์เข้าศึกษาต่อ ระบบที่พัฒนาขึ้นได้ประยุกต์ใช้แบบจำลองการเรียนรู้เชิงลึก โดยเลือกใช้แบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน และถูกฝึกสอนด้วยข้อมูลการรับเข้าศึกษาของนักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ในปีการศึกษา 2561–2564 การประเมินประสิทธิภาพของระบบเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง คือ อาจารย์ 15 ท่าน และเจ้าหน้าที่งานรับเข้า 5 ท่าน โดยใช้แบบประเมินความพึงพอใจ ผลการวิจัย พบว่าระบบที่พัฒนาขึ้นมี 7 กระบวนการทำงานหลัก ได้แก่ 1) การดูรายงานภาพรวม 2) การดูรายงานแยกตามโรงเรียน 3) การดูรายงานแยกตามสิทธิ์ 4) การทำนายรายบุคคล 5) การทำนายโดยใช้ไฟล์ข้อมูล 6) การจัดการผู้ใช้ และ 7) การจัดการข้อมูลนักเรียน และได้รับคะแนนความพึงพอใจจากผู้ใช้งานอยู่ในระดับมาก ( $\bar{X} = 4.49$ ,  $SD = 0.48$ ) อย่างไรก็ตาม งานวิจัยนี้มีข้อจำกัดด้านแบบจำลองที่นำมาใช้ซึ่งมีความถูกต้อง (Accuracy) ในการทำนายอยู่ที่ร้อยละ 63.27 และกลุ่มตัวอย่างผู้ประเมินที่มีขนาดเล็ก แม้จะมีข้อจำกัดดังกล่าว ระบบที่พัฒนาขึ้นนี้ยังคงเป็นเครื่องมือที่มีประโยชน์ในการสนับสนุนการตัดสินใจและวางแผนการรับนักศึกษาเชิงรุกสำหรับคณะวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

**คำสำคัญ:** การยืนยันสิทธิ์เข้าศึกษา การเรียนรู้เชิงลึก โครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน มหาวิทยาลัยระบบทำนาย เว็บแอปพลิเคชัน

<sup>1</sup> ภาควิชาภาควิชาคณิตศาสตร์ สถิติ และคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี  
อีเมล: supawadee.h@ubu.ac.th

<sup>2</sup> หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี  
อีเมล: pattadon.ja.63@ubu.ac.th

<sup>3</sup> ภาควิชาภาควิชาคณิตศาสตร์ สถิติ และคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี  
อีเมล: phaichayon.k@ubu.ac.th

\* ผู้นิพนธ์หลัก อีเมล: phaichayon.k@ubu.ac.th

DEVELOPMENT OF STUDENTS' ENROLLMENT CONFIRMATION PREDICTION SUPPORT  
SYSTEM APPLYING DEEP LEARNING TECHNIQUES: A CASE STUDY OF FACULTY OF SCIENCE,  
UBON RATCHATHANI UNIVERSITY

Supawadee Hiranpongsin<sup>1</sup> Pattadon Jaisin<sup>2</sup> Phaichayon Kongchai<sup>3\*</sup>

**Abstract**

The process of selecting and confirming enrollment in higher education institutions is crucial. However, inefficient management of enrollment confirmation data led to inaccuracies in new student admission planning. This research aimed to 1) design and develop a prediction support system for enrollment confirmation and 2) evaluate the effectiveness of the developed system. The developed system leveraged a deep learning model, specifically a Convolutional Neural Network (CNN) which was trained employing students' admissions data from the Faculty of Science at Ubon Ratchathani University for the academic years 2018–2021. The system's effectiveness was then evaluated by purposively research sample comprising 15 faculty members (lecturers) and 5 admissions officers employing a satisfaction survey. The research results were found that the developed system featuring seven core functionalities: 1) overview report viewing 2) school-specific report viewing 3) rights-based report viewing 4) individual prediction 5) prediction using data files 6) user management and 7) student data management. User feedback indicated a high level of satisfaction, with a mean score of 4.49 (SD = 0.48). However, the study is subject to certain limitations. The integrated model possessed a moderately predictive accuracy of 63.27%. In addition, the user evaluation was conducted with a small sample size. Despite these constraints, the developed system remained a valuable tool for the Faculty of Science in terms of efficiently supporting decision-making and proactive planning for student recruitment.

**Keywords:** Enrollment Confirmation, Deep Learning, Convolutional Neural Network, University, Prediction System, Web Application

---

<sup>1</sup> Department of Mathematics Statistics and Computer, Faculty of Science, Ubon Ratchathani University, e-mail: supawadee.h@ubu.ac.th

<sup>2</sup> Master of Science Program in Information Technology, Faculty of Science, Ubon Ratchathani University, e-mail: pattadon.ja.63@ubu.ac.th

<sup>3</sup> Department of Mathematics Statistics and Computer, Faculty of Science, Ubon Ratchathani University, e-mail: phaichayon.k@ubu.ac.th

\* Corresponding author, e-mail: phaichayon.k@ubu.ac.th

## บทนำ

สถาบันอุดมศึกษามีบทบาทหลักในการคัดเลือกและพัฒนาให้นักศึกษาให้มีศักยภาพในการขับเคลื่อนสังคมอย่างยั่งยืน กระบวนการรับเข้า (Admission process) จึงเป็นขั้นตอนสำคัญที่สถาบันอุดมศึกษาใช้คัดเลือกผู้เรียนที่มีคุณสมบัติเหมาะสม มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี มีระบบรับสมัครการคัดเลือกบุคคลเข้าศึกษาในมหาวิทยาลัยซึ่งเปิดรับนักศึกษา จำนวน 5 รูปแบบ ได้แก่ การรับตรงรอบ Portfolio การรับตรงรอบโควตา (Quota) การรับตรงร่วมกัน (Admission 1) การรับผ่านส่วนกลาง (Admission 2) และการรับตรงอิสระ (Direct admission) (กองบริการการศึกษา มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, ม.ป.ป.) โดยภายหลังการคัดเลือกนักศึกษา จะเป็นกระบวนการยืนยันสิทธิ์เข้าศึกษา ในแต่ละรอบ นักศึกษาที่ผ่านการคัดเลือกต้องดำเนินการผ่านกระบวนการต่าง ๆ เช่น การส่งเอกสาร การชำระค่าธรรมเนียม และการยืนยันสิทธิ์ ซึ่งพบว่าจำนวนการยืนยันสิทธิ์ยังน้อย โดยสาเหตุที่พบส่วนใหญ่เกิดจาก การลืมนำเอกสาร ลืมวันสอบสัมภาษณ์ ไม่มีเงินชำระเงินค่าลงทะเบียน หรือการเปลี่ยนใจไปสมัครสถาบันอื่น ส่งผลต่อจำนวนรับเข้าที่ไม่เป็นไปตามแผนรับ (ไพชยนต์ คงไชย และคณะ, 2567) ทั้งนี้กระบวนการยืนยันสิทธิ์ในปัจจุบันจะดำเนินการผ่านระบบบริหารจัดการในรูปแบบออนไลน์ แต่การบริหารจัดการข้อมูลยังไม่มีประสิทธิภาพเนื่องด้วยข้อมูลพื้นฐานของผู้สมัครที่ยืนยันสิทธิ์จะถูกส่งต่อให้หลักสูตรหรืองานบริการการศึกษาของคณะ อาจไม่ได้เป็นระบบงานออนไลน์ทั้งหมด ยังคงเป็นไฟล์เอกสารหลายไฟล์ที่มีข้อมูลจำนวนมากและหลากหลายประเภท และส่งต่อจำนวนหลายครั้งตามรอบการรับสมัคร ซึ่งส่งผลให้ยากต่อการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อนำไปใช้งาน ทำให้ความเข้าใจสาเหตุที่แท้จริง และทำนายแนวโน้มการยืนยันสิทธิ์ได้

การวิเคราะห์ข้อมูลการยืนยันสิทธิ์เป็นสิ่งสำคัญในการวางแผนเชิงกลยุทธ์ของสถาบัน ทั้งการจัดสรรทรัพยากร การคาดการณ์จำนวนนักศึกษาที่จะเข้าศึกษาจริง และการประเมินประสิทธิภาพของกระบวนการรับเข้า (ไพชยนต์ คงไชย และคณะ, 2567; สุกัญญา อะหลี และคอซิมมะ มาแมง, 2567) ข้อมูลที่ถูกต้องครบถ้วน และวิเคราะห์ได้ทันเวลา จะช่วยให้เจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องและอาจารย์ประจำหลักสูตรตัดสินใจได้อย่างมีประสิทธิภาพบนพื้นฐานของข้อมูลเชิงประจักษ์ การขาดเครื่องมือหรือระบบที่มีประสิทธิภาพในการรองรับการวิเคราะห์ข้อมูลเหล่านี้ อาจทำให้เกิดความล่าช้า ความยุ่งยาก และความเสี่ยงต่อข้อผิดพลาดในการจัดการข้อมูลจำนวนมาก อีกทั้งยังส่งผลให้เกิดภาระงานที่เพิ่มมากขึ้นต่อบุคลากร รวมถึงลดความแม่นยำในการวิเคราะห์ข้อมูลที่จำเป็นและการทำนายแนวโน้มเพื่อวางแผนการดำเนินงานต่อการบริหารจัดการที่สอดคล้องกับบริบทของหลักสูตรและนโยบายของคณะ

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า มีงานวิจัยที่ศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกยืนยันสิทธิ์เข้าศึกษาระดับปริญญาตรี โดยใช้เครื่องมือวิจัยที่เก็บข้อมูลด้วยแบบสอบถาม (สุรียนต์ บุญเลิศวรกุล และนางลักษณ์ เกตุบุตร, 2562) และงานวิจัยที่ใช้ข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary data) จากฝ่ายรับนักศึกษา (สุกัญญา อะหลี และคอซิมมะ มาแมง, 2567) นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยหลายงานใช้เทคนิคการเรียนรู้ของเครื่อง

(Machine learning) หรือ เทคนิคการเรียนรู้เชิงลึก (Deep learning) เพื่อวิเคราะห์ปัจจัยสำคัญหรือทำนายแนวโน้มเกี่ยวกับการเรียนของนักศึกษา (เอกวิชัย เมยไฮสง และคณะ, 2565; ธนพร คล้ายทอง และชุดิพนธ์ ศรีสวัสดิ์, 2566; โพชนันต์ คงไชย และคณะ, 2567) และเพื่อวิเคราะห์เหมือนความคิดเห็น (Kurniasari & Setyanto, 2020; Jitboonyapinit et al., 2023; Mahadevaswamy & Swathi, 2023) เทคนิคเหล่านี้มีศักยภาพในการวิเคราะห์ข้อมูลนักศึกษา และสามารถนำมาประยุกต์ใช้กับการทำนายพฤติกรรมอื่น ๆ ที่สำคัญ เช่น พฤติกรรมการยืนยันสิทธิ์ ซึ่งยังขาดการนำมาใช้งานในรูปแบบระบบที่รองรับการจัดการข้อมูลและวิเคราะห์ได้อย่างครบวงจร อย่างไรก็ตาม การนำแนวคิดเหล่านี้ไปใช้งานจริง จำเป็นต้องใช้ระบบสนับสนุนเพื่อบริหารจัดการข้อมูลต่าง ๆ ซึ่งต้องสามารถรองรับการวิเคราะห์ข้อมูล ลดความซ้ำซ้อนการทำงาน และการใช้งานได้ทุกที่ทุกเวลา

จากปัญหาและการศึกษางานวิจัยที่ได้กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงนำเสนอการพัฒนาระบบทำนายการยืนยันสิทธิ์เข้าศึกษาต่อของนักศึกษาระดับปริญญาตรี โดยมุ่งเน้นการพัฒนาระบบที่สามารถนำข้อมูลของผู้สมัครมาใช้ในการวิเคราะห์และทำนายแนวโน้มการยืนยันสิทธิ์ ผ่านแบบจำลองทำนายที่ประยุกต์ใช้เทคนิค Deep learning คือ โครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน (Convolutional Neural Network: CNN) (พิมพ์วิภา ประกอบกิจ, 2562) ซึ่งมีศักยภาพในการเรียนรู้คุณลักษณะเชิงซ่อนเร้น (Hidden features) ได้อัตโนมัติ สามารถจัดการกับข้อมูลที่ซับซ้อน ลดความจำเป็นในการกำหนดคุณลักษณะ (Feature engineering) ด้วยตนเอง และสร้างแบบจำลองทั่วไปได้ดีกว่าในบางกรณี จึงเหมาะสมต่อการทำนายพฤติกรรมการยืนยันสิทธิ์ที่มีตัวแปรหลากหลายและซับซ้อน ในขณะที่เทคนิค Machine Learning แบบดั้งเดิม เช่น Random Forest, Naïve Bayes หรือ Support Vector Machine ยังมีข้อจำกัดในการรองรับข้อมูลที่มิได้โครงสร้างซับซ้อนและมีมิติข้อมูลจำนวนมาก ระบบที่พัฒนาขึ้นนี้นอกจากจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการวิเคราะห์และลดข้อผิดพลาดในการวางแผนรับนักศึกษาใหม่แล้ว ยังสามารถสนับสนุนการบริหารจัดการทรัพยากรของมหาวิทยาลัยให้มีความคล่องตัวและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ตลอดจนเป็นเครื่องมือสำคัญในการปรับกลยุทธ์การประชาสัมพันธ์และการรับสมัครเชิงรุกให้เหมาะสมกับบริบทปัจจุบัน และสนับสนุนการวางแผนเชิงกลยุทธ์ของสถาบันในอนาคตได้

### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อออกแบบและพัฒนาระบบสนับสนุนการทำนายการยืนยันสิทธิ์เข้าศึกษาของนักศึกษา
2. เพื่อประเมินประสิทธิภาพของระบบสนับสนุนการทำนายการยืนยันสิทธิ์เข้าศึกษาของนักศึกษา

### วิธีดำเนินการวิจัย

#### 1. เครื่องมือวิจัย

แบบประเมินประสิทธิภาพของระบบสนับสนุนการทำนายการยืนยันสิทธิ์เข้าศึกษาของนักศึกษา

## 2. กลุ่มเป้าหมาย

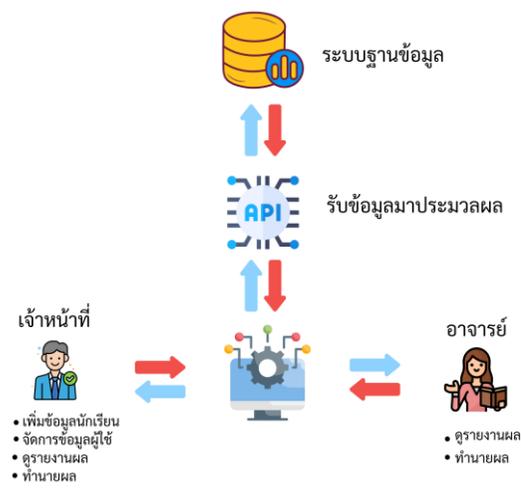
กลุ่มเป้าหมายในการวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) จำนวน 20 ท่าน โดยเป็นบุคลากรเฉพาะที่รับผิดชอบงานรับเข้าคณะวิทยาศาสตร์เท่านั้น ซึ่งประกอบด้วย อาจารย์ประจำหลักสูตรจำนวน 15 ท่าน และเจ้าหน้าที่งานรับเข้าคณะวิทยาศาสตร์ 5 ท่าน ในการทดสอบและประเมินประสิทธิภาพของระบบ

## 3. ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

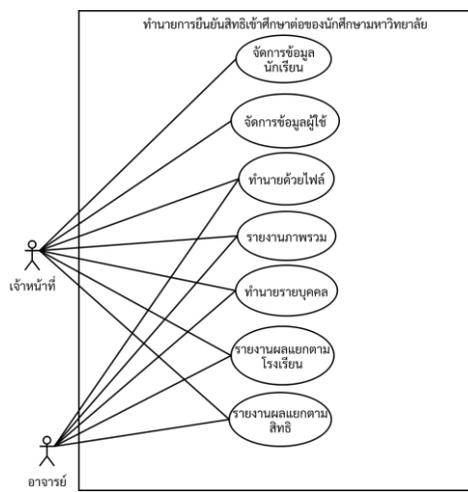
ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยนี้ได้แบ่งขั้นตอนการพัฒนาออกเป็น 5 ขั้นตอนตามหลักวงจรการพัฒนา SDLC (นพรัตน์ ประทุมนอก และคณะ, 2565) ดังนี้

**ขั้นตอนที่ 1** การศึกษาปัญหาและความต้องการ (Selection) ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาลำดับขั้นตอนและปัญหาของวารรับเข้านักศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ร่วมกับการสัมภาษณ์อาจารย์ประจำหลักสูตรและเจ้าหน้าที่งานรับเข้า เพื่อรวบรวมข้อมูลความต้องการของระบบ โดยกรอบแนวคิดวิจัยแสดงดังภาพที่ 1

**ขั้นตอนที่ 2** การออกแบบระบบ (System design) ผู้วิจัยได้นำข้อมูลความต้องการของระบบมาวิเคราะห์ห้วงค์ประกอบต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยผลจากการวิเคราะห์ระบบมีทั้งสิ้น 4 แผนภาพ ได้แก่ แผนภาพแสดงการทำงานของผู้ใช้ระบบ (Use case diagram) แผนภาพบริบท (Context diagram) แผนภาพกระแสข้อมูล (Data flow diagram) และแผนภาพจำลองความสัมพันธ์เอนทิตี (ER diagram) โดยแผนภาพในการออกแบบระบบแสดงดังภาพที่ 2 – 5

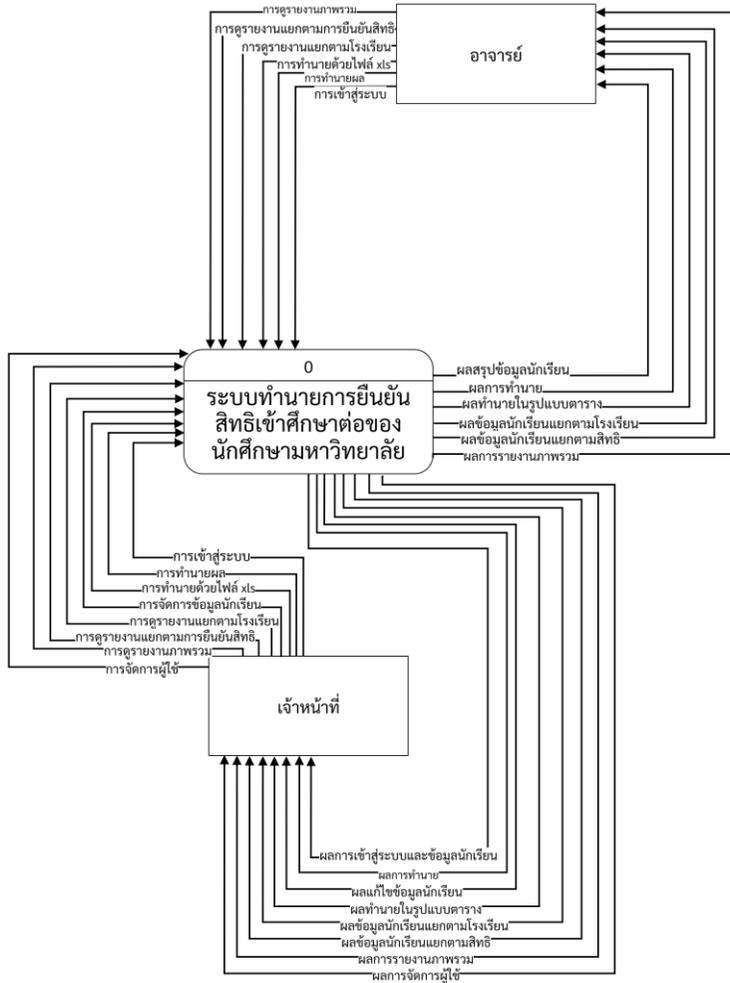


ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดวิจัย



ภาพที่ 2 Use case diagram ของระบบ

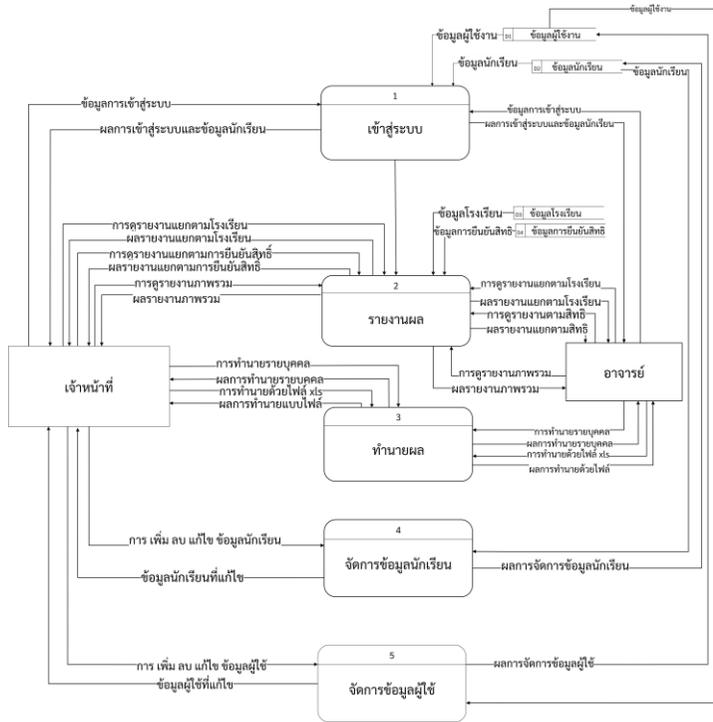
จากภาพที่ 2 แสดงกระบวนการยืนยันสิทธิ์เข้าศึกษาต่อของนักศึกษามหาวิทยาลัย โดยมี เจ้าหน้าที่ และอาจารย์ เป็นผู้ใช้หลัก เจ้าหน้าที่สามารถจัดการข้อมูลนักเรียน ผู้ใช้ ทำนายด้วยไฟล์และรายบุคคล และดูรายงานผลแยกตามโรงเรียนและสิทธิ์ได้ ในส่วนอาจารย์สามารถเข้าถึงการดูรายงานและการทำนายผลได้เช่นกัน



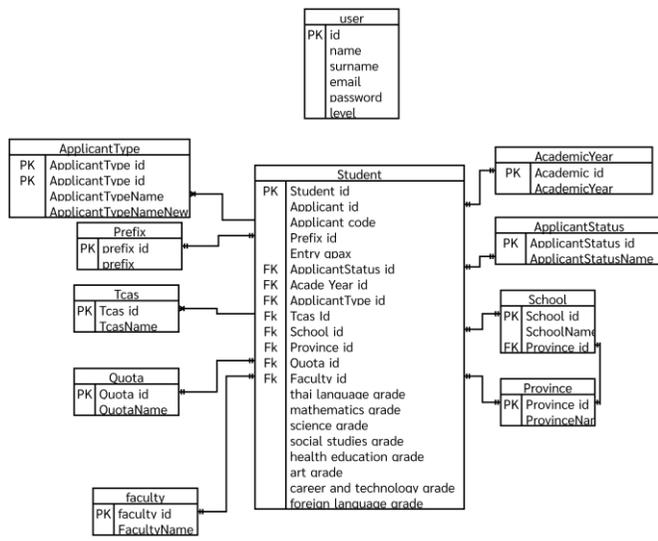
ภาพที่ 3 Context diagram ของระบบ

จากภาพที่ 3 แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างระบบกับผู้ใช้งานหลัก ได้แก่ อาจารย์และเจ้าหน้าที่ ระบบทำหน้าที่รับข้อมูลนักเรียน ทำนายการยืนยันสิทธิ์ และแสดงรายงานที่สามารถนำไปใช้ในการวางแผนและบริหารจัดการด้านการรับสมัคร อาจารย์สามารถเข้าถึงข้อมูลรายงาน ทำการทำนายผล ส่วนเจ้าหน้าที่มีบทบาทในการจัดการข้อมูลนักเรียนและจัดการข้อมูลผู้ใช้ รวมถึงเข้าถึงข้อมูลรายงานและทำการทำนายผลได้

จากภาพที่ 4 แสดงการไหลของ ข้อมูลผู้ใช้ ข้อมูลนักเรียน และข้อมูลการยืนยันสิทธิ์ ภายในระบบ ข้อมูลนักเรียนถูกนำเข้าสู่ระบบโดยเจ้าหน้าที่ ข้อมูลนักเรียนที่ถูกเพิ่มจะนำมาแสดงในรูปแบบรายงานผลแบบต่าง ๆ



ภาพที่ 4 Data flow diagram (Level 0) ของระบบ



ภาพที่ 5 ER diagram ของระบบ

จากภาพที่ 5 แสดงโครงสร้างฐานข้อมูลของระบบ ประกอบด้วย 11 ตาราง โดยมีตารางหลัก ได้แก่ user สำหรับเก็บข้อมูลผู้ใช้ และ Student สำหรับเก็บข้อมูลนักศึกษา เชื่อมโยงกับตารางอื่น ๆ ผ่าน Primary Key (PK) และ Foreign Key (FK) เช่น รหัสสมัคร คำนำหน้า GPAX สถานะการสมัคร ปีการศึกษา ประเภท

ผู้สมัคร ระบบ TCAS โรงเรียน จังหวัด โควตา คณะ เพื่อให้โครงสร้างฐานข้อมูลมีความสัมพันธ์ที่ถูกต้องและเป็นระบบ

**ขั้นตอนที่ 3** การพัฒนาระบบ (Implementation) และการเชื่อมต่อแบบจำลองการทำนาย การพัฒนาระบบสนับสนุนการทำนายการยื่นยันสิทธิ์เข้าศึกษาต่อในรูปแบบเว็บแอปพลิเคชันนี้ มีสถาปัตยกรรมของระบบที่ประกอบด้วยส่วนติดต่อผู้ใช้ (Front-end) ซึ่งพัฒนาด้วยเฟรมเวิร์ก Next.js และส่วนประมวลผลฝั่งเซิร์ฟเวอร์ (Back-end) ที่พัฒนาด้วยเฟรมเวิร์ก NestJS แสดงดังภาพที่ 6 โดยกลไกสำคัญของระบบ คือ การประยุกต์ใช้แบบจำลองการทำนายที่มีอยู่เดิมแทนการพัฒนาขึ้นใหม่ ผู้วิจัยนำแบบจำลองการทำนายที่พัฒนาจากงานวิจัย พัทธณย์ จัยสิน และคณะ (2567) มาใช้ เนื่องจากเป็นแบบจำลองที่ถูกสร้างและทดสอบด้วยข้อมูลของนักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานีโดยตรง ซึ่งสอดคล้องกับกลุ่มเป้าหมายของระบบ และถูกพัฒนาในรูปแบบ TensorFlow.js ที่เอื้อต่อการเชื่อมต่อกับเว็บแอปพลิเคชัน

แบบจำลองการทำนายที่นำมาใช้ สามารถสรุปคุณลักษณะและผลการประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลอง CNN ตามที่ระบุไว้ในงานวิจัยของ พัทธณย์ จัยสิน และคณะ (2567) ได้ดังนี้ แบบจำลองดังกล่าวถูกฝึกสอนด้วยข้อมูลการรับเข้าศึกษาของนักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ในปีการศึกษา 2561-2564 จำนวน 4,479 ระเบียบ โดยแบ่งเป็นชุดข้อมูลฝึกสอน (Training set) 3,135 ระเบียบ (70%) และชุดข้อมูลทดสอบ (Test set) 1,344 ระเบียบ (30%) การทำนายใช้คุณลักษณะข้อมูล 11 ตัวแปร ได้แก่ คำนำหน้าชื่อ, โรงเรียน, จังหวัด, ประเภทผู้สมัคร, รอบการสมัคร, คะแนนเฉลี่ย 8 รายวิชาหลัก และเกรดเฉลี่ยสะสม (GPAX) สำหรับสถาปัตยกรรมของแบบจำลอง CNN ที่เลือกใช้ นั้น ใช้ตัวปรับเหมาะ (Optimizer) แบบ Adam และมีค่าพารามิเตอร์อัตราการเรียนรู้ (Learning rate) และจำนวนรอบการเรียนรู้ (Epochs) ซึ่งถูกปรับให้เหมาะสมแล้ว (พัทธณย์ จัยสิน และคณะ, 2567) จากงานวิจัย พัทธณย์ จัยสิน และคณะ (2567) พบว่า แบบจำลอง CNN มีประสิทธิภาพที่โดดเด่นและสมดุลเมื่อเทียบกับอัลกอริทึมอื่น โดยให้ผลการประเมินจากชุดข้อมูลทดสอบด้วยค่าความถูกต้อง (Accuracy) 63.27% และค่าความแม่นยำ (Precision) 66.22% นอกจากนี้ งานวิจัยดังกล่าวยังชี้ให้เห็นว่าแบบจำลอง CNN มีปัญหาการเรียนรู้เกินพอดี (Overfitting) น้อยกว่าแบบจำลอง โครงข่ายประสาทเทียมแบบหน่วยความจำระยะยาว-ระยะสั้น (Long Short-Term Memory: LSTM) (ชาลิสสา จิตบุญญาพินิจ และคณะ, 2565) อย่างมีนัยสำคัญ จึงเป็นเหตุผลสำคัญที่ผู้วิจัยเลือกใช้แบบจำลอง CNN นี้

ผู้วิจัยได้นำแบบจำลอง CNN ที่ผ่านการฝึกสอนเรียบร้อยแล้วมาติดตั้งที่ส่วน Back-end ของระบบ เมื่อผู้ใช้งานกรอกข้อมูลผ่านหน้าเว็บแอปพลิเคชัน ข้อมูลจะถูกส่งมายัง Back-end เพื่อประมวลผลด้วยแบบจำลองการทำนาย และส่งผลการทำนายกลับไปแสดงผลยังส่วน Front-end ต่อไป แสดงดังภาพที่ 7 ทั้งนี้ ข้อมูลทั้งหมดถูกจัดเก็บในฐานข้อมูลโดยใช้ phpMyAdmin

```

// ...
const loadData = useCallback(async () => {
  try {
    setLoading(true);
    try {
      const response = await services.getReportApplicantStatus({
        "applicant_status": [],
        "acad_year": selectYear
      });
      let result = any[] = response?.data?.data?.result || [];
      const colorsArr = Object.values(colors);
      result = result.sort((a: any, b: any) => a.applicant_status === "ยื่นฯ" ? 1 :
        ...item,
        color: colorsArr[index % colorsArr.length]
      ));
      setApplicantStatus(result.map((item: any) => ({ ...item, applicant_status:
    } catch (error) {
      console.warn("loadData ~ error:", error);
    }
  }
  try {
    const response = any = await masterServices.getMasterData();
  }
}

```

ภาพที่ 6 การพัฒนาระบบสนับสนุนการทำนายการยื่นยันสิทธิ์เข้าศึกษาของนักศึกษา

```

1. private async getPrediction(data) {
2.   const HOSTED_MODEL_JSON_URL = process.env.NODE_ENV === 'production'
3.     ? `file://${path.join(process.cwd(), 'dist', 'models', 'model.json')}`
4.     : `file://${models/model.json}`;
5.   const model = await tfn.loadLayersModel(HOSTED_MODEL_JSON_URL);
6.   const input = tfn.tensor([data], [1, 14]);
7.   const predictOut = (model.predict(input) as tf.Tensor);
8.   const logits = predictOut.arraySync();
9.   const result = logits[0];
10.  const threshold = 0.5;
11.  const predictedClass = result[0] > threshold ? 'เลือกเข้าเรียน' : 'ไม่เลือกเข้าเรียน';
12.  return predictedClass;
13. }

```

ภาพที่ 7 การเรียกใช้โมเดลที่เก็บไว้ในฝั่งเซิร์ฟเวอร์

**ขั้นตอนที่ 4** การทดสอบระบบ (Testing) ใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจงจำนวน 20 ท่าน โดยเป็นบุคลากรเฉพาะที่รับผิดชอบงานรับเข้าคณะวิทยาศาสตร์เท่านั้น ได้แก่ อาจารย์ประจำหลักสูตรจำนวน 15 ท่าน และเจ้าหน้าที่งานรับเข้าคณะวิทยาศาสตร์ 5 ท่าน ในการทดสอบและประเมินประสิทธิภาพของระบบ

**ขั้นตอนที่ 5** การประเมิน (Evaluation) ประเมินประสิทธิภาพของระบบโดยให้ผู้ใช้งาน ได้แก่ อาจารย์ประจำหลักสูตร 7 ท่าน และเจ้าหน้าที่งานรับเข้าคณะวิทยาศาสตร์ 3 ท่าน ตอบแบบประเมินความคิดเห็นด้วยคำถามที่มีรายการคำตอบในรูปแบบมาตราประมาณค่า 5 ระดับ คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด จำนวน 15 คำถาม ผู้วิจัยได้ออกแบบแบบสอบถามแบ่งออกเป็น 3 ส่วนหลัก ได้แก่ ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามที่รวบรวมข้อมูลพื้นฐานที่จำเป็น ส่วนที่สอง คือ ด้านการออกแบบและการจัดรูปแบบเว็บไซต์ และส่วนที่สาม คือ ด้านประโยชน์และการนำไปใช้ โดยเน้นการวิเคราะห์ประโยชน์ที่ผู้ใช้งานได้รับจากระบบ การนำข้อมูลไปใช้ แล้วจึงนำผลที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลด้วยค่าสถิติ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และค่าสัมประสิทธิ์การแปรผัน (CV) การแปลผลค่าเฉลี่ยตามช่วงคะแนน มีดังนี้ 4.51 - 5.00 หมายถึง มีความคิดเห็นในระดับมากที่สุด 3.50 - 4.49 หมายถึง มีความคิดเห็นในระดับมาก 2.50 - 3.49 หมายถึง มีความ

คิดเห็นในระดับปานกลาง 1.50 - 2.49 หมายถึง มีความคิดเห็นในระดับน้อย และ 0 - 1.49 หมายถึง มีความคิดเห็นในระดับน้อยที่สุด ตามลำดับ (Bhandari & Nikolopoulou, 2023)

**ผลการวิจัยและอภิปรายผล**

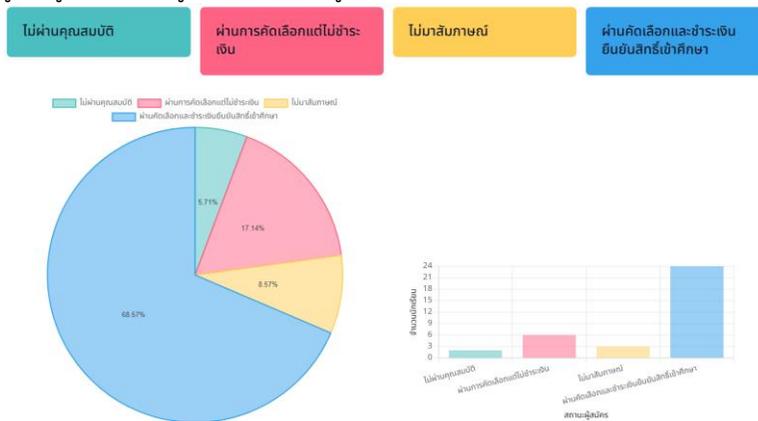
**1. ผลการออกแบบและพัฒนาระบบ**

ระบบสนับสนุนการทำนายการยืนยันสิทธิ์เข้าศึกษา นี้ ได้การออกแบบและพัฒนาระบบตามหลักวงจรการพัฒนาระบบ โดยมีองค์ประกอบที่สำคัญซึ่งตอบสนองต่อวัตถุประสงค์ของการวิจัย ดังนี้

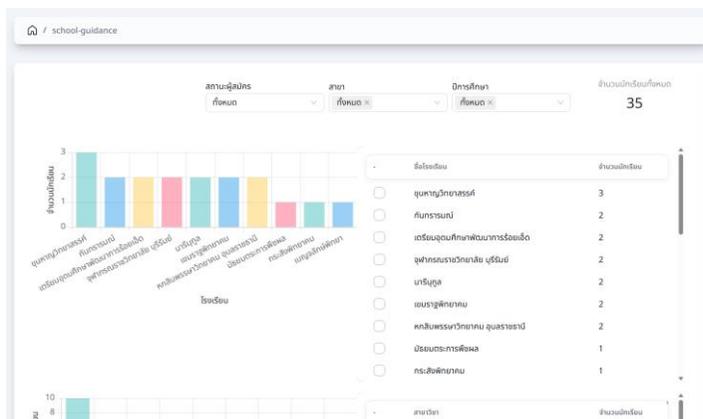
**ส่วนหน้าจอรายงานภาพรวม** ส่วนนี้จะแสดงภาพรวมของข้อมูลนักเรียนทั้งหมดในระบบ โดยแยกตามการยืนยันสิทธิ์ ผู้ใช้งานสามารถกรองข้อมูลเพื่อดูรายงานเฉพาะสิ่งที่ต้องการได้ เช่น ปีการศึกษา สาขาวิชา หรือจังหวัด แสดงดังภาพที่ 8

**ส่วนหน้าจอรายงานแยกตามโรงเรียน** ส่วนนี้ถูกออกแบบมาให้สอดคล้องกับหลัก UX/UI Design โดยเน้นความเรียบง่ายและใช้งานสะดวก ผู้ใช้งานสามารถดูสัดส่วนข้อมูลนักเรียนตามโรงเรียนในรูปแบบแผนภูมิ แสดงดังภาพที่ 9

**ส่วนหน้าจอรายงานแยกตามสิทธิ์** ส่วนนี้จะรายงานแยกตามสถานะการยืนยันสิทธิ์ พร้อมด้วยการนำเสนอข้อมูลในรูปแบบแผนภูมิแท่งและแผนภูมิกวงกลมที่เข้าใจง่าย แสดงดังภาพที่ 10



ภาพที่ 8 หน้ารายงานภาพรวม

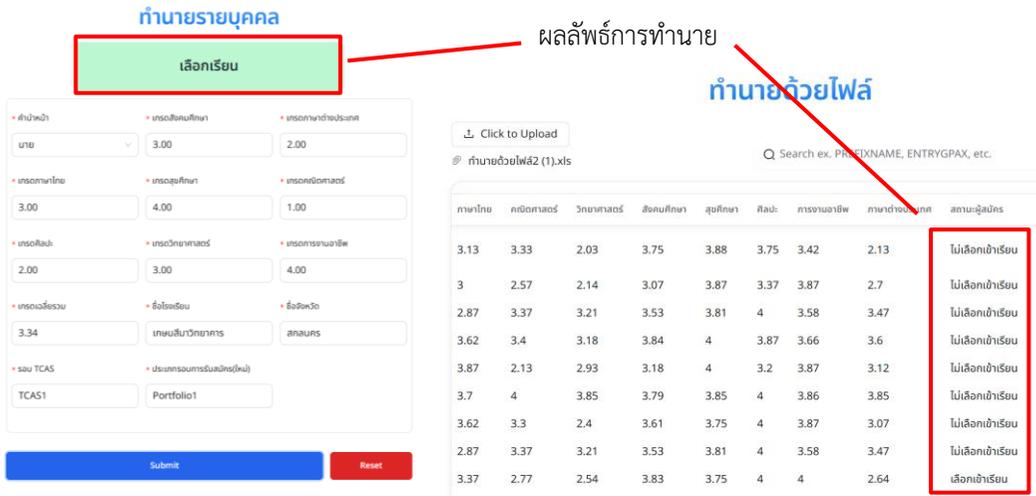


ภาพที่ 9 หน้าแสดงผลการแยกตามโรงเรียน



ภาพที่ 10 หน้าแสดงผลการรายงานแยกตามสิทธิ์

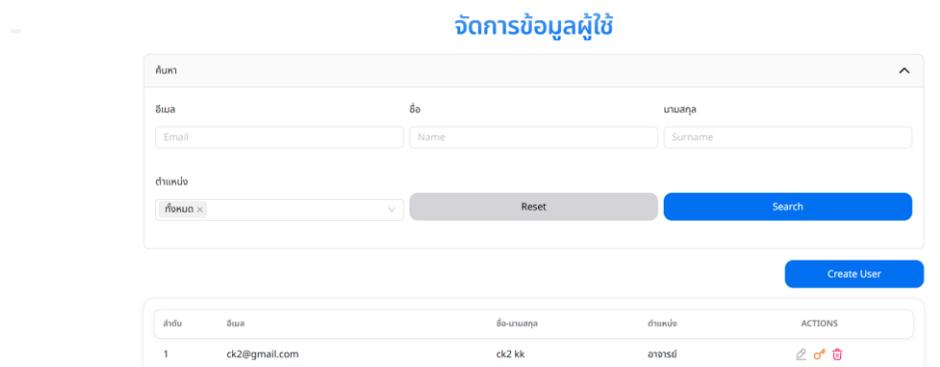
ส่วนการทำนาย ส่วนของการทำนายรายบุคคลและทำนายด้วยไฟล์ ระบบจะออกแบบด้วยการส่งข้อมูลจากไปยัง Back-end เพื่อทำการแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบตัวเลขเพื่อทำนายผล โดยส่วนของหน้าจอทำนายรายบุคคลและทำนายด้วยไฟล์จะแสดงผลลัพธ์ 2 แบบ ได้แก่ เลือกเข้าเรียน และไม่เลือกเข้าเรียน แสดงดังภาพที่ 11 - 12



ภาพที่ 11 หน้าแสดงผลทำนายรายบุคคล

ภาพที่ 12 หน้าแสดงผลทำนายด้วยไฟล์

ส่วนจัดการข้อมูลผู้ใช้ ส่วนนี้ถูกออกแบบมาเพื่อช่วยให้เจ้าหน้าที่ สามารถจัดการข้อมูลผู้ใช้งานในระบบได้อย่างสะดวก โดยในหน้าจอจะประกอบด้วยส่วนค้นหาข้อมูลผู้ใช้ที่ให้ผู้ใช้งานกรอกข้อมูล เช่น อีเมล ชื่อนามสกุล หรือตำแหน่งผู้ใช้ เพื่อตรวจสอบและค้นหาข้อมูลที่ต้องการได้อย่างรวดเร็ว แสดงดังภาพที่ 13



ภาพที่ 13 หน้าแสดงผลการจัดการข้อมูลผู้ใช้

ส่วนจัดการข้อมูลนักเรียน ส่วนนี้ถูกออกแบบมาเพื่อช่วยให้เจ้าหน้าที่สามารถจัดการและตรวจสอบข้อมูลนักเรียนในระบบได้อย่างสะดวกสบาย โดยเจ้าหน้าที่สามารถค้นหา ลบ และแก้ไขข้อมูลนักเรียนได้ แสดงดังภาพที่ 14

### จัดการข้อมูลนักเรียน

ค้นหา ^

รหัสผู้สมัคร	เลขประจำตัวผู้สมัคร	ประเภทการรับสมัคร
<input type="text" value="Search by รหัสผู้สมัคร"/>	<input type="text" value="Search by เลขประจำตัวผู้สมัคร"/>	<input type="text" value="Search by ประเภทการรับสมัคร"/>
สาขาวิชา	ปีการศึกษา	ชื่อโรงเรียน
<input type="text" value="Search by สาขาวิชา"/>	<input type="text" value="ทั้งหมด"/>	<input type="text" value="Search by ชื่อโรงเรียน"/>
ชื่อจังหวัด	สถานะผู้สมัคร	
<input type="text" value="Search by ชื่อจังหวัด"/>	<input type="text" value="Search by สถานะผู้สมัคร"/>	

---

[ลำดับ](#)
[รหัสผู้สมัคร](#)
[เลขประจำตัวผู้สมัคร](#)
[คำนำหน้าชื่อ](#)
[เกรดเฉลี่ย](#)
[ปีการศึกษา](#)
[ประเภทการรับสมัคร](#)
[สอบ TCAS](#)
[ชื่อสถานศึกษา](#)
[จังหวัด](#)
[สาขาวิชา](#)

ภาพที่ 14 หน้าแสดงผลการจัดการข้อมูลนักเรียน

ส่วนของการอัปโหลดไฟล์นักเรียน ออกแบบมาเพื่อให้เจ้าหน้าที่สามารถเพิ่มข้อมูลนักเรียน โดยการใช้ไฟล์ .xlsx เพื่อทำการเพิ่มข้อมูล แสดงดังภาพที่ 15

### อัปโหลดไฟล์นักเรียน

Q Search ex. PREFIXNAME, ENTRYGPAX, etc.

เฉพาะไฟล์ Excel

[ลำดับ](#)
[รหัสผู้สมัคร](#)
[เลขประจำตัวผู้สมัคร](#)
[คำนำหน้าชื่อ](#)
[เกรดเฉลี่ย](#)
[สถานะผู้สมัคร](#)
[ปีการศึกษา](#)
[ประเภทการรับสมัคร](#)
[ประเภทการรับสมัคร \(ใหม่\)](#)
[สอบ TCAS](#)
[ชื่อสถานศึกษา](#)

No data

ภาพที่ 15 หน้าแสดงผลการอัปโหลดไฟล์นักเรียน

การออกแบบระบบที่พัฒนาขึ้นนี้ครอบคลุมทั้งส่วนของการแสดงผลเชิงวิเคราะห์, การทำนายผล, และการจัดการข้อมูล แสดงให้เห็นว่าระบบที่พัฒนาขึ้นนี้เป็นระบบสนับสนุนการตัดสินใจที่สมบูรณ์ โดยให้ความสำคัญกับการออกแบบที่เน้นผู้ใช้งานเป็นศูนย์กลาง โดยเฉพาะการนำเสนอข้อมูลด้วยภาพ (Data Visualization) ซึ่งช่วยลดความซับซ้อนของข้อมูลและทำให้อาจารย์หรือเจ้าหน้าที่สามารถเข้าใจแนวโน้มต่าง ๆ ได้อย่างรวดเร็ว เช่น การวางแผนประชาสัมพันธ์หลักสูตร และการมีฟังก์ชันจัดการข้อมูลที่ใช้งานง่ายช่วยให้ระบบนำไปใช้งานได้จริงซึ่งเป็นการลดภาระการดูแลทางเทคนิค

## 2. ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบสนับสนุนการทำนายการยืนยันสิทธิ์เข้าศึกษาของนักศึกษา

การประเมินประสิทธิภาพของระบบฯ ได้รับการประเมินจากกลุ่มเป้าหมายด้วยการเลือกแบบเจาะจงจำนวน 20 คน แบ่งเป็น อาจารย์ประจำหลักสูตร 15 ท่าน และเจ้าหน้าที่งานรับเข้าคณะวิทยาศาสตร์ 5 ท่าน จากข้อคำถามจำนวน 16 คำถาม แสดงดังตารางที่ 1 ผลการประเมินความพึงพอใจที่มีต่อระบบของผู้ใช้งานรายด้าน พบว่า ด้านการออกแบบและการจัดรูปแบบเว็บไซต์ ได้รับความพึงพอใจในระดับมากที่สุด ( $\bar{X} = 4.57$ ,  $SD = 0.43$ ) ประเด็นที่มีผลการประเมินสูงที่สุด คือ ความเข้ากันได้ของเว็บไซต์กับเบราว์เซอร์ ( $\bar{X} = 4.75$ ,  $SD = 0.44$ ) ด้านประโยชน์และการนำไปใช้ ได้รับความพึงพอใจในระดับมาก ( $\bar{X} = 4.42$ ,  $SD = 0.53$ ) ประเด็นที่มีผลการประเมินต่ำที่สุด ได้แก่ ความสะดวกในการติดตามสถานการณ์ยืนยันสิทธิ์, การนำไปประยุกต์ใช้กับการวางแผนการประชาสัมพันธ์หลักสูตร และความเข้าใจง่ายของแบบฟอร์มและขั้นตอนการกรอกข้อมูล ( $\bar{X} = 4.50$ ,  $SD = 0.61$ ) แสดงดังตารางที่ 2

โดยภาพรวมผลการประเมินประสิทธิภาพจากผู้ใช้งานระบบฯ พบว่าค่าเฉลี่ยความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย 4.49 จากคะแนนเต็ม 5 ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่า ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่าระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งานจริงตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้และสร้างความพึงพอใจให้กับผู้ใช้งานได้เป็นอย่างดี ส่วนค่า SD มีค่าเพียง 0.48 ซึ่งถือว่าต่ำมาก แสดงว่าความคิดเห็นของผู้ประเมินทั้ง 20 ท่านมีความสอดคล้องกันสูงและมีทิศทางไปในแนวเดียวกัน ไม่ได้กระจายตัวออกจากค่าเฉลี่ยมากนัก อีกทั้งเพื่อยืนยันความสอดคล้องดังกล่าว ผู้วิจัยจึงคำนวณค่า CV ซึ่งเป็นสถิติที่ใช้วัดการกระจายของข้อมูลโดยเปรียบเทียบระหว่างค่า SD และค่าเฉลี่ย ผลการคำนวณพบว่ามีค่าเพียงร้อยละ 11 แสดงว่า ข้อมูลมีการกระจายตัวต่ำและเป็นที่ยอมรับได้ ดังนั้น ผลลัพธ์นี้จึงเป็นการยืนยันเชิงปริมาณว่าผลการประเมินมีความน่าเชื่อถือสูง และผู้ใช้งานมีมุมมองต่อประสิทธิภาพของระบบที่สอดคล้องกันอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ มีข้อสังเกตที่น่าสนใจ คือ แม้ว่าด้านประโยชน์และการนำไปใช้จะมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก แต่พบว่าระบบมีความแม่นยำของการทำนายการยืนยันสิทธิ์ ยังมีค่าเฉลี่ยที่ต่ำที่สุดในด้านนี้อยู่ที่ 4.05 ซึ่งให้เห็นว่า ผู้ใช้พึงพอใจในฟังก์ชันโดยรวมแต่อาจยังมีความคาดหวังต่อความแม่นยำของแบบจำลองการทำนาย ซึ่งจะเป็นแนวทางสำหรับการพัฒนางานวิจัยในอนาคตเพื่อปรับปรุงความแม่นยำของแบบจำลองต่อไป อย่างไรก็ตาม ภายใต้อาณัติของคณะวิทยาศาสตร์

ตารางที่ 1 ผลการประเมินประสิทธิภาพจากผู้ใช้งานระบบแยกรายด้าน

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย ( $\bar{x}$ )	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน (SD)	ความหมาย
<b>1.ด้านการออกแบบและการจัดรูปแบบเว็บไซต์</b>			
1.1 เว็บไซต์สามารถนำทางไปยังหน้าเพจต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง	4.65	0.59	มากที่สุด
1.2 หน้าโฮมเพจมีความสวยงาม มีความทันสมัย น่าสนใจ	4.50	0.61	มาก
1.3 การจัดเรียงข้อมูลและเนื้อหาในหน้าเว็บไซต์ มีความชัดเจนและถูกต้อง	4.45	0.60	มาก
1.4 สีสีนในการออกแบบเว็บไซต์มีความเหมาะสม	4.50	0.76	มาก
1.5 สีพื้นหลังกับสีตัวอักษรมีความเหมาะสมต่อการอ่าน	4.60	0.68	มากที่สุด
1.6 ขนาดตัวอักษร และรูปแบบตัวอักษร มีความสวยงามและอ่านได้ง่าย	4.55	0.69	มากที่สุด
1.7 มีความเร็วในการแสดงภาพ ตัวอักษร และข้อมูลต่าง ๆ	4.55	0.76	มากที่สุด
1.8 การใช้งานบนอุปกรณ์อื่น ๆ เช่น Smart Phone, Tablet	4.45	0.60	มาก
1.9 ความเข้าใจง่ายของไอคอนและสัญลักษณ์ต่าง ๆ ในเว็บไซต์	4.65	0.49	มากที่สุด
1.10 ความเข้ากันได้ของเว็บไซต์กับเบราว์เซอร์	4.75	0.44	มากที่สุด
<b>2. ด้านประโยชน์และการนำไปใช้</b>			
2.1 ระบบมีความสะดวกในการติดตามสถานะการยืนยันสิทธิ์	4.50	0.61	มาก
2.2 ระบบมีความแม่นยำของการทำนายผลการยืนยันสิทธิ์	4.05	0.89	มาก
2.3 การนำไปประยุกต์ใช้กับการวางแผนการประชาสัมพันธ์หลักสูตร	4.50	0.61	มาก
2.4 ระบบสามารถค้นหาข้อมูลหรือจัดเรียงข้อมูลได้ง่าย	4.50	0.69	มาก
2.5 ความเข้าใจง่ายของแบบฟอร์มและขั้นตอนการกรอกข้อมูล	4.50	0.61	มากที่สุด
2.6 ความพึงพอใจในภาพรวมของการใช้เว็บไซต์เพื่อการยืนยันสิทธิ์	4.45	0.60	มาก

ตารางที่ 2 ผลการประเมินประสิทธิภาพจากผู้ใช้งานระบบโดยรวม

รายการประเมิน	ผลการประเมิน			
	ค่าเฉลี่ย ( $\bar{x}$ )	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)	CV	แปลผล
1. ด้านการออกแบบและการจัดรูปแบบเว็บไซต์	4.57	0.43	9%	มากที่สุด
2. ด้านประโยชน์และการนำไปใช้	4.42	0.53	12%	มาก
3. สรุปผลการประเมิน	4.49	0.48	11%	มาก

## สรุป

งานวิจัยนี้บรรลุลักษณะประสิทธิผลในการพัฒนาระบบสนับสนุนการทำนายการยืนยันสิทธิ์เข้าศึกษาต่อสำหรับงานรับเข้าของคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี โดยมีกลไกสำคัญ คือ การประยุกต์ใช้แบบจำลองการเรียนรู้เชิงลึก ที่พัฒนาขึ้นโดย พัทธดนย์ จัยสิน และคณะ (2567) ซึ่งใช้เทคนิคโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน (CNN) ระบบที่พัฒนาขึ้นมี 7 กระบวนการทำงานหลัก ได้แก่ (1) การดูรายงานภาพรวม (2) การดูรายงานแยกตามโรงเรียน (3) การดูรายงานแยกตามสิทธิ์ (4) การทำนายรายบุคคล (5) การทำนายโดยใช้ไฟล์ข้อมูล (6) การจัดการผู้ใช้ และ (7) การจัดการข้อมูลนักเรียน โดยผลการประเมินความพึงพอใจจากผู้ใช้งานกลุ่มเป้าหมาย ซึ่งประกอบด้วยอาจารย์และเจ้าหน้าที่งานรับเข้า พบว่า มีความพึงพอใจในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ( $\bar{X} = 4.49$ ,  $SD = 0.48$ ) และมีความคิดเห็นสอดคล้องกันสูง ( $CV = 11\%$ ) แสดงให้เห็นว่าระบบสามารถตอบสนองความต้องการและเป็นเครื่องมือช่วยสนับสนุนการตัดสินใจเชิงบริหารจัดการได้อย่างมีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตาม การนำระบบไปใช้งานจริงมีข้อควรพิจารณาที่สำคัญ คือ 1) ข้อจำกัดด้านแบบจำลองโดยแบบจำลอง CNN ที่นำมาใช้มีค่า Accuracy ในการทำนายอยู่ที่ 63.27% (พัธดนย์ จัยสิน และคณะ, 2567) ดังนั้น ข้อควรระวังในการใช้งาน คือ ควรใช้ผลการทำนายจากระบบเป็นเพียงข้อมูลประกอบการวิเคราะห์และพิจารณาเท่านั้น ไม่ควรใช้เป็นปัจจัยชี้ขาดเพียงอย่างเดียว และ 2) ข้อจำกัดด้านระบบ เนื่องจากระบบถูกออกแบบและทดสอบในบริบทของคณะวิทยาศาสตร์เท่านั้น หากต้องการขยายผลไปสู่ระดับมหาวิทยาลัย จำเป็นต้องมีการปรับปรุงสถาปัตยกรรมของระบบเพื่อรองรับปริมาณข้อมูลที่มากขึ้น ความหลากหลายของข้อมูลระหว่างคณะ และการเข้าใช้งานพร้อมกันของผู้ใช้งานจำนวนมาก

### ข้อเสนอแนะ

1. การเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน ด้วยการพัฒนาหรือเลือกแบบจำลองการทำงานที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้น รวมถึงการปรับสถาปัตยกรรมของระบบให้รองรับการปรับเปลี่ยนแบบจำลองได้ในอนาคต
2. การนำระบบไปใช้ในระดับมหาวิทยาลัย จำเป็นต้องเชื่อมต่อกับฐานข้อมูลกลาง จึงควรปรับปรุงสถาปัตยกรรมเพื่อรองรับข้อมูลและผู้ใช้จำนวนมาก และเพิ่มระบบจัดการสิทธิ์การเข้าถึงข้อมูลของแต่ละหน่วยงาน
2. การใช้มาตรฐานความปลอดภัยสำหรับเว็บแอปพลิเคชัน เช่น OWASP (Open Web Application Security Project) เพื่อป้องกันความเสี่ยงและคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคลของนักศึกษา

### กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงต่อภาควิชาคณิตศาสตร์ สถิติ และคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ที่ได้ให้การสนับสนุนและเอื้อเฟื้อสถานที่ ตลอดจนเครื่องมือและอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่จำเป็นสำหรับการดำเนินงานวิจัยนี้ให้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

### เอกสารอ้างอิง

- กองบริการการศึกษา มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. (ม.ป.ป.). **ระเบียบการรับสมัครคัดเลือกบุคคลเข้าศึกษา**. สืบค้นจาก <https://www.ubu.ac.th/web/academic/content/ระเบียบการรับสมัครคัดเลือกบุคคลเข้าศึกษา%20/>
- ชาลิสสา จิตบุญญาพิณีจ, ปราณี มณีรัตน์, และนิเวศ จิระวิชิตชัย. (2565). การพัฒนาแบบจำลองการวิเคราะห์ความรู้สึกบนสื่อสังคมออนไลน์ไทย โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้เชิงลึก. **วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ**, 8(2), 8-18.
- ธนพร คล้ายทอง, และชุตินันท์ ศรีสวัสดิ์. (2566). การพยากรณ์การตออกของนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ด้วยเทคนิคเหมืองข้อมูล. **วารสารวิทยาการสารสนเทศและเทคโนโลยีประยุกต์**, 5(1), 1-17.
- นพรัตน์ ประทุมนอก, ชัยอนันต์ กิจชัยรัตน์, สราวุฒิ อุบลหอม, และกิตติศักดิ์ สิงห์สูงเนิน. (2565). การพัฒนาแอปพลิเคชันตรวจสอบการเข้าร่วมกิจกรรมด้วยแพลตฟอร์มแอปซีดี. **นวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**, 3(2), 17-28.
- พัทธดนย์ จัยสิน, สุภาวดี หิรัญพงศ์สิน, และไพเชษฐ์ คงไชย. (2567). วิธีทำนายการยืนยันสิทธิ์เข้าศึกษาต่อของนักศึกษามหาวิทยาลัยด้วยการประยุกต์ใช้เทคนิคการเรียนรู้เชิงลึก. **วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีศึกษา**, 7(1), 10-20.

- พิมพ์ ชีวาประกอบกิจ. (2562). การปรับปรุงประสิทธิภาพในการจำแนกภาพด้วยโครงข่ายประสาทแบบคอนโวลูชันโดยใช้เทคนิคการเพิ่มภาพ. *วารสารวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีดิจิทัล*, 7(1), 59-64.
- ไพชยนต์ คงไชย, สุภาวดี หิรัญพงศ์สิน, และณัฐ ดิษเจริญ. (2567). การสร้างตัวแบบทำนายการยืนยันสิทธิ์เข้าศึกษาของนักศึกษาใหม่ในระดับมหาวิทยาลัยช่วงสถานการณ์แพร่ระบาดของโควิด-19 กรณีศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. *วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ*, 34(2), 1-10.
- สุกัญญา อะหลี่, และคอสี่หมี มาแมง. (2567). ปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจยืนยันสิทธิ์เข้าศึกษาระดับปริญญาตรี ในหลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาเกษตรศาสตร์และนวัตกรรม มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ ภายใต้ระบบที่แคส ระหว่างปีการศึกษา 2563 - 2565. *Science, Technology, and Social Sciences Procedia*, 2024(2), NCR2R1.
- สุรียนต์ บุญเลิศวรกุล, และนงลักษณ์ เกตุบุตร. (2562). ปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกยืนยันสิทธิ์เข้าศึกษาระดับปริญญาตรี ในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตตรัง ภายใต้ระบบที่แคส (TCAS). *วารสารวิชาการ ปชมท*, 8(3), 54-62.
- เอกวิชัย เมยไธสง, ฉวีวรรณ สีสม, และสุเทพ เมยไธสง. (2565). การพยากรณ์ผลการเรียนเพื่อวางแผนการลงทะเบียนเรียนของนักศึกษา สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬาโดยใช้วิธีการเรียนรู้ของเครื่อง. *วารสารพุทธปรัชญาวิวัฒน์*, 6(2), 329-340.
- Bhandari, P. & Nikolopoulou, K. (2023). *What Is a Likert Scale? | Guide & Examples*. Scribbr. Retrieved from <https://www.scribbr.com/methodology/likert-scale/>
- Jitboonyapinit, C., Maneerat, P., & Chirawichitchai, N. (2023). Sentiment Analysis on Thai Social Media Using Convolutional Neural Networks and Long Short-Term Memory. *International Scientific Journal of Engineering and Technology*, 7(1), 74-80.
- Kurniasari, L., & Setyanto, A. (2020). Sentiment Analysis using Recurrent Neural Network-LSTM in Bahasa Indonesia. *Journal of Engineering Science and Technology*, 15(5), 3242-3256.
- Mahadevaswamy, U. B., & Swathi, P. (2023). Sentiment Analysis using Bidirectional LSTM Network. *Procedia Computer Science*, 218(2023), 45-56.

## การพยากรณ์ความต้องการแรงงานของประเทศไทยด้วยวิธีการเคลื่อนที่อย่างง่ายและวิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลอย่างง่าย

อรวรรณ สืบเสน<sup>1\*</sup>

Received : February 5, 2025

Revised : November 27, 2025

Accepted : December 4, 2025

### บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ 1) เพื่อสร้างตัวแบบพยากรณ์ความต้องการแรงงานของประเทศไทย 2) เพื่อเปรียบเทียบตัวแบบการพยากรณ์ด้วยวิธีการเคลื่อนที่อย่างง่ายและวิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลอย่างง่าย 3) เพื่อพยากรณ์ความต้องการแรงงานของประเทศไทย ในเดือนสิงหาคม พ.ศ.2565 โดยใช้ข้อมูลอนุกรมเวลารายเดือนตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2560 ถึงเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2565 รวมทั้งสิ้น 67 ค่า แบ่งออกเป็น 2 ชุดข้อมูล ได้แก่ ชุดที่ 1 ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2560 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2564 จำนวน 60 ค่า สำหรับการสร้างตัวแบบพยากรณ์ และชุดที่ 2 ตั้งแต่เดือนมกราคม ถึงเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2565 จำนวน 7 ค่า สำหรับการประเมินความแม่นยำของตัวแบบ โดยใช้ค่าร้อยละของความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Percentage Error: MAPE) เป็นเกณฑ์ในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวแบบพยากรณ์

ผลการศึกษาพบว่า วิธีการเคลื่อนที่อย่างง่ายสามารถให้ผลการพยากรณ์ที่มีความแม่นยำมากกว่า โดยมีค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยร้อยละ (MAPE) เท่ากับ 8.2243 ซึ่งน้อยกว่าวิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลอย่างง่าย แสดงให้เห็นว่าวิธีการเคลื่อนที่อย่างง่ายมีความเหมาะสมมากกว่าสำหรับการพยากรณ์ความต้องการแรงงานของประเทศไทย นอกจากนี้ ผลการพยากรณ์ยังชี้ให้เห็นว่าความต้องการแรงงานของประเทศไทยในเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2565 มีจำนวน 40,516 คน ซึ่งสะท้อนถึงศักยภาพของการใช้วิธีการดังกล่าวในการวางแผนกำลังแรงงานและกำหนดนโยบายด้านแรงงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

**คำสำคัญ:** ความต้องการแรงงาน วิธีการเคลื่อนที่อย่างง่าย วิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลอย่างง่าย

<sup>1</sup> หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี

อีเมล: orawan.sue@gmail.com

\* ผู้นิพนธ์หลัก อีเมล: orawan.sue @gmail.com

## FORECASTING LABOR DEMAND OF THAILAND UTILIZING BASIC MOVING AVERAGE AND EXPONENTIAL SMOOTHING TECHNIQUES

Orawan Suebsen<sup>1\*</sup>

### Abstract

This study objectives were to 1) develop a model for forecasting Thailand's labor demand, 2) compare forecasting models utilizing basic moving average method and basic exponential smoothing techniques and 3) forecast Thailand's labor demand in August 2022. The forecast in the current study was carried out employing monthly time series data from January 2017 to July 2022, totaling 67 data points. The data were divided into two sets: The first set comprised 60 data points being collected from January 2017 to December 2021 and being used for developing the forecasting models. The second set comprised 7 data points being collected from January to July 2022 and being used for evaluating the accuracy of the models. The Mean Absolute Percentage Error (MAPE) was employed as the criterion for comparing the performance of the forecasting models.

The findings of this study indicate that the simple moving average method demonstrates superior forecasting accuracy, with a mean absolute percentage error (MAPE) of 8.2243, which is lower than that obtained from the simple exponential smoothing method. This result suggests that the simple moving average approach is more appropriate for forecasting labor demand in Thailand. Moreover, the forecast estimated that the labor demand in August 2022 amounted to 40,516 persons, thereby underscoring the potential applicability of this method in enhancing labor force planning and informing evidence-based policy formulation.

**Keywords:** labor demand, simple moving average method, simple exponential smoothing method

---

<sup>1</sup> Bachelor of Science Program in Mathematics, Suratthani Rajabhat University,  
e-mail: orawan.sue@gmail.com

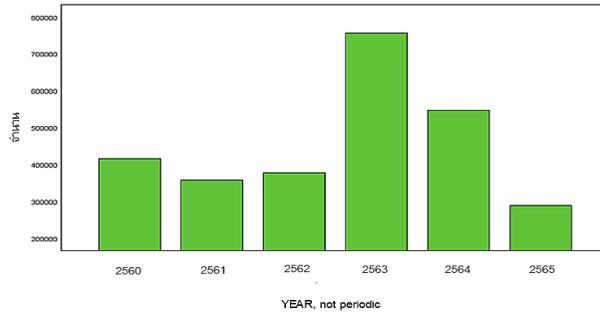
\* Corresponding author, e-mail: orawan.sue@gmail.com

## บทนำ

ปัจจุบัน ความต้องการบุคลากรในตลาดแรงงาน มีความซับซ้อนและพลวัตมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของโลกยุคดิจิทัล สภาพเศรษฐกิจ สังคม เทคโนโลยี และผลกระทบจากวิกฤตการณ์ต่าง ๆ อาทิ การระบาดของโรคโควิด-19 ที่ได้ส่งผลกระทบต่อโครงสร้างของตลาดแรงงานและรูปแบบการทำงานทั่วโลก รวมถึงประเทศไทยด้วย องค์กรต่าง ๆ ทั้งภาครัฐและเอกชนต่างปรับตัวเพื่อให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลง โดยเฉพาะการดำเนินธุรกิจภายใต้ เศรษฐกิจรูปแบบใหม่ (New Economy) ซึ่งเน้นการใช้เทคโนโลยีดิจิทัล ระบบอัตโนมัติ และนวัตกรรมเข้ามาขับเคลื่อนกิจกรรมทางเศรษฐกิจ ส่งผลให้เกิดความต้องการบุคลากรที่มี ทักษะแห่งอนาคต (Future Skills) โดยเฉพาะทักษะด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ การคิดวิเคราะห์เชิงระบบ การทำงานร่วมกับผู้อื่น การเรียนรู้ตลอดชีวิต และความสามารถในการปรับตัว (World Economic Forum, 2023)

รายงานของ กรุงเทพมหานคร (2565) ระบุว่า ทิศทางของตลาดแรงงานไทยกำลังปรับตัวเข้าสู่ยุคใหม่ที่ต้องการบุคลากรที่มีความรู้ความสามารถเฉพาะทางมากขึ้น ซึ่งทุกองค์กรต้องมีการ วางแผนกำลังคน อย่างเป็นระบบ ทั้งในด้านการสรรหา การพัฒนา และการรักษาบุคลากรคุณภาพไว้ เพื่อให้สามารถขับเคลื่อนองค์กรได้อย่างมีประสิทธิภาพและสอดคล้องกับเป้าหมายในระยะยาว ขณะเดียวกัน จากสถานการณ์โควิด-19 แม้ประเทศไทยจะเริ่มเห็นแนวโน้มการฟื้นตัวทางเศรษฐกิจมากขึ้นในช่วงหลังปี 2565 จากมาตรการของรัฐ การเปิดประเทศ การลงทุนภาคอุตสาหกรรมที่กลับมาดำเนินงาน รวมถึงการนำเอาเทคโนโลยีใหม่ ๆ เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิต แต่อย่างไรก็ตาม ตลาดแรงงานยังคงเผชิญกับ ปัญหาการว่างงาน การเลิกจ้างแรงงาน และความไม่สอดคล้องของทักษะ (Skills Mismatch) ระหว่างแรงงานที่มีอยู่กับการต้องการของตลาดอย่างต่อเนื่อง ซึ่งจากการสำรวจของ สำนักงานสถิติแห่งชาติ (2565) พบว่า ยังมีแรงงานจำนวนหนึ่งที่ไม่สามารถกลับเข้าสู่ระบบการทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ความต้องการแรงงาน หมายถึง ภาวะการณ์ที่มีงานและตำแหน่งงานเป็นจำนวนมากซึ่งผู้อยู่ในวัยทำงานที่มีความสมัครใจและมีความสามารถที่จะทำงาน ณ ระดับค่าแรงที่ปรากฏ แต่ไม่สามารถทำงานได้ ความบกพร่องในการปรับตัวให้เข้ากับงานที่ทำ การผิดพลาดทางจิตใจ ความบกพร่องทางสังคมของบุคคลและอีกต่าง ๆ มากมาย ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องวิเคราะห์สถานการณ์ด้านประชากร กำลังคน แรงงาน และการมีงานทำเป็นอยู่ในปัจจุบัน เพื่อกำหนดเป็นแนวทางการพัฒนาและแก้ไขปัญหาต่าง ๆ จากสถานการณ์การว่างงาน การเลิกจ้าง และความต้องการแรงงานที่สำรวจโดยสำนักงานสถิติแห่งชาติ (2565) พบว่า



ภาพที่ 1 แสดงข้อมูลจำนวนความต้องการแรงงานรายปี (ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ.2560 - กรกฎาคม พ.ศ.2565) (กระทรวงแรงงาน, 2565)

จากภาพที่ 1 จะเห็นได้ว่าอัตราความต้องการแรงงานของปี 2563 ความต้องการแรงงานที่สูงขึ้นจึงบ่งบอกถึงความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศ รวมถึงสะท้อนถึงความอยู่ดีมีสุขของประชากรในประเทศ และสามารถเป็นตัวชี้วัดทิศทางการของเศรษฐกิจได้ว่าไปในทางใด (Borjas, 2016; OECD, 2021) ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจการพยากรณ์ความต้องการแรงงานของประเทศไทย เพื่อที่จะสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการวางแผนและการดำเนินงานเพื่อจัดการกับความต้องการแรงงานได้อย่างดีที่สุด

จากสถานการณ์ดังกล่าว จึงเกิดความจำเป็นอย่างยิ่ง ที่จะต้องมีการศึกษาวิจัยอย่างเป็นระบบ เพื่อให้สามารถวิเคราะห์แนวโน้มและความต้องการแรงงานในอนาคต ได้อย่างแม่นยำ ซึ่งจะช่วยให้ภาครัฐและเอกชนสามารถวางแผนกำลังคนได้อย่างมีประสิทธิภาพ สอดรับกับการเปลี่ยนแปลงของภาคเศรษฐกิจและเทคโนโลยี ระบุปัญหาและช่องว่างของทักษะ (Skill Gaps) ระหว่างความสามารถของแรงงานกับความต้องการของตลาดอย่างเป็นรูปธรรม ซึ่งเป็นข้อมูลสำคัญในการออกแบบหลักสูตรการเรียนการสอน หรือการฝึกอบรมที่ตอบโจทย์สนับสนุนการกำหนดนโยบายด้านแรงงาน การศึกษา และการพัฒนาทักษะ ให้มีทิศทางที่ชัดเจนและตรงจุดมากขึ้น โดยเฉพาะในสาขาอาชีพที่มีความต้องการสูงในอนาคต เช่น อุตสาหกรรมดิจิทัล โลจิสติกส์ สุขภาพ และพลังงานทางเลือก ประเมินผลกระทบของเทคโนโลยีและภาวะวิกฤตต่าง ๆ ที่มีต่อโครงสร้างตลาดแรงงาน เพื่อหามาตรการในการรองรับและปรับตัวอย่างเหมาะสม ทั้งในระดับบุคคล องค์กร และประเทศ ให้ข้อมูลสำหรับการวางแผนเชิงยุทธศาสตร์ของสถานศึกษา ในการผลิตบัณฑิตที่มีความพร้อมเข้าสู่ตลาดงาน และลดปัญหาการว่างงานของผู้สำเร็จการศึกษาในระยะยาว ดังนั้นการวิจัยเกี่ยวกับแนวโน้มความต้องการแรงงานในตลาดงานไทย จึงเป็นเครื่องมือสำคัญในการขับเคลื่อนประเทศให้สามารถแข่งขันได้ในระดับสากล ทั้งยังช่วยลดความเหลื่อมล้ำทางเศรษฐกิจ และส่งเสริมการพัฒนาที่ยั่งยืนในภาพรวม

## วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสร้างตัวแบบพยากรณ์ความต้องการแรงงานของประเทศไทย
2. เพื่อเปรียบเทียบตัวแบบการพยากรณ์ด้วยวิธีการเฉลี่ยเคลื่อนที่อย่างง่าย และวิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลอย่างง่าย
3. เพื่อพยากรณ์ความต้องการแรงงานของประเทศไทย ในเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2565

## วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาเรื่องการพยากรณ์ความต้องการแรงงานของประเทศไทย เพื่อให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย ผู้วิจัยได้ดำเนินงานดังนี้

### 1. ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

1.1 ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลความต้องการแรงงานของประเทศไทย เก็บรวบรวมตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2560 ถึงเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2565 จำนวน 67 ค่า (สำนักงานสถิติแห่งชาติ, 2565)

1.2 นำข้อมูลอนุกรมเวลารายเดือน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2560 ถึงเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2565 แบ่งออกเป็นสองชุด คือ

ชุดที่ 1 ข้อมูลความต้องการแรงงาน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2560 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2564 จำนวน 60 ค่า ใช้สำหรับวิเคราะห์เพื่อสร้างตัวแบบการพยากรณ์

ชุดที่ 2 ข้อมูลความต้องการแรงงาน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2565 ถึงเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2565 จำนวน 7 ค่า ใช้สำหรับเปรียบเทียบความเหมาะสมของตัวแบบพยากรณ์

1.3 ศึกษาเกี่ยวกับตัวแบบการพยากรณ์ความต้องการแรงงานของประเทศไทย ที่เหมาะสมด้วยวิธีการเฉลี่ยเคลื่อนที่อย่างง่าย และวิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลอย่างง่าย ใช้เกณฑ์ค่าเฉลี่ยของค่าสัมบูรณ์เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนเป็นเกณฑ์ในการเปรียบเทียบ

### 2. ขั้นตอนการดำเนินงาน

2.1 ศึกษาค้นคว้าเอกสาร ตำรา งานวิจัยเกี่ยวกับการพยากรณ์ข้อมูลอนุกรมเวลา และรวบรวมข้อมูลความต้องการแรงงานของประเทศไทย รวบรวมตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2560 ถึงเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2565 จำนวน 67 ค่า (สำนักงานสถิติแห่งชาติ, 2565)

2.2 ศึกษาเกี่ยวกับตัวแบบการพยากรณ์ความต้องการแรงงานของประเทศไทยที่เหมาะสม ด้วยวิธีการเฉลี่ยเคลื่อนที่อย่างง่าย และวิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลอย่างง่าย

2.3 ทดสอบส่วนประกอบอนุกรมเวลา แบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ชุด คือชุดที่ 1 ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2560 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2564 จำนวน 60 ค่า และ ชุดที่ 2 ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2565 จำนวน 7 ค่า

2.4 ทดสอบแนวโน้มของข้อมูลอนุกรมเวลาด้วยวิธี Runs Test และทดสอบฤดูกาลของข้อมูลอนุกรมเวลาด้วยวิธี Kruskal-Wallis H

2.5 วิเคราะห์ความผันแปรเนื่องจากเหตุการณ์ที่ผิดปกติ

2.6 ทดสอบแนวโน้มฤดูกาล กรณีวิเคราะห์ความผันแปรเนื่องจากเหตุการณ์ที่ผิดปกติ

2.7 สร้างตัวแบบการพยากรณ์

2.8 พยากรณ์ความต้องการแรงงานในเดือนสิงหาคม พ.ศ.2565

### 3. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

วิธีที่ผู้วิจัยใช้ในการพยากรณ์ คือ วิธีการเคลื่อนที่อย่างง่าย และวิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลอย่างง่าย นำค่า MAPE ที่ได้จากการพยากรณ์ทั้ง 2 วิธีมาเปรียบเทียบว่าการพยากรณ์โดยวิธีใดมีความเหมาะสมกับอนุกรมเวลาชุดนี้ที่สุด

### 4. สรุปผลการศึกษา

4.1 สรุปตัวแบบการพยากรณ์ความต้องการแรงงานของประเทศไทยด้วยวิธีการเคลื่อนที่อย่างง่าย และวิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลอย่างง่าย

4.2 สรุปผลการเปรียบเทียบตัวแบบการพยากรณ์ด้วยวิธีการเคลื่อนที่อย่างง่าย และวิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลอย่างง่าย

4.3 สรุปค่าพยากรณ์ความต้องการแรงงานของประเทศไทย ในเดือนสิงหาคม 2565

### ผลการวิจัยและอภิปรายผล

การศึกษานี้ เป็นการศึกษาเรื่องการพยากรณ์ความต้องการแรงงานของประเทศไทย ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างตัวแบบพยากรณ์ความต้องการแรงงานของประเทศไทย และเพื่อเปรียบเทียบวิธีการเคลื่อนที่อย่างง่าย และวิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลอย่างง่าย โดยมีรายละเอียดดังนี้

#### 1. ข้อมูลอนุกรมเวลา

ข้อมูลที่นำมาใช้ในการพยากรณ์ครั้งนี้เป็นข้อมูลอนุกรมเวลาแบบรายเดือน จากสำนักงานสถิติแห่งชาติ เก็บรวบรวมตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2560 ถึงเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2565 จำนวน 67 ค่าดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงข้อมูลความต้องการแรงงานของประเทศไทย

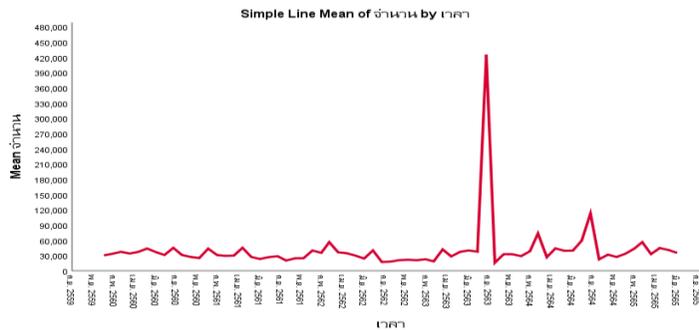
เดือนปี	2560	2561	2562	2563	2564	2565
มกราคม	30,645	43,849	40,112	21,094	29,049	33,805
กุมภาพันธ์	33,889	31,193	35,525	22,966	38,797	43,642
มีนาคม	37,491	29,626	56,555	18,775	73,720	56,537
เมษายน	34,191	30,096	36,592	42,260	26,970	33,013
พฤษภาคม	37,348	45,423	34,817	28,489	44,303	44,977
มิถุนายน	43,991	27,496	30,047	37,558	39,589	41,093
กรกฎาคม	37,195	23,402	24,311	40,183	39,847	35,478
สิงหาคม	31,277	27,126	40,255	37,826	59,449	
กันยายน	45,353	28,992	17,614	425,612	113,014	
ตุลาคม	31,337	20,429	18,351	16,233	22,857	
พฤศจิกายน	27,372	24,840	21,224	32,916	32,038	
ธันวาคม	25,389	24,914	21,979	32,802	27,361	

ข้อมูลแสดงจำนวนความต้องการแรงงานรายเดือนของประเทศไทยตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2560 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2564 รวม 5 ปี และข้อมูลของปี พ.ศ. 2565 ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงกรกฎาคม โดยแต่ละเดือนแสดงจำนวนความต้องการแรงงานที่แตกต่างกันไป ซึ่งสะท้อนถึงความเปลี่ยนแปลงของตลาดแรงงานในแต่ละช่วงเวลา โดยในภาพรวม พบว่าจำนวนความต้องการแรงงานมีความผันผวนตามฤดูกาลและปัจจัยเศรษฐกิจ เช่น ในปี พ.ศ. 2560 ถึง 2562 จำนวนความต้องการแรงงานในบางเดือน เช่น มีนาคม และกันยายน มีค่าที่สูงกว่าช่วงเดือนอื่นๆ อย่างชัดเจน ปี พ.ศ. 2563 พบว่ามีค่าความต้องการแรงงานในเดือนกันยายนสูงผิดปกติถึง 425,612 ซึ่งอาจเป็นข้อมูลผิดพลาดหรือเหตุการณ์พิเศษที่ส่งผลกระทบต่อตัวเลข ปี พ.ศ. 2564 จำนวนความต้องการแรงงานในบางเดือน เช่น มีนาคม และกันยายน มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นเมื่อเทียบกับปีที่ผ่านมา สำหรับปี พ.ศ. 2565 ที่มีข้อมูลเพียง 7 เดือนแรก พบว่าค่าความต้องการแรงงานมีความผันผวน โดยสูงสุดอยู่ในเดือนมีนาคม 56,537 และต่ำสุดในเดือนกรกฎาคม 35,478 การเปลี่ยนแปลงของจำนวนความต้องการแรงงานในแต่ละเดือนสะท้อนถึงการปรับตัวของตลาดแรงงานต่อปัจจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ เช่น ภาวะเศรษฐกิจภัยพิบัติ หรือสถานการณ์โรคระบาด ซึ่งเป็นข้อมูลสำคัญสำหรับการวิเคราะห์และพยากรณ์แนวโน้มแรงงานในอนาคต

## 2. การทดสอบส่วนประกอบของข้อมูลอนุกรมเวลา

### 2.1 พิจารณากราฟของข้อมูลอนุกรมเวลา

นำข้อมูลความต้องการแรงงานของประเทศไทย ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ.2560 ถึง เดือนกรกฎาคมพ.ศ.2565 ที่ได้นำไปสร้างกราฟเพื่อดูลักษณะของข้อมูล พบว่า ความต้องการแรงงานของประเทศไทย มีเหตุการณ์ที่ผิดปกติเกิดขึ้น ดังแสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 2 กราฟแสดงลักษณะการเคลื่อนไหวของข้อมูลอนุกรมเวลา

จากกราฟจะเห็นได้ว่า จำนวนความต้องการแรงงานมีความผันผวนตลอดเวลาที่ศึกษา โดยส่วนใหญ่มีค่าที่อยู่ในช่วงประมาณ 30,000–60,000 คนต่อเดือน อย่างไรก็ตาม มีจุดสูงสุดผิดปกติ (Outlier) ที่โดดเด่นในเดือนกันยายน พ.ศ. 2563 ซึ่งพุ่งสูงขึ้นเกิน 425,000 คน ซึ่งสูงกว่าค่าเฉลี่ยของเดือนอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญ สันนิษฐานว่าอาจเกิดจากการรายงานข้อมูลผิดพลาด หรือมีปัจจัยพิเศษที่ส่งผลให้เกิดความต้องการแรงงานจำนวนมากในช่วงเวลานั้น เช่น โครงการจ้างงานขนาดใหญ่ของภาครัฐในช่วงหลังโควิด-19 หรือการรวบรวมข้อมูลที่คลาดเคลื่อน หลังจากเหตุการณ์ผิดปกติในเดือนกันยายน 2563 แล้ว ค่าเฉลี่ยกลับมาอยู่ในระดับปกติใกล้เคียงช่วงก่อนหน้า ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงความจำเป็นในการวิเคราะห์และพิจารณาข้อมูลอย่างรอบคอบ เพื่อให้การพยากรณ์มีความแม่นยำและสอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจและตลาดแรงงานที่แท้จริง

### 2.2 การทดสอบแนวโน้มของข้อมูลอนุกรมเวลาด้วยวิธี Runs Test

สมมติฐานการทดสอบ

$H_0$  : ข้อมูลมีลักษณะสุ่ม (อนุกรมเวลาไม่มีส่วนประกอบแนวโน้ม)

$H_1$  : ข้อมูลไม่มีลักษณะสุ่ม (อนุกรมเวลามีส่วนประกอบแนวโน้ม)

ตารางที่ 2 การทดสอบแนวโน้มของข้อมูลความต้องการแรงงานของประเทศไทย

จำนวนข้อมูลความต้องการแรงงาน	มัธยฐาน	จำนวน Runs	Z	Sig
67	33013.00	22	-3.076	.002

การทดสอบแบบ Runs Test จะเป็นการทดสอบแบบสองทาง ดังนั้นบริเวณปฏิเสธ คือ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ได้บริเวณปฏิเสธ  $Z < -1.960$  และ  $Z > 1.960$  เนื่องจาก  $Z_{cal}$  อยู่ในบริเวณปฏิเสธและเมื่อพิจารณาด้วยค่า Sig. น้อยกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 ซึ่งปฏิเสธสมมติฐานหลัก  $H_0$  ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าอนุกรมเวลาดังกล่าวมีส่วนประกอบของแนวโน้มอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

### 2.3 การทดสอบฤดูกาลของข้อมูลอนุกรมเวลาด้วย Kruskal-Wallis

สมมติฐานการทดสอบ

$H_0$ : อนุกรมเวลาไม่มีส่วนประกอบความผันแปรตามฤดูกาล

$H_1$ : อนุกรมเวลามีส่วนประกอบความผันแปรตามฤดูกาล

ตารางที่ 3 การทดสอบฤดูกาลของข้อมูลความต้องการแรงงานของประเทศไทย

Chi-Square	df	Sig
20.712	11	.036

จากการทดสอบแบบ Kruskal-Wallis ได้ว่าค่า Sig. น้อยกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 จึงปฏิเสธสมมติฐานหลัก  $H_0$  จึงสรุปได้ว่าอนุกรมเวลาดังกล่าวมีส่วนประกอบของความผันแปรตามฤดูกาล

### 3. วิเคราะห์ความผันแปรเนื่องจากเหตุการณ์ที่ผิดปกติ

จากภาพที่ 2 จะเห็นว่ากราฟมีความผิดปกติ ดังนั้นจึงต้องวิเคราะห์ความผันแปรเนื่องจากเหตุการณ์ที่ผิดปกติ ในทางปฏิบัติเมื่อพบเหตุการณ์ที่ผิดปกติ และสามารถอธิบายได้ถึงสาเหตุที่เกิดขึ้นได้แล้ว เราจะมี การดำเนินการกับเหตุการณ์ผิดปกตินี้โดยการตัดข้อมูลที่เป็นเหตุการณ์ผิดปกตินี้ออกจากการพิจารณาโดยถือเสมือนว่าข้อมูลนี้เป็นข้อมูลที่ขาดหายไป (Missing Value) และจะต้องทำการคำนวณข้อมูลใหม่ขึ้นมาทดแทนข้อมูลที่ขาดหายไป ซึ่งโดยทั่วไปจะมีวิธีที่แนะนำเบื้องต้นอยู่ 2 วิธีดังต่อไปนี้

1. วิธีหาค่าเฉลี่ย สำหรับข้อมูลรายปีให้นำข้อมูลปีข้างเคียงมาหาค่าเฉลี่ยเป็นข้อมูลที่ทดแทนข้อมูลที่เป็นเหตุการณ์ที่ผิดปกติ ถ้าเป็นข้อมูลที่มีอิทธิพลของฤดูกาล เช่น รายไตรมาสหรือรายเดือน ให้เอาข้อมูลของฤดูกาลเดียวกันปีก่อนหน้าและปีถัดไปมาหาค่าเฉลี่ยเป็นข้อมูลทดแทนข้อมูลที่ผิดปกติ

2. วิธีดูแนวโน้ม สำหรับข้อมูลรายปีให้ทดลองลากเส้นเชื่อมโยงที่เหมาะสมระหว่างข้อมูลปีก่อนหน้าและปีที่ถัดจากปีที่มีเหตุการณ์ผิดปกติแล้วกำหนดข้อมูลทดแทนข้อมูลผิดปกติตามเส้นแนวโน้มดังกล่าว สำหรับข้อมูลที่มีอิทธิพลของฤดูกาล ให้ลากเส้นแนวโน้มเช่นเดียวกัน โดยเชื่อมต่อระหว่างข้อมูลฤดูกาลเดียวกันของปีก่อนหน้าและข้อมูลฤดูกาลเดียวกันของปีถัดไปแล้วกำหนดข้อมูลทดแทนข้อมูลจากเหตุการณ์ผิดปกติบนเส้นแนวโน้มดังกล่าว

จากข้อมูลมีค่าความผิดปกติอยู่ 2 ค่าคือ ค่าของเดือนกันยายน พ.ศ. 2563 และเดือนกันยายน พ.ศ. 2564 ซึ่งมีค่าสูงผิดปกติ ซึ่งหาได้ดังนี้

$$\frac{\text{ข้อมูลของเดือนก่อนหน้า} + \text{ข้อมูลของปีถัดไป}}{\text{จำนวนค่าของปีก่อนหน้าและถัดไป}} = \frac{40,112 + 35,525 + \dots + 29,049 + \dots + 27,361}{24} = 38,516$$

นำข้อมูลของปี พ.ศ. 2562 และปี พ.ศ. 2564 มาทำการหาค่าเฉลี่ยก็จะได้ข้อมูลทดแทนข้อมูลที่ผิดปกติ ของเดือนกันยายน พ.ศ. 2563

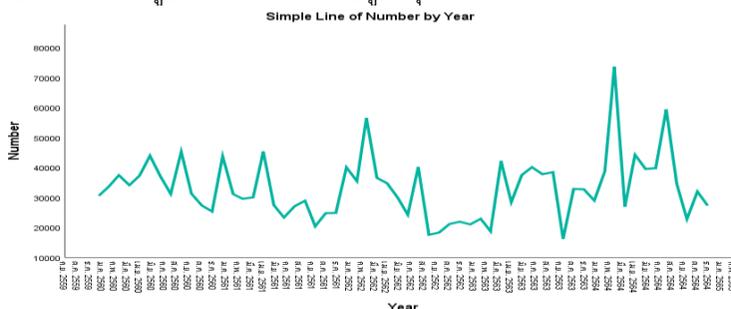
หาค่าเฉลี่ยของเดือนกันยายน พ.ศ. 2564 ได้ดังนี้

$$\frac{\text{ข้อมูลของเดือนก่อนหน้า} + \text{ข้อมูลของปีถัดไป}}{\text{จำนวนค่าของปีก่อนหน้าและถัดไป}} = \frac{21,094 + 22,966 + \dots + 33,805 + \dots + 35,478}{19} = 34,640$$

เมื่อได้ค่าที่ปกติในปี พ.ศ. 2563 ดังนั้นจึงนำข้อมูลของปี พ.ศ. 2563 และปี พ.ศ. 2565 มาทำการหาค่าเฉลี่ยก็จะได้ข้อมูลทดแทนข้อมูลที่ผิดปกติของเดือนกันยายน พ.ศ. 2564 จากนั้นดำเนินการแบ่งข้อมูลที่ได้เป็น 2 ชุด ชุดที่ 1 ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ.2560 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ.2564 และชุดที่ 2 ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ.2565 ถึงเดือนกรกฎาคม พ.ศ.2565

### 3.1 การทดสอบส่วนประกอบของข้อมูลอนุกรมเวลา

พิจารณากราฟของข้อมูลอนุกรมเวลา นำข้อมูลชุดที่ 1 ไปพล็อตกราฟเพื่อดูลักษณะแนวโน้มของข้อมูล โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ พบว่า ข้อมูลอนุกรมเวลามีแนวโน้ม ดังแสดงในภาพที่ 3



ภาพที่ 3 กราฟแสดงลักษณะการเคลื่อนไหวของข้อมูลอนุกรมเวลา

### 3.2 การทดสอบแนวโน้มของข้อมูลอนุกรมเวลาด้วยวิธี Runs Test กรณีวิเคราะห์ความผันแปรเนื่องจากเหตุการณ์ผิดปกติ

สมมติฐานการทดสอบ

$H_0$  : ข้อมูลมีลักษณะสุ่ม (อนุกรมเวลาไม่มีส่วนประกอบแนวโน้ม)

$H_1$  : ข้อมูลไม่มีลักษณะสุ่ม (อนุกรมเวลามีส่วนประกอบแนวโน้ม)

ตารางที่ 4 การทดสอบแนวโน้มของข้อมูลความต้องการแรงงานของประเทศไทย

จำนวนข้อมูลความต้องการแรงงาน	มัธยฐาน	จำนวน Runs	Z	Sig
60	31688	25	-1.562	.118

การทดสอบแบบ Runs Test จะเป็นการทดสอบแบบสองทาง ดังนั้นบริเวณปฏิเสธ คือ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ได้บริเวณปฏิเสธ  $Z < -1.960$  และ  $Z > 1.960$  เนื่องจาก  $Z_{cal}$  อยู่ในบริเวณยอมรับสมมติฐานหลัก และเมื่อพิจารณาด้วยค่า Sig. มากกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 จึงยอมรับสมมติฐานหลัก  $H_0$  สรุปได้ว่าอนุกรมเวลาดังกล่าวไม่มีส่วนประกอบของแนวโน้ม

### 3.3 การทดสอบฤดูกาลของข้อมูลอนุกรมเวลาด้วย Kruskal-Wallis กรณีวิเคราะห์ความผันแปรเนื่องจากเหตุการณ์ที่ผิดปกติ

สมมติฐานการทดสอบ

$H_0$  : อนุกรมเวลาไม่มีส่วนประกอบความผันแปรตามฤดูกาล

$H_1$  : อนุกรมเวลามีส่วนประกอบความผันแปรตามฤดูกาล

ตารางที่ 5 การทดสอบฤดูกาลของข้อมูลความต้องการแรงงานของประเทศไทย

Chi-Square	df	Sig
17.285	11	.100

จากการทดสอบแบบ Kruskal-Wallis ได้ว่าค่า Sig. มากกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 จึงยอมรับสมมติฐานหลัก  $H_0$  จึงสรุปได้ว่าอนุกรมเวลาดังกล่าวไม่มีส่วนประกอบของความผันแปรตามฤดูกาล

## 4. สร้างตัวแบบพยากรณ์

การสร้างตัวแบบพยากรณ์โดยใช้ข้อมูลชุดที่ 1 ซึ่งเป็นข้อมูลอนุกรมเวลารายเดือน จำนวนความต้องการแรงงานของประเทศไทย ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ.2560 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ.2564 จำนวน 60 ค่า

### 4.1 วิธีการเฉลี่ยเคลื่อนที่อย่างง่าย (simple moving average)

## ตารางที่ 6 ข้อมูลความต้องการแรงงานของประเทศไทย

เดือน ที่	จำนวนความต้องการ แรงงาน ( คน )	เดือน ที่	จำนวนความต้องการ แรงงาน ( คน )	เดือน ที่	จำนวนความต้องการ แรงงาน ( คน )
1	30,645	21	28,992	41	28,489
2	33,889	22	20,429	42	37,558
3	37,491	23	24,840	43	40,183
4	34,191	24	24,914	44	37,826
5	37,348	25	40,112	45	38,516
6	43,991	26	35,525	46	16,233
7	37,195	27	56,555	47	32,916
8	31,277	28	36,592	48	32,802
9	45,353	29	34,817	49	29,049
10	31,337	30	30,047	50	38,797
11	27,372	31	24,311	51	73,720
12	25,389	32	40,255	52	26,970
13	43,849	33	17,614	53	44,303
14	31,193	34	18,351	54	39,589
15	29,626	35	21,224	55	39,847
16	30,096	36	21,979	56	59,449
17	45,423	37	21,094	57	34,640
18	27,496	38	22,966	58	22,857
19	23,402	39	18,775	59	32,038
20	27,126	40	42,260	60	27,361

หาค่าพยากรณ์ล่วงหน้า 3 เดือน โดย

(ก) การพยากรณ์จะใช้ค่า  $K = 3$  จากสูตรที่ใช้ในการพยากรณ์คือ

$$\hat{Y}_{t+1} = \frac{Y_t + Y_{t-1} + Y_{t-2} + \dots + Y_{t-k+1}}{K}$$

ดังนั้น

$$\hat{Y}_{3+1} = \frac{Y_3 + Y_2 + Y_1}{3} = \frac{37,491 + 33,889 + 30,645}{3} = 34,008$$

$$\hat{Y}_5 = \frac{Y_4 + Y_3 + Y_2}{3} = \frac{34,191 + 37,491 + 33,889}{3} = 35,190$$

$$\hat{Y}_6 = \frac{Y_5 + Y_4 + Y_3}{3} = \frac{37,348 + 34,191 + 37,491}{3} = 36,343$$

ดังนั้นค่าพยากรณ์จำนวนความต้องการแรงงาน ล่วงหน้าในเดือนที่ 61 คือ 27,419 คน

### 4.2 วิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลอย่างง่าย

ตารางที่ 7 ข้อมูลความต้องการแรงงานของประเทศไทย

เดือนที่	จำนวนความต้องการ แรงงาน ( คน )	เดือน ที่	จำนวนความต้องการ แรงงาน ( คน )	เดือน ที่	จำนวนความต้องการ แรงงาน ( คน )
1	30,645	21	28,992	41	28,489
2	33,889	22	20,429	42	37,558
3	37,491	23	24,840	43	40,183
4	34,191	24	24,914	44	37,826
5	37,348	25	40,112	45	38,516
6	43,991	26	35,525	46	16,233
7	37,195	27	56,555	47	32,916
8	31,277	28	36,592	48	32,802
9	45,353	29	34,817	49	29,049
10	31,337	30	30,047	50	38,797
11	27,372	31	24,311	51	73,720
12	25,389	32	40,255	52	26,970
13	43,849	33	17,614	53	44,303
14	31,193	34	18,351	54	39,589
15	29,626	35	21,224	55	39,847
16	30,096	36	21,979	56	59,449
17	45,423	37	21,094	57	34,640
18	27,496	38	22,966	58	22,857
19	23,402	39	18,775	59	32,038
20	27,126	40	42,260	60	27,361

พยากรณ์จำนวนความต้องการแรงงาน โดยใช้วิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลอย่างง่าย โดยกำหนดให้

$\alpha = 0.10$  ส่วนค่า  $\hat{Y}_{init}$  จะใช้ค่าเฉลี่ยของข้อมูลทั้งหมด

$$\text{หาค่า } \hat{Y}_{init} \text{ จะได้ } \hat{Y}_{init} = \bar{Y} = \frac{\sum_{i=1}^n Y_i}{n} = \frac{30645 + 33889 + 37491 + \dots + 27361}{60}$$

$$\hat{Y}_{init} = 33141.4 = \hat{Y}_1$$

จากสูตร  $\hat{Y}_{t+1} = \alpha Y_t + (1 - \alpha) \hat{Y}_t$

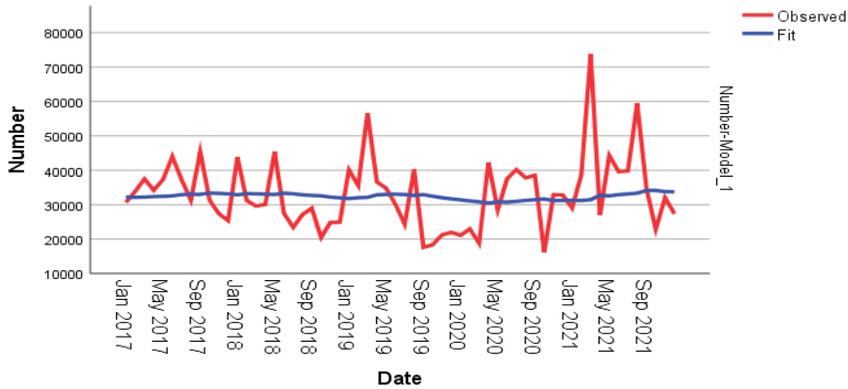
เมื่อ  $\alpha = 0.10$ ,  $\hat{Y}_2 = \alpha Y_1 + (1 - \alpha) \hat{Y}_1 = (0.10)(30645) + (0.90)(33141.4) = 32,891.40$

$\hat{Y}_3 = \alpha Y_2 + (1 - \alpha) \hat{Y}_2 = (0.10)(33889) + (0.90)(32,891) = 32,991$

$$\hat{Y}_4 = \alpha Y_3 + (1 - \alpha)\hat{Y}_3 = (0.10)(37491) + (0.90)(32,991) = 33,441$$

ค่าพยากรณ์ที่ได้เท่ากับ 35,436.12 ซึ่งจะสรุปเป็นตัวแบบพยากรณ์ ณ เวลา 60+P ได้ดังนี้

$$\hat{Y}_{60+P} = 35,436 \quad \text{เมื่อ } \alpha = 0.10 \quad \text{สำหรับ } P=1,2,3,\dots$$



ภาพที่ 4 กราฟแสดงความต้องการแรงงานของประเทศไทยกับค่าของข้อมูลที่คำนวณด้วยวิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลอย่างง่าย

### 4.3 การเปรียบเทียบตัวแบบการพยากรณ์

การเปรียบเทียบตัวแบบพยากรณ์ความต้องการแรงงานของประเทศไทยที่เหมาะสมด้วยเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Percentage Error : MAPE) โดยใช้สูตรดังนี้

$$MAPE = \frac{\sum_{i=1}^n \left| \frac{e_i}{Y_i} \right| \times 100}{n}$$

โดยใช้ข้อมูลชุดที่ 2 ซึ่งเป็นข้อมูลอนุกรมเวลารายเดือนจำนวนความต้องการแรงงานของประเทศไทย ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ.2565 ถึงเดือนกรกฎาคม พ.ศ.2565 จำนวน 7 ค่า

ตารางที่ 8 ค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยจากการพยากรณ์วิธีการเฉลี่ยเคลื่อนที่อย่างง่าย และวิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลอย่างง่าย

วิธีการเฉลี่ยเคลื่อนที่อย่างง่าย	วิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลอย่างง่าย
8.2243	16.0757

จากการพิจารณาค่า MAPE วิธีการเฉลี่ยเคลื่อนที่อย่างง่ายให้ค่า MAPE น้อยกว่าวิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลอย่างง่าย จึงใช้วิธีการเฉลี่ยเคลื่อนที่อย่างง่ายในการพยากรณ์จำนวนความต้องการแรงงานของประเทศไทย

#### 4.4 การพยากรณ์

ค่าพยากรณ์จำนวนความต้องการแรงงานของประเทศไทย ในเดือนสิงหาคม พ.ศ.2565

เดือนและปี	ค่าพยากรณ์
สิงหาคม 2022	40,516

ในการศึกษาเรื่อง การพยากรณ์ความต้องการแรงงานของประเทศไทย ตัวแบบพยากรณ์ที่นำมาใช้มีบทบาทสำคัญในการประเมินและคาดการณ์แนวโน้มของตลาดแรงงานในอนาคต ซึ่งผลการพยากรณ์ที่ได้นั้นสามารถช่วยให้หน่วยงานภาครัฐ ภาคเอกชน และสถานศึกษาเตรียมความพร้อมด้านนโยบายและการผลิตกำลังคนให้สอดคล้องกับความต้องการของตลาดแรงงานอย่างมีประสิทธิภาพ จากการศึกษาพบว่า ตัวแบบพยากรณ์ที่นำมาใช้ทำให้สามารถทราบถึงจำนวนความต้องการแรงงานในอนาคตได้อย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ วราจกานา เรียนสุทธิ (2559) ที่ชี้ให้เห็นว่า การพยากรณ์ความต้องการแรงงานสามารถดำเนินการได้ด้วยหลากหลายวิธี เช่น ตัวแบบอนุกรมเวลา (Time Series Models) ตัวแบบเศรษฐมิติ (Econometric Models) และเทคนิคการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning Techniques) โดยแต่ละวิธีจะมีข้อดีและข้อจำกัดที่ต่างกัน ขึ้นอยู่กับลักษณะและคุณภาพของข้อมูลที่ใช้ ทั้งนี้สอดคล้องกับการศึกษาของ วิรัชพัชร พรหมจรรย์ และคณะ (2566) พบว่า วิธีการพยากรณ์แบบ Simple Moving Average (SMA) สามารถประยุกต์ใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพในการคาดการณ์ความต้องการสินค้าและต้นทุนในการจัดเก็บ จากการคัดเลือกสินค้าขนาดใหญ่จำนวน 10 รายการ พบว่าสินค้า 5 รายการเหมาะสมกับวิธีเฉลี่ยเคลื่อนที่ 6 เดือน ขณะที่สินค้า 4 รายการเหมาะสมกับวิธีเฉลี่ยเคลื่อนที่ 2 เดือน และอีก 1 รายการเหมาะสมกับวิธีเฉลี่ยเคลื่อนที่ 4 เดือน การเลือกใช้ช่วงเวลาที่แตกต่างกันตามลักษณะข้อมูลการขาย ช่วยให้ผลการพยากรณ์มีความแม่นยำมากขึ้น ส่งผลให้ต้นทุนการจัดเก็บสินค้าลดลงได้ถึงประมาณ 9,729.70 บาทต่อปี แสดงให้เห็นว่าวิธี SMA ไม่เพียงแต่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพด้านการพยากรณ์ แต่ยังช่วยสนับสนุนการลดต้นทุนการดำเนินงานขององค์กรอย่างเป็นรูปธรรม เช่นเดียวกับงานวิจัยของ ธีระพงษ์ ทับพร และคณะ (2561) ได้ทำการพยากรณ์ยอดขายและการบริหารสินค้าคงคลังของสินค้าคงคลังหมักยักซ์แซ่แซ็ง : บริษัท สยามแม็คโคร จำกัด มหาชน ผลการวิจัยพบว่า วิธีการพยากรณ์ที่มีความแม่นยำที่สุดคือ การพยากรณ์โดยวิธีค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก โดยมีค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยอยู่ที่ 9.48 จากนั้นใช้วิธีการพยากรณ์โดยวิธีค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักทำนายยอดขายเพื่อเป็นข้อมูลนำเข้าในการกำหนดนโยบายสินค้าคงคลัง เพื่อใช้กำหนดขนาดการสั่งซื้อที่ประหยัดโดยพิจารณาต้นทุนสินค้าขาดมือ ขนาดการสั่งซื้อที่ประหยัดอยู่ที่ 5.59 - 6.89 ตันต่อครั้ง ขนาดการสั่งซื้อที่ประหยัดโดยไม่พิจารณาต้นทุนสินค้าขาดมือ 4.53 - 5.53 ตันต่อครั้ง จุดสั่งซื้อสินค้าเข้าเมื่อระดับสินค้าคงคลังเหลือที่ 114.17 ตัน เมื่อทำการพิจารณาต้นทุนสินค้าคงคลังในงานวิจัยนี้ พบว่าการนำการพยากรณ์ยอดขายด้วยวิธีค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักไปเป็นฐานข้อมูล สามารถลดต้นทุนสินค้าคงคลังได้จากเดิม 33,175 บาท เป็น 31,456 บาท เป็นจำนวน

เงิน 1,718 บาท ในช่วงระยะเวลา 7 เดือน การพยากรณ์ยอดขายและการบริหารสินค้าคงคลังของสินค้าคงหมัก  
ยักซ์แซ่แซ็ง : บริษัท สยามแม็คโคร จำกัด มหาชน

## สรุป

การพยากรณ์ความต้องการแรงงานของประเทศไทย มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างตัวแบบพยากรณ์ ความ  
ต้องการแรงงานของประเทศไทย เพื่อเปรียบเทียบตัวแบบด้วยวิธีการเคลื่อนที่อย่างง่าย และวิธีการทำให้  
เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลอย่างง่าย และเพื่อพยากรณ์ความต้องการแรงงานของประเทศไทยเดือนสิงหาคม พ.ศ.  
2565 ในการดำเนินงานครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการรวบรวมข้อมูลความต้องการแรงงานของประเทศไทย ตั้งแต่เดือน  
มกราคม พ.ศ.2560 ถึงเดือนกรกฎาคม พ.ศ.2565 จากสำนักงานสถิติแห่งชาติ ผลจากการศึกษาพบว่า

1. สร้างตัวแบบการพยากรณ์ความต้องการแรงงานของประเทศไทย ด้วยวิธีการเคลื่อนที่อย่างง่าย  
(simple moving average) จะมีตัวแบบดังนี้  $\hat{Y}_{t+1} = \frac{Y_t + Y_{t-1} + Y_{t-2} + \dots + Y_{t-k+1}}{K}$  โดยที่  $\hat{Y}_{t+1}$  คือ ค่า

พยากรณ์ ณ เวลา  $t+1$ ,  $Y_t$  คือ ค่าสังเกตหรือข้อมูล ณ เวลา  $t$  และ  $K$  คือ จำนวนข้อมูลที่นำมาหาค่าเฉลี่ย และ  
ตัวแบบการพยากรณ์ วิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลอย่างง่ายจะมีตัวแบบดังนี้  
 $\hat{Y}_{t+1} = \alpha Y_t + (1 - \alpha) \hat{Y}_t$  โดยที่  $\hat{Y}_{t+1}$  คือ ค่าพยากรณ์ ณ เวลา  $t+1$ ,  $\alpha$  คือ ค่าเริ่มต้นของการพยากรณ์  
โดยสามารถกำหนดขึ้นมาเองได้  $Y_t$  คือ ข้อมูล และ  $\hat{Y}_t$  คือ ค่าพยากรณ์ของตัวก่อนหน้า

2. จากการเปรียบเทียบตัวแบบการพยากรณ์ด้วยค่า MAPE พบว่า วิธีการเคลื่อนที่อย่างง่ายเป็น  
วิธีที่เหมาะสมในการพยากรณ์ความต้องการแรงงานของประเทศไทยเนื่องจากมีค่า MAPE เท่ากับ 8.2243 ซึ่ง  
น้อยกว่าวิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลอย่างง่าย

3. ค่าพยากรณ์จำนวนความต้องการแรงงานของประเทศไทย ในเดือนสิงหาคม คือ 40,516 คน

## ข้อเสนอแนะ

### 1. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งนี้

1.1 การนำผลการพยากรณ์ไปใช้ในการวางแผนเชิงนโยบาย ควรนำผลการพยากรณ์ความ  
ต้องการแรงงานที่ได้จากการวิเคราะห์ไปใช้เป็นข้อมูลประกอบในการวางแผนเชิงยุทธศาสตร์ของหน่วยงานที่  
เกี่ยวข้อง เช่น การจัดทำแผนพัฒนากำลังคน แผนผลิตบัณฑิตในระดับอุดมศึกษา หรือแผนอบรม/พัฒนาทักษะ  
แรงงาน เพื่อให้เกิดความสอดคล้องกับแนวโน้มตลาดแรงงานในอนาคต และสามารถตอบสนองต่อความต้องการ  
ของภาคเศรษฐกิจได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.2 การปรับปรุงข้อมูลและตัวแบบพยากรณ์อย่างต่อเนื่อง เนื่องจากข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับ  
ตลาดแรงงานมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ทั้งจากปัจจัยภายในประเทศ เช่น นโยบายภาครัฐ การเคลื่อนย้าย  
แรงงาน และการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างเศรษฐกิจ รวมถึงปัจจัยภายนอก เช่น สถานการณ์โลกหรือเทคโนโลยี

ใหม่ ๆ ดังนั้น ควรมีการปรับปรุงฐานข้อมูลที่ใช้ในการพยากรณ์อย่างสม่ำเสมอ พร้อมทั้งทบทวนและพัฒนาตัวแบบการพยากรณ์ให้ทันสมัยและเหมาะสมกับข้อมูลล่าสุด เพื่อให้ผลการพยากรณ์มีความแม่นยำและสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้จริง

**1.3 การบูรณาการข้อมูลจากหลายแหล่ง** ควรมีการรวบรวมข้อมูลจากหลายหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับแรงงาน เช่น สำนักงานสถิติแห่งชาติ กระทรวงแรงงาน กระทรวงอุดมศึกษาและภาคเอกชน เพื่อเพิ่มความครอบคลุมและความน่าเชื่อถือของฐานข้อมูล ซึ่งจะส่งผลให้การวิเคราะห์แนวโน้มมีความหลากหลายและแม่นยำยิ่งขึ้น

**1.4 การประเมินและติดตามผลการใช้ข้อมูลพยากรณ์** หลังจากมีการนำผลการพยากรณ์ไปใช้ในการวางแผน ควรมีการติดตามผลและประเมินความสอดคล้องระหว่างแนวโน้มที่พยากรณ์ไว้กับสถานการณ์จริง เพื่อปรับปรุงกระบวนการวิเคราะห์และการวางแผนในรอบต่อ ๆ ไป รวมถึงสร้างกลไกการเรียนรู้และสะท้อนกลับอย่างเป็นระบบ

## 2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

ในงานวิจัยในครั้งต่อไป ควรพิจารณารูปแบบการพยากรณ์ที่หลากหลายและทันสมัยเข้ามาใช้ โดยเฉพาะการบูรณาการแนวคิดทางเศรษฐศาสตร์มหภาค เช่น GDP การลงทุน ดัชนีการผลิต และภาวะการจ้างงาน ซึ่งเป็นตัวชี้วัดสำคัญของโครงสร้างตลาดแรงงาน นอกจากนี้ควรเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวแบบต่าง ๆ เช่น ตัวแบบเศรษฐมิติ อนุกรมเวลา และเทคโนโลยีสมัยใหม่อย่าง Machine Learning เพื่อให้ได้ผลการพยากรณ์ที่แม่นยำ และสามารถรองรับการเปลี่ยนแปลงของตลาดแรงงานในอนาคต ทั้งนี้ควรส่งเสริมการพัฒนาฐานข้อมูลแบบบูรณาการจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อเพิ่มคุณภาพของการวิเคราะห์และการวางแผนเชิงนโยบาย

### กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยในครั้งนี้นำได้รับการสนับสนุนจากมหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี จังหวัดสุราษฎร์ธานี และขอขอบคุณสำนักงานสถิติแห่งชาติสำหรับข้อมูลจำนวนความต้องการแรงงานรายปี (ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2560 - กรกฎาคม พ.ศ.2565) ทำให้การดำเนินการวิจัยเป็นไปด้วยความราบรื่น ผู้วิจัยขอขอบพระคุณมา ณ ที่นี้

### เอกสารอ้างอิง

กรุงเทพธุรกิจ. (2565). สองทิศทางตลาดงานปี 65 กับ 10 อันดับ “สายงาน” ที่เป็นที่ต้องการของตลาด.

สืบค้นจาก <https://www.bangkokbiznews.com/social/983267>

กระทรวงแรงงาน. (2565). สถิติแรงงานประจำปี 2565. กรุงเทพฯ: กองเศรษฐกิจการแรงงาน สำนักงานปลัดกระทรวงแรงงาน.

- ธีระพงษ์ ทับพร, ยอดนภา เกษเมือง, เอกพล ทับพร, และภขรดิษฐ์ แปงจิตต์. (2561). การพยากรณ์ยอดขายและการบริหารสินค้าคงคลังของสินค้าคงหมักยักซ์แช่แข็ง : บริษัท สยามแม็คโคร จำกัด มหาชน. *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยธนบุรี (วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี)*. 2(2), 28-41.
- วางคณา เรียนสุทธิ. (2559). การพยากรณ์จำนวนผู้ว่างงานในประเทศไทย. *วารสารมหาวิทยาลัยนเรศวร*, 24(1), 102-114.
- วิรัชพัชร พรหมจรรย์, จิตรภรณ์ นางทิน, และนวันชัย เฟ็งบูล. (2566). การประยุกต์ใช้วิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมเพื่อลดต้นทุนการจัดเก็บสินค้า: กรณีศึกษาบริษัทผลิตชิ้นส่วนรถยนต์. *วารสารวิชาการคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง*, 16(2), 12-27.
- สำนักงานสถิติแห่งชาติ. (2565). *ข้อมูลสถิติและตัวชี้วัดที่สำคัญ*. สืบค้นจาก [https://www.nso.go.th/nsoweb/nso/statistics\\_and\\_indicators?%2Fnsos%2Fstatistics\\_and\\_indicators=&order=&search=%E0%B9%81%E0%B8%A3%E0%B8%87%E0%B8%87%E0%B8%B2%E0%B8%99&impt=&page=1](https://www.nso.go.th/nsoweb/nso/statistics_and_indicators?%2Fnsos%2Fstatistics_and_indicators=&order=&search=%E0%B9%81%E0%B8%A3%E0%B8%87%E0%B8%87%E0%B8%B2%E0%B8%99&impt=&page=1)
- Borjas, G. J. (2016). *Labor economics* (7th ed.). New York, NY: McGraw-Hill Education.
- OECD. (2021). *OECD Employment Outlook 2021: Navigating the COVID-19 crisis and recovery*. Paris, France: OECD Publishing.
- World Economic Forum. (2023). *The Future of Jobs Report 2023*. Geneva, Switzerland: **World Economic Forum**. Retrieved from <https://www.weforum.org/publications/the-future-of-jobs-report-2023/>

## รูปแบบการจัดการขยะมูลฝอยในพื้นที่ชุมชนชายฝั่งปากแม่น้ำบ้านเกาะเคียม อำเภอกันตัง จังหวัดตรัง

พุทธิพงษ์ บัญชู<sup>1\*</sup> ณรงค์ เบ็ญสอาด<sup>2</sup>

Received : May 14, 2025

Revised : November 11, 2025

Accepted : December 11, 2025

### บทคัดย่อ

การวิจัยเชิงปฏิบัติการครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อ 1) สร้างรูปแบบการจัดการขยะมูลฝอยในพื้นที่ชุมชนชายฝั่งปากแม่น้ำบ้านเกาะเคียม และ 2) ศึกษาผลการใช้รูปแบบการจัดการขยะมูลฝอย กลุ่มเป้าหมาย คือ กลุ่มขับเคลื่อนสร้างรูปแบบการจัดการขยะมูลฝอย จำนวน 35 คน และตัวแทนครัวเรือน จำนวน 252 คน ใช้วิธีการสุ่มแบบชั้นภูมิและการสุ่มอย่างง่าย ซึ่งประยุกต์ใช้กระบวนการสมัชชาสุขภาพ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย แบบสอบถาม มีความเชื่อมั่นระหว่าง 0.87- 0.92 แบบบันทึกผลการดำเนินงาน และสัมภาษณ์เชิงลึก วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และเปรียบเทียบชนิดกลุ่มตัวอย่างที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน ผลการวิจัยพบว่า (1) รูปแบบการจัดการขยะมูลฝอย ประกอบด้วย 12 กิจกรรม ได้แก่ 1) จัดอบรมเรื่องการจัดการขยะมูลฝอย 2) จัดทำถุงขยะจากตาข่ายอวน 3) ติดตามและสื่อสารทางไลน์ 4) ฝากขยะกับรถนักเรียน 5) ร้านค้า/ลูกค้าช่วยลดพลาสติก 6) ความสะอาดกับศาสนาอิสลาม 7) พิทักษ์เกาะเคียมด้วยมือเรา 8) เก็บขยะร่วมกันตามกลุ่มโซน 9) ชาวประมงเก็บขยะกลับคืนฝั่ง 10) ประกวดบ้านสวยชวนมอง 11) จับ-ปรับผู้ทิ้งขยะที่สาธารณะ 12) จัดตารางเก็บขยะในชุมชน และ (2) ผลจากการใช้รูปแบบการจัดการขยะมูลฝอยของตัวแทนครัวเรือน พบว่า 1) ปริมาณขยะมูลฝอยที่อบต.จัดเก็บลดลง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 2) ค่าเฉลี่ยการมีส่วนร่วม เพิ่มขึ้นจาก 36.50 เป็น 44.99 และค่าเฉลี่ยพฤติกรรมจัดการขยะมูลฝอย เพิ่มขึ้นจาก 43.51 เป็น 48.57 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

**คำสำคัญ:** ขยะมูลฝอย ชุมชนชายฝั่งปากแม่น้ำ รูปแบบการจัดการ

<sup>1</sup> หน่วยเทคโนโลยีสารสนเทศและวิทยบริการ วิทยาลัยการสาธารณสุขสิรินธร จังหวัดตรัง

อีเมล: puttipong@scphtrang.ac.th

<sup>2</sup> โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบ้านเกาะเคียม

อีเมล: narong29664@gmail.com

\* ผู้นิพนธ์หลัก อีเมล: puttipong@scphtrang.ac.th

## SOLID WASTE MANAGEMENT MODEL FOR THE ESTUARY COASTAL COMMUNITY IN BAN KOH KHIAM, KANTANGTAI SUB-DISTRICT, KANTANG DISTRICT, TRANG PROVINCE

Puttipong Boonchu<sup>1\*</sup> Narong Bensa-ard<sup>2</sup>

### Abstract

This action research aimed to 1) create the solid waste management model for the estuarine coastal community in Ban Koh Kham and 2) study the results of the solid waste management model. The research target groups were 35 members of the waste management implementation group and 252 households' representatives. Stratified sampling and simple random sampling, which were applied on the health assembly process, were employed. The research tools consisted of questionnaires which had reliability values between 0.87-0.92, performance recording forms, and in-depth interviews. Data was analyzed using frequency, percentage, mean, standard deviation, and paired t-test statistics. The research results showed that, firstly, the solid waste management model consisted of 12 activities, namely, 1) Organizing training on waste management, 2) Making garbage bags from fishing nets, 3) Following up and communicating via LINE, 4) Dropping waste using students' cars; 5) Shops and customers helping reduce plastic, 6) Cleanliness with Islam, 7) Protecting Koh Kham with our own hands, 8) Collecting waste together based on the zone groups, 9) Fishermen bringing waste back to the shore, 10) The most beautiful house competition, 11) Arresting and fining those who throw waste in public and 12) Organizing a schedule for waste collection in the community. The second research result related to the use of solid waste management model of household representatives showed that, firstly, the amount of solid waste collected by the Subdistrict Administrative Organization was decreased, with statistical significance at the 0.05 level. Secondly, the average participation rate increased from 36.50 to 44.99, and the average score of solid waste management behavior increased from 43.51 to 48.57, both with statistical significance at the 0.05 level.

**Keywords:** Solid waste, Estuarine coastal community, Management model

---

<sup>1</sup> Information Technology and Resource Services Department, Sirindhorn College of Public Health, Trang Province, e-mail: puttipong@scphtrang.ac.th

<sup>2</sup> Ban Ko Kham Subdistrict Health Promoting Hospital, e-mail: narong29664@gmail.com

\* Corresponding author, e-mail: puttipong@scphtrang.ac.th

## บทนำ

ขยะมูลฝอยเป็นปัญหาที่สำคัญที่ทุกประเทศพยายามหาแนวทางแก้ไข สามารถพบได้ทั้งบนบกและท้องทะเล เป็นผลจากการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรอย่างรวดเร็ว ความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และการปรับเปลี่ยนวิถีชีวิตจากสังคมเกษตรกรรมสู่สังคมเมืองในหลายพื้นที่ รวมถึงการขาดระบบบริหารจัดการขยะมูลฝอยที่มีประสิทธิภาพและเป็นระบบ ซึ่งภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงและแปซิฟิกเป็นภูมิภาคที่มีปริมาณขยะมูลฝอยเกิดขึ้นมากที่สุดในโลก (Kaza et al. 2018) ส่งผลให้องค์การสหประชาชาติกำหนดให้ประเทศสมาชิกมีการบริหารจัดการเพื่อป้องกันและลดมลพิษจากขยะมูลฝอย โดยเฉพาะกิจกรรมบนแผ่นดินพร้อมกับบรรจุเป็นเป้าหมายที่ 12 ในการพัฒนาอย่างยั่งยืน (SDGs) ที่ให้ความสำคัญกับการจัดการขยะอย่างมีประสิทธิภาพเพื่อลดผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์ สิ่งแวดล้อม และเพื่อให้โลกดีขึ้นภายในปี 2573 (ศูนย์วิจัยและสนับสนุนเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน, 2566)

ตำบลกันตังใต้ เป็นตำบลที่ตั้งอยู่บริเวณปากแม่น้ำและชายฝั่ง มีป่าชายเลน ที่เป็นแหล่งอนุบาลสัตว์น้ำหลายชนิด และมีลำคลองไหลผ่านท้องทะเลตรง โดยเฉพาะหมู่ที่ 4 บ้านเกาะเคียม เป็นชุมชนขนาดใหญ่ มีลักษณะทางกายภาพที่หลากหลาย ประชาชนอาศัยอยู่หนาแน่น มีหลังคาเรือนทั้งสิ้น 561 หลัง (องค์การบริหารส่วนตำบลกันตังใต้, 2566) ส่งผลให้องค์การบริหารส่วนตำบลกันตังใต้ไม่สามารถจัดการขยะได้ครอบคลุมทั้งพื้นที่ประกอบกับพฤติกรรมกรการบริโภคของประชาชนเปลี่ยนแปลงไป มีการใช้บรรจุภัณฑ์ที่ย่อยสลายยากเพิ่มมากขึ้น เมื่อไม่ได้รับการจัดการที่ถูกต้องจึงก่อให้เกิดปริมาณขยะตกค้าง เป็นแหล่งเพาะพันธุ์ของเชื้อโรคและแมลงพาหะนำโรค เสี่ยงต่อสุขภาพ สร้างมลภาวะทางสิ่งแวดล้อม (ปราโมทย์ เชี่ยวชาญ, 2559; Fallati et al., 2019) และหลายครัวเรือนสร้างบ้านใกล้ลำคลองมีอาชีพประมงชายฝั่ง มีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในกระชังบริเวณคลอง มีการลักลอบทิ้งขยะในลำคลองจึงส่งผลให้ขยะรั่วไหลลงสู่ท้องทะเล และเมื่อมีลมสุมขยะก็จะถูกพัดกลับเข้ามาสู่ฝั่งอีกครั้งหนึ่ง (ศรุต ช่ายแก้ว, 2559; Chaosuansreecharoen et al., 2022)

จากการวิจัยเชิงสำรวจ พบว่า อบต.กันตังใต้ ขาดงบประมาณในการดำเนินการ ผู้นำชุมชน ไม่ได้จัดประชุมหมู่บ้านเพื่อชี้แจงเรื่องการจัดการขยะอย่างต่อเนื่อง และชุมชนไม่ได้ใช้มาตรการลงโทษแก่ผู้กระทำผิดที่ลักลอบทิ้งขยะในที่สาธารณะ และพบว่าประชาชนที่อาศัยในชุมชนมีความรู้เกี่ยวกับขยะมูลฝอย อยู่ในระดับปานกลาง มีส่วนร่วมเกี่ยวกับการจัดการขยะอยู่ในระดับปานกลาง ครัวเรือนมีพฤติกรรมการจัดการขยะมูลฝอยภาพรวมอยู่ในระดับพอใช้ ประชาชนมักมีการจัดการขยะที่ไม่ถูกต้อง เช่น มักเผาขยะในที่โล่งแจ้ง ไม่คัดแยกประเภทขยะก่อนทิ้งลงในถังขยะของหมู่บ้าน ทำให้สุนัข และแพะคุ้ยเขี่ยเกิดสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการเกิดพาหะของโรค และลักลอบทิ้งขยะบริเวณป่าชายเลนหรือลำคลองที่ไหลสู่ท้องทะเล (พุทธิพงศ์ บุญชู และณรงค์ เบ็ญสอาด, 2567) ซึ่งจะกลายเป็นขยะทะเลส่งผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชน เศรษฐกิจและสังคม ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อมโดยเฉพาะอย่างยิ่งสัตว์ทะเล รวมถึงพะยูนซึ่งเป็นสัตว์สงวนอาศัยในท้องทะเลตรงเสียชีวิตจากการกินขยะทะเลเข้าไป (กิตติวรา ทรผลง, 2565)

จากข้อมูลดังกล่าวทำให้เห็นว่าชุมชนชายฝั่งปากแม่น้ำบ้านเกาะเคียม กำลังประสบปัญหาการจัดการขยะมูลฝอย ซึ่งมีผลมาจากหลายปัจจัยและมีความจำเป็นที่จะต้องได้รับการแก้ไขร่วมกันโดยหน่วยงานและประชาชนในชุมชน เพื่อให้ผลกระทบต่อต่างๆ ลดลง จากการทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า รูปแบบ

การจัดการขยะมูลฝอยที่ประสบความสำเร็จ มักเป็นรูปแบบการดำเนินการโดยใช้แนวทางการมีส่วนร่วมจากหลายภาคส่วนในทุกขั้นตอนของกระบวนการ (น้ำฝน อัครกิจกุลโรจน์ และคณะ, 2564; อิศระ กุลยะณี, วรพจน์ พรหมสัตยพรต และกฤษณ์ ชุนสิ๊ก, 2563; วิทกานต์ สารแสน, สุมัทนา กลางคาร และจิราพร วรพงศ์, 2561) ทั้งนี้กิจกรรมที่ดำเนินการจะต้องมีความหลากหลาย (Soesilo and Alfarizi, 2024) ควรจะต้องมีการติดตามอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้เกิดความยั่งยืน (Rozikin et.al, 2024) และควรใช้วิธีเสริมพลังเชิงบวก (เบญจมาภรณ์ ฮั่วเจียม, 2559) ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะหารูปแบบการจัดการขยะมูลฝอยในพื้นที่ชุมชนชายฝั่งปากแม่น้ำบ้านเกาะเคียม อำเภอกันตัง จังหวัดตรัง โดยใช้การวิจัยเชิงปฏิบัติการ P-A-O-R ร่วมกับทฤษฎีการมีส่วนร่วมของ Cohen and Uphoff (1980) แนวคิดสามเหลี่ยมเขยื้อนภูเขา เพื่อให้ได้รูปแบบที่เหมาะสมตรงกับความต้องการของชุมชนและสามารถจัดการขยะมูลฝอยได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้ปริมาณขยะ ในพื้นที่ชุมชนชายฝั่งปากแม่น้ำบ้านเกาะเคียมลดลง สิ่งแวดล้อมทั้งบนบกและในทะเลจะมีความอุดมสมบูรณ์และเกิดความยั่งยืนต่อไป

### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสร้างรูปแบบการจัดการขยะมูลฝอยในพื้นที่ชุมชนชายฝั่งปากแม่น้ำ บ้านเกาะเคียม อำเภอกันตัง จังหวัดตรัง
2. เพื่อศึกษาผลการใช้รูปแบบการจัดการขยะมูลฝอยของชุมชนชายฝั่งปากแม่น้ำ บ้านเกาะเคียม อำเภอกันตัง จังหวัดตรัง

### วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) ตามกรอบแนวคิดของเคมิสและแมคแท็กการ์ท (Kemmis and Mc Taggart, 1988) ซึ่งมีขั้นตอนการวิจัย 4 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผน (Planning) ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติการ (Action) ขั้นที่ 3 ขั้นสังเกต (Observation) และขั้นที่ 4 ขั้นการสะท้อนผล (Reflection) กลุ่มเป้าหมายประกอบด้วย 2 กลุ่ม ได้แก่ 1) กลุ่มขับเคลื่อนเพื่อสร้างรูปแบบการจัดการขยะมูลฝอย จำนวน 35 คน ประกอบด้วย ภาคการเมือง จำนวน 4 คน ภาควิชาการ จำนวน 5 คน และตัวแทนภาคประชาชน จำนวน 26 คน โดยการสุ่มแบบเจาะจง (Purposive Sampling) 2) กลุ่มประเมินผลลัพธ์ จำนวน 252 คน เป็นตัวแทนครัวเรือน คำนวณจากสูตรของ เครจซี่และมอร์แกน (Krejcie and Morgan, 1970) และใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบชั้นภูมิ (Stratified sampling) ตามสัดส่วนของจำนวนหลังคาเรือน ตามเขตรับผิดชอบของอสม. ทั้งหมด 50 ละแวกบ้าน และใช้การสุ่มอย่างง่าย (simple Random Sampling)

### เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย 2 ส่วน ดังนี้ (1) ข้อมูลเชิงคุณภาพ ได้แก่ 1) แบบสัมภาษณ์เชิงลึกแบบมีโครงสร้าง จำนวน 4 ข้อ 2) แบบบันทึกภาคสนาม และ (2) ข้อมูลเชิงปริมาณ ได้แก่ 1) แบบสำรวจปริมาณขยะรายครัวเรือนต่อสัปดาห์ ในกลุ่มประเมินผลลัพธ์ 2) แบบบันทึกปริมาณขยะมูลฝอยที่อบต.จัดเก็บรายวัน 3) แบบสำรวจการจัดการขยะของครัวเรือนก่อนและหลังใช้รูปแบบการจัดการขยะมูลฝอย 4) แบบสำรวจ

พฤติกรรมการจัดการขยะมูลฝอย จำนวน 16 ข้อ ลักษณะเป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 4 ระดับ การแปลผลพฤติกรรมการจัดการขยะมูลฝอยภาพรวม แบ่งเป็น 3 ระดับ ตามแนวคิดของเบสท์ (Best,1977) ได้แก่ ระดับไม่ดี คะแนน (16.00-31.99) ระดับพอใช้ คะแนน (32.00-47.99) ระดับดี คะแนน (48.00-64.00) 5) แบบสอบถามการมีส่วนร่วมในการจัดการขยะมูลฝอย จำนวน 12 ข้อ เป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ การแปลผลการมีส่วนร่วมในการจัดการขยะมูลฝอยภาพรวม แบ่งเป็น 3 ระดับ ตามแนวคิดของเบสท์ (Best,1977) ได้แก่ ระดับน้อย คะแนน (12.00-27.99) ระดับปานกลาง คะแนน (28.00-43.99) ระดับมาก คะแนน (44.00-60.00) และก่อนนำเครื่องมือการวิจัยไปใช้ได้ส่งให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน ประเมินความตรงเชิงเนื้อหา ได้ค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.67 -1.00 พร้อมกับได้นำไปทดลองใช้ (Try Out) กับพื้นที่ที่มีบริบทใกล้เคียง ได้แก่ บ้านมดตะนอย ตำบลเกาะลิบง อำเภอกันตัง จังหวัดตรัง แล้วนำไปวิเคราะห์หาความเชื่อมั่น (Reliability) ด้วยสัมประสิทธิ์แอลฟาของคอนบาค (Cronbach's-coefficient) ได้ค่าระหว่าง 0.87- 0.92

### การดำเนินการวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูล

การดำเนินการวิจัยครั้งนี้ใช้ระยะเวลาดำเนินการ 16 สัปดาห์ ระหว่างเดือนมีนาคม ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2567 โดยมีขั้นตอนดำเนินการดังนี้

#### 1. ขั้นการวางแผน (Planning) ใช้ระยะเวลา 3 สัปดาห์ ประกอบด้วย 3 กิจกรรม ดังนี้

กิจกรรมที่ 1 ศึกษาบริบท สถานการณ์ปัญหาขยะมูลฝอยของชุมชน เป็นกระบวนการศึกษาข้อมูลพื้นฐานของชุมชน ผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลจากฐานข้อมูลของอบต.กันตังใต้ การสัมภาษณ์เชิงลึก การสุ่มสำรวจปริมาณขยะมูลฝอยรายครัวเรือน

กิจกรรมที่ 2 จัดประชุมเชิงปฏิบัติการ เป็นกิจกรรมเรียนรู้ร่วมกันที่ใช้กระบวนการมีส่วนร่วมของตัวแทนจาก 3 ภาคส่วน และนำผลการศึกษาระยะที่ 1 ไปวิจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมการจัดการขยะมูลฝอยพื้นที่ชุมชนชายฝั่งปากแม่น้ำบ้านเกาะเคี่ยม มาใช้เพื่อวิเคราะห์สถานการณ์จริง หาสาเหตุของปัญหา กำหนดกิจกรรม เป้าหมาย ผู้รับผิดชอบในการดำเนินงาน สร้างกลุ่มไลน์ Line และแต่งตั้งคณะติดตามและประเมินผลการจัดการขยะมูลฝอยบ้านเกาะเคี่ยม จำนวน 8 คน

กิจกรรมที่ 3 จัดทำแผนปฏิบัติการ ตามมติของการประชุมจากกิจกรรมที่ 2 เป็นกิจกรรมเพื่อนำไปสู่ขั้นลงมือปฏิบัติต่อไป

#### 2. ขั้นลงมือปฏิบัติ (Action) ใช้ระยะเวลา 12 สัปดาห์ เป็นการปฏิบัติตามแผนปฏิบัติที่ได้ร่วมกันกำหนด ซึ่งมีทั้งหมด 12 กิจกรรม

#### 3. ขั้นการสังเกต (Observation) ใช้ระยะเวลา 12 สัปดาห์ เป็นช่วงเดียวกับขั้นลงมือปฏิบัติงาน มีกิจกรรมดังนี้ 1) การนิเทศติดตามผลการดำเนินงานแบบไม่เป็นทางการจากคณะติดตามและประเมินผล สัปดาห์ละ 2 ครั้ง 2) เก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ผลการดำเนินงาน และประเมินผลการดำเนินงานจากการสังเกต จากแบบรายงานผลการดำเนินงาน จากการประชุมในชุมชน และจากข้อความหรือรูปภาพการดำเนินงาน ทางกลุ่ม Line โครงการขยะบ้านเกาะเคี่ยม

4. ขั้นการสะท้อนผล (Reflection) ใช้ระยะเวลา 1 วัน โดยการจัดเวทีประชุมเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ถอดบทเรียนและคืนข้อมูลให้กับชุมชน สรุบบัจจัยแห่งความสำเร็จ และสะท้อนจุดแข็ง จุดอ่อน

#### สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลเชิงปริมาณ วิเคราะห์โดยใช้สถิติความถี่ (Frequency) ร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) และเปรียบเทียบชนิดกลุ่มตัวอย่างที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน (pair t-test) ข้อมูลเชิงคุณภาพ วิเคราะห์เนื้อหาของข้อมูล (Content Analysis)

### ผลการวิจัย และอภิปรายผล

#### ผลการวิจัย

1. การสร้างรูปแบบการจัดการขยะมูลฝอยชุมชนชายฝั่งปากแม่น้ำบ้านเกาะเคียม ตามกระบวนการ PAOR **ขั้นตอนการวางแผน (Planning)** จัดประชุมเชิงปฏิบัติการเพื่อทบทวน วิเคราะห์ สถานการณ์ ปัญหา จัดทำแผนงานแก้ไขปัญหามูลฝอยและหารูปแบบการจัดการขยะมูลฝอย เพื่อลดปริมาณขยะมูลฝอยร่วมกัน โดยมีผู้มีส่วนได้ส่วนเสียที่เข้าร่วมประชุมทั้ง 3 ภาคส่วน (ภาคการเมือง ภาควิชาการ และภาคประชาชน) ประกอบด้วย ปลัดอบต.กันตังใต้ ผู้ใหญ่บ้าน โต๊ะอิหม่าม ครูและตัวแทนนักเรียน.ร.บ้านเกาะเคียม หัวหน้ารพ.สต.บ้านเกาะเคียม อสม. ตัวแทนครัวเรือน แบ่งกลุ่มทำกิจกรรมตามกลุ่มโซนบ้านที่อาศัย พร้อมกับได้สรุปรูปแบบการจัดการขยะมูลฝอยพื้นที่ชุมชนชายฝั่งปากแม่น้ำบ้านเกาะเคียม ดังภาพที่ 1

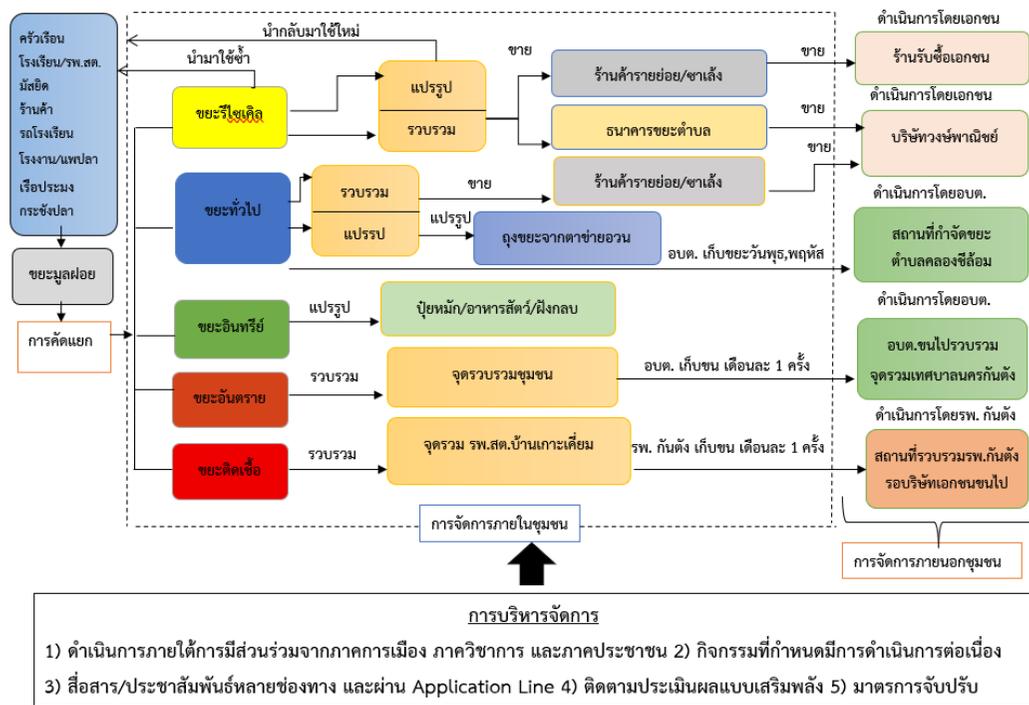
**ขั้นตอนการดำเนินงาน (Action)** ผู้นำชุมชนจัดประชุมเพื่อชี้แจงให้ประชาชนในชุมชนรับทราบปัญหามูลฝอย แนวทางแก้ไขปัญหาและการมีส่วนร่วมในการดำเนินงานตามแผนปฏิบัติการที่ได้กำหนดจำนวน 12 กิจกรรม ตามมติที่ประชุม และเน้นย้ำผู้รับผิดชอบหลักในการขับเคลื่อนกิจกรรม รายงานผลความก้าวหน้าหรือปัญหาอุปสรรคในการดำเนินงาน

**ขั้นตอนการสังเกต (Observation)** ได้มีการติดตามผลการดำเนินงานตามกิจกรรมที่กำหนดโดยคณะทำงาน ที่ประกอบด้วยผู้ใหญ่บ้าน ผู้นำศาสนา ครู นักวิชาการสาธารณสุข ตัวแทน อสม. และผู้รับผิดชอบงานของอบต.กันตังใต้ เพื่อกระตุ้นให้ประชาชนมีการดำเนินงานอย่างต่อเนื่อง เดือนละ 2 ครั้ง และผู้รับผิดชอบหลักแต่ละกิจกรรมได้รายงานความก้าวหน้าหรือปัญหาอุปสรรค ผ่านการรายงานด้วยข้อความและประมวลรูปภาพ ผ่าน Application line ทุกสัปดาห์ มีการนำรูปแบบการจัดการขยะมูลฝอยไปพูดคุยในการประชุมหมู่บ้าน ประชุมประจำเดือนของอสม. ทุกเดือน และมีการนัดหมายพูดคุยอย่างไม่เป็นทางการในเวลาที่เหมาะสม

**ขั้นตอนสะท้อนผล (Reflection)** เป็นการจัดเวทีแลกเปลี่ยนเรียนรู้ โดยใช้กระบวนการสนทนากลุ่มเพื่อถอดบทเรียนและคืนข้อมูลหลังจากดำเนินการตามแผนปฏิบัติการ จำนวน 12 กิจกรรม ระยะเวลา 3 เดือน ซึ่งสรุปได้ว่าปัจจัยแห่งความสำเร็จของการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เกิดจาก 1) ชุมชนมีเป้าหมายที่จะแก้ไขปัญหาร่วมกัน 2) แต่ละภาคส่วนร่วมกันกำหนดกิจกรรมที่จะดำเนินการและมอบหมายภาระกิจเพื่อที่จะนำไปสู่การปฏิบัติตามบทบาทและหน้าที่ของตนเองที่อาศัยในชุมชนได้อย่างเหมาะสม 3) มีการลงมือปฏิบัติตามกิจกรรมที่กำหนดอย่างจริงจัง 4) มีการประสานงาน ติดตามผลแบบเสริมพลังเชิงบวกอย่างต่อเนื่อง และ 4) มีการรายงานผลการดำเนินงาน ให้ทุกคน ได้รับทราบความก้าวหน้า ปัญหาอุปสรรคร่วมกันหลายช่องทาง โดยเฉพาะการสื่อสารด้วยภาพถ่ายทางกลุ่ม Line



ภาพที่ 1 รายละเอียดขั้นตอนการดำเนินการวิจัยตามกระบวนการ PAOR



ภาพที่ 2 การจัดการขยะมูลฝอยในพื้นที่ชุมชนชายฝั่งปากแม่น้ำ บ้านเกาะเคียม อำเภอกันตัง จังหวัดตรัง

2. ผลการใช้รูปแบบการจัดการขยะมูลฝอยในพื้นที่ชุมชนชายฝั่งปากแม่น้ำ บ้านเกาะเคียม อำเภอกันตัง จังหวัดตรัง

ตารางที่ 1 ข้อมูลการสำรวจการจัดการขยะมูลฝอยก่อนและหลังใช้รูปแบบการจัดการขยะมูลฝอยพื้นที่ชุมชนชายฝั่งปากแม่น้ำบ้านเกาะเคียม (n = 252)

หัวข้อ	จำนวนครัวเรือน			
	ก่อน	ร้อยละ	หลัง	ร้อยละ
การคัดแยกขยะมูลฝอย				
- มีการคัดแยกขยะมูลฝอยในครัวเรือน	98	38.88	246	97.62
วิธีการกำจัดขยะมูลฝอย				
- ทิ้งถังขยะของบ้านตนเองหรือที่ อบต. จัดให้	183	72.61	252	100.00
- ฝังกลบ	64	25.39	168	66.66
- ขายขยะกับธนาคารขยะตำบล	0	0.00	94	37.30
- เผา	197	78.17	86	34.12
- ทำปุ๋ยหมัก	50	19.84	72	25.87
- กองรวมไว้ในพื้นที่ว่าง	156	61.90	61	24.20

**ตารางที่ 1** ข้อมูลการสำรวจการจัดการขยะมูลฝอยก่อนและหลังใช้รูปแบบการจัดการขยะมูลฝอยพื้นที่ชุมชนชายฝั่งปากแม่น้ำบ้านเกาะเคียม (n = 252) (ต่อ)

หัวข้อ	จำนวนครัวเรือน			
	ก่อน	ร้อยละ	หลัง	ร้อยละ
การลดปริมาณขยะ				
- การนำมาใช้ซ้ำ	116	46.03	208	82.53
- การลดการใช้	110	43.65	205	81.34
- การนำกลับมาใช้ใหม่	97	38.49	182	72.22

จากตารางที่ 1 พบว่า หลังการใช้รูปแบบการจัดการขยะมูลฝอย ตัวแทนครัวเรือน จำนวน 252 หลัง มีการคัดแยกขยะมูลฝอย 246 ครัวเรือน (ร้อยละ 97.62) มีการกำจัดขยะโดยทิ้งถังขยะของบ้านตนเองหรือที่อบต. จัดให้ 252 ครัวเรือน (ร้อยละ 100) มีการกำจัดด้วยการฝังกลบ 168 ครัวเรือน (ร้อยละ 66.66) ขยายขยะกับธนาคารขยะของตำบล 94 ครัวเรือน (ร้อยละ 37.30) มีการลดปริมาณขยะ โดยวิธีการนำมาใช้ซ้ำ 208 ครัวเรือน (ร้อยละ 82.53) วิธีการลดการใช้ 205 ครัวเรือน (ร้อยละ 81.34) และวิธีการนำกลับมาใช้ใหม่ 182 ครัวเรือน (ร้อยละ 72.22)

**ตารางที่ 2** การเปรียบเทียบปริมาณขยะมูลฝอยที่อบต.ก้นต้งใต้ จัดเก็บต่อสัปดาห์ก่อนและหลังการใช้รูปแบบการจัดการขยะมูลฝอยพื้นที่ชุมชนชายฝั่งปากแม่น้ำ บ้านเกาะเคียม (n = 252)

ปริมาณขยะมูลฝอย	Mean (kg)	S.D.	t-test	p-value
ก่อนการใช้รูปแบบ	2,722.50	119.34	35.65	<0.001*
หลังการใช้รูปแบบ	1,825.00	76.41		

\* ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 2 พบว่า ปริมาณขยะมูลฝอยจากครัวเรือนที่ อบต.ก้นต้งใต้จัดเก็บต่อสัปดาห์ก่อนการใช้รูปแบบการจัดการขยะมูลฝอย โดยรวมเฉลี่ย 2,722.50 กิโลกรัม ส่วนหลังการดำเนินการใช้รูปแบบการจัดการขยะมูลฝอย พบว่า ขยะมูลฝอยโดยรวมเฉลี่ย 1,825.00 กิโลกรัม ซึ่งมีค่าเฉลี่ยน้อยกว่าก่อนใช้รูปแบบการจัดการขยะมูลฝอย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

**ตารางที่ 3** การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการมีส่วนร่วมในการจัดการขยะมูลฝอยของครัวเรือน ก่อนและหลังการใช้รูปแบบการจัดการขยะมูลฝอยในพื้นที่ชุมชนชายฝั่งปากแม่น้ำบ้านเกาะเคียม (n = 252)

การมีส่วนร่วม	ก่อนการใช้รูปแบบ		หลังการใช้รูปแบบ		t-test	p-value
	Mean	S.D.	Mean	S.D.		
ด้านการตัดสินใจ	9.05	3.49	11.11	1.44	9.35	<0.001*
ด้านการดำเนินงาน	8.85	3.23	11.88	1.36	14.25	<0.001*
ด้านการรับผลประโยชน์	12.88	3.42	14.86	1.84	8.17	<0.001*
ด้านการประเมินผล	5.72	2.49	7.14	1.06	8.61	<0.001*
โดยภาพรวม	36.50	11.49	44.99	3.96	11.69	<0.001*

\* ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 3 พบว่า ค่าเฉลี่ยการมีส่วนร่วมของตัวแทนครัวเรือน ก่อนการใช้รูปแบบการจัดการขยะมูลฝอย มีคะแนนการมีส่วนร่วม โดยภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง (Mean = 36.50, S.D. = 11.49) และหลังการใช้รูปแบบการจัดการขยะมูลฝอย มีคะแนนการมีส่วนร่วม โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก (Mean = 44.99, S.D. = 3.96) และเมื่อทดสอบความแตกต่างของค่าคะแนนการมีส่วนร่วมในการจัดการขยะมูลฝอย โดยภาพรวมและรายด้าน พบว่า คะแนนการมีส่วนร่วมหลังการใช้รูปแบบการจัดการขยะมูลฝอยในพื้นที่บ้านเกาะเคียม สูงกว่าก่อนการใช้รูปแบบการจัดการขยะมูลฝอย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

**ตารางที่ 4** การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยพฤติกรรมการจัดการขยะมูลฝอยของครัวเรือน ก่อนและหลังการใช้รูปแบบการจัดการขยะมูลฝอยในพื้นที่ชุมชนชายฝั่งปากแม่น้ำ บ้านเกาะเคียม (n = 252)

พฤติกรรมจัดการขยะมูลฝอย	ก่อนการใช้รูปแบบ		หลังการใช้รูปแบบ		t-test	p-value
	Mean	S.D.	Mean	S.D.		
ด้านการรวบรวมขยะมูลฝอย	10.38	2.62	11.50	1.91	8.73	<0.001*
ด้านการทิ้งขยะมูลฝอย	11.43	3.10	12.15	2.54	4.75	<0.001*
ด้านการคัดแยกขยะมูลฝอย	12.44	2.86	12.93	2.26	7.01	<0.001*
ด้านการกำจัดขยะมูลฝอย	9.25	3.17	11.97	1.87	11.03	<0.001*
โดยภาพรวม	43.51	9.44	48.57	6.89	11.35	<0.001*

\* ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 4 พบว่า ค่าเฉลี่ยพฤติกรรมการจัดการขยะมูลฝอยของตัวแทนครัวเรือน ก่อนการใช้รูปแบบการจัดการขยะมูลฝอย มีคะแนนพฤติกรรมจัดการขยะมูลฝอย โดยภาพรวมอยู่ในระดับพอใช้ (Mean = 43.51, S.D. = 9.44) และหลังการใช้รูปแบบการจัดการขยะมูลฝอย มีคะแนนพฤติกรรมจัดการขยะมูลฝอย โดยภาพรวมอยู่ในระดับดี (Mean = 48.57, S.D. = 6.89) และเมื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยพฤติกรรมจัดการขยะมูลฝอย ภาพรวมและรายด้าน พบว่า คะแนนพฤติกรรมจัดการขยะมูลฝอยหลังการใช้รูปแบบการจัดการขยะมูลฝอยในพื้นที่บ้านเกาะเคียม สูงกว่าก่อนการใช้รูปแบบการจัดการขยะมูลฝอย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

## อภิปรายผล

1. รูปแบบการจัดการขยะมูลฝอยในพื้นที่ชุมชนชายฝั่งปากแม่น้ำบ้านเกาะเคียม ตำบลกันตังใต้ อำเภอกันตัง จังหวัดตรัง เป็นกระบวนการที่อาศัยการมีส่วนร่วม เพื่อลดปริมาณขยะ และผลกระทบของขยะภายในชุมชน โดยเริ่มจากการสัมภาษณ์เชิงลึกจากตัวแทนภาคการเมือง ภาควิชาการ ภาคประชาชน และจัดประชุมเชิงปฏิบัติการเพื่อให้ผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ได้พบปะพูดคุย ร่วมกันวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในชุมชน จากที่พบเห็น และการนำเสนอผลจากการศึกษาวิจัยปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมจัดการขยะมูลฝอยพื้นที่ชายฝั่งปากแม่น้ำบ้านเกาะเคียม ระยะที่ 1 ของผู้ทำการวิจัย โดยมุ่งหวังให้ชุมชนเกิดการรับรู้ปัญหาาร่วมกัน ตลอดจนหาสาเหตุของปัญหา และร่วมกันกำหนดรูปแบบหรือกิจกรรมที่ต้องการจะดำเนินการเพื่อจะแก้ไขปัญหาตามบริบทของชุมชน

จากการประชุมเชิงปฏิบัติการชุมชนได้ร่วมกันกำหนดกิจกรรมที่จะดำเนินการ จำนวน 12 กิจกรรม รวมระยะเวลา 3 เดือน พร้อมทั้งได้มีการมอบหมายให้ผู้รับผิดชอบหลักในแต่ละกิจกรรม โดยมุ่งหวังให้กิจกรรมต่างๆ ประสบความสำเร็จ สอดคล้องกับน้ำฝน อศวกิจกุลโรจน์ และคณะ (2564) ศึกษาแนวทางการจัดการขยะที่เหมาะสม สำหรับพื้นที่อุทยานแห่งชาติทางทะเล พบว่า การดำเนินงานเพื่อให้ประสบความสำเร็จ จะต้องอาศัยการพูดคุย และร่วมกันกำหนดแนวทางการดำเนินงานจากองค์การปกครองส่วนท้องถิ่น เจ้าหน้าที่อุทยาน ผู้ประกอบการ ผู้ให้บริการ ซึ่งเป็นหน่วยงานภาครัฐ ภาคเอกชน และภาคประชาชน คล้ายคลึงกับการศึกษาของ Soesilo and Alfarizi (2024) เสนอแนวทางการจัดการขยะเมืองบังดุง ประเทศอินโดนีเซีย ว่าควรมีกิจกรรมหรือโครงการที่จัดการขยะมูลฝอยที่หลากหลาย เช่น ธนาคารขยะ บริการจัดเก็บขยะ การให้ความรู้แก่สาธารณะผ่านโซเชียลมีเดีย และนโยบายและกฎหมายด้านสิ่งแวดล้อมที่เข้มงวด

การติดตามผลการดำเนินการตามกิจกรรมที่ชุมชนได้ร่วมกันกำหนดไว้ โดยคณะทำงานเพื่อจัดการขยะมูลฝอยบ้านเกาะเคียมที่ประกอบด้วยผู้ใหญ่บ้าน ผู้นำศาสนา ครู นักวิชาการสาธารณสุข ตัวแทน อสม. และผู้รับผิดชอบงานของอบต.กันตังใต้ เพื่อกระตุ้น เสริมพลังและสนับสนุนให้ประชาชนมีการดำเนินงานอย่างต่อเนื่อง อย่างน้อยเดือนละ 2 ครั้ง ทั้งนี้การติดตามและประเมินผลการดำเนินงานจะใช้แบบเสริมพลังเชิงบวก มีการให้กำลังใจ ชื่นชม ไม่มีการตำหนิ สอดคล้องกับเบญจมาภรณ์ ฮั่วเจียม (2559) ได้อธิบายการเสริมพลังว่า หากมีการดำเนินการอย่างต่อเนื่องก็จะส่งผลให้ผู้ที่เกี่ยวข้องในการดำเนินงานมีความเต็มใจที่จะให้การสนับสนุน และผลักดันให้งานประสบความสำเร็จ สอดคล้องกับการศึกษาของ Rozikin et.al. (2024) พบว่า การติดตามประเมินผล ในการจัดการขยะมูลฝอยแบบมีส่วนร่วมพื้นที่เกาะสามารถเพิ่มประสิทธิภาพ ส่งเสริมความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อม และเพิ่มคุณภาพชีวิตที่ดีได้

ชุมชนได้กำหนดให้มีการรายงานความก้าวหน้าหรือปัญหาอุปสรรคของกิจกรรม ผ่านหลายช่องทาง เช่น รายงานด้วยข้อความและรูปภาพ ผ่าน Application line การประชุมหมู่บ้าน การประชุมประจำเดือนของ อสม. และการนัดหมายพูดคุยอย่างไม่เป็นทางการในเวลาที่ไม่สะดวก เช่น สภากาแฟ ตอนเช้า ซึ่งหากมีปัญหาอุปสรรคก็สามารถได้รับการช่วยเหลือ หรือรับการสนับสนุน ได้อย่างทันท่วงที ซึ่งเป็นการสร้างขวัญและกำลังใจแก่ผู้รับผิดชอบกิจกรรมอย่างหนึ่ง

2. ผลการใช้รูปแบบการจัดการขยะมูลฝอยในพื้นที่ชุมชนชายฝั่งปากแม่น้ำบ้านเกาะเคียม จำนวน 12 กิจกรรม รวมระยะเวลา 3 เดือน ซึ่งได้มีการเปรียบเทียบผลการดำเนินงานก่อน และหลังดำเนินการใช้รูปแบบการจัดการขยะมูลฝอยในพื้นที่ชุมชนชายฝั่งปากแม่น้ำบ้านเกาะเคียม จากตัวแทนครัวเรือน พบว่า 1) จำนวนครัวเรือน มีการคัดแยกขยะมูลฝอยในครัวเรือน ใช้วิธีการกำจัดขยะมูลฝอยที่ถูกต้อง และดำเนินการเพื่อลดปริมาณการเกิดขยะสูงกว่าก่อนใช้รูปแบบการจัดการขยะมูลฝอย 2) ปริมาณขยะมูลฝอยโดยรวม ที่อบต. กันตังได้จัดเก็บหลังการใช้รูปแบบการจัดการขยะมูลฝอยน้อยกว่าก่อนใช้รูปแบบการจัดการขยะมูลฝอย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 3) พฤติกรรมการจัดการขยะมูลฝอยหลังใช้รูปแบบการจัดการขยะมูลฝอยสูงกว่าก่อนใช้รูปแบบการจัดการขยะมูลฝอย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 4) การมีส่วนร่วมของตัวแทนครัวเรือน หลังการใช้รูปแบบการจัดการขยะมูลฝอย สูงกว่าก่อนใช้รูปแบบการจัดการขยะมูลฝอย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จะเห็นได้ว่ากิจกรรมการจัดการขยะมูลฝอย ทั้ง 12 กิจกรรม ล้วนส่งผลให้ปริมาณขยะทั้งบนบกและท้องทะเลลดลงได้ ซึ่งตอบสนองเป้าหมายที่ 12 การพัฒนาที่ยั่งยืน (SDGs) ที่ให้ความสำคัญกับการจัดการขยะเพื่อลดผลกระทบต่อสุขภาพมนุษย์ สิ่งแวดล้อม และเพื่อให้โลกดีขึ้นภายในปี 2573 (ศูนย์วิจัยและสนับสนุนเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน, 2566) และยังสามารถป้องกันสาเหตุการเสียชีวิตของสัตว์ทะเล และพายุจากการกลืนขยะทะเลเข้าไป (กิตติวรา ศรแสง, 2565) นอกจากนี้สามารถอธิบายผลของการใช้รูปแบบการจัดการขยะมูลฝอยในพื้นที่ชุมชนชายฝั่งปากแม่น้ำบ้านเกาะเคียม ได้ว่า เกิดจากการเปิดโอกาสให้ทุกภาคส่วนมีส่วนร่วมเพื่อกำหนดทิศทางการดำเนินงานร่วมกัน เช่น การกำหนดเป้าหมายที่อยากจะบรรลุผลร่วมกัน การกำหนดกิจกรรมที่จะดำเนินการ การกำหนดผู้รับผิดชอบกิจกรรม การกำหนดแนวทางการรายงานผลความก้าวหน้าหรือปัญหาอุปสรรค และการติดตามและประเมินผล ซึ่งล้วนเกิดจากความต้องการของชุมชนเอง และเกิดจากการมีส่วนร่วมของทุกภาคส่วนในชุมชนอย่างจริงจัง ในทุกด้านและทุกขั้นตอน ซึ่งผลจากการศึกษาพบว่า การมีส่วนร่วมทุกด้านสูงกว่าก่อนใช้รูปแบบการจัดการขยะมูลฝอย สอดคล้องกับ Cohen and Uphoff (1980) ที่กล่าวว่า การมีส่วนร่วมของชุมชนจะต้องให้สมาชิกของชุมชนเข้ามามีส่วนเกี่ยวข้องใน 4 มิติ คือ 1) การมีส่วนร่วมการตัดสินใจว่าควรทำอะไรและทำอย่างไร 2) การมีส่วนร่วมเสียสละในการพัฒนา รวมทั้งลงมือปฏิบัติตามที่ได้ตัดสินใจ 3) การมีส่วนร่วมในการแบ่งปันผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นจากการดำเนินงาน 4) การมีส่วนร่วมในการประเมินผลโครงการ สอดคล้องกับฮิสระ กุลละณี, วรพจน์ พรหมสัถยพรต และกฤษณ์ ขุนลิก (2563) ศึกษา รูปแบบการจัดการขยะมูลฝอยหมู่บ้านจำปา ตำบลบงเหนือ อำเภอสว่างแดนดิน จังหวัดสกลนคร โดยใช้กระบวนการสมัชชาสุขภาพ เพื่อกำหนดกิจกรรมที่ดำเนินการร่วมกัน ผลการศึกษาพบว่า หลังการดำเนินการวิจัยปริมาณขยะมูลฝอยในครัวเรือนเฉลี่ยใน 1 สัปดาห์ลดลง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สอดคล้องกับวิทกานต์ สารแสน, สมัทนา กลางคาร และจิราพร วรพงศ์ (2561) พบว่า การพัฒนารูปแบบการจัดการมูลฝอยชุมชนบ้านหวาย ตำบลนาสีนวน อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม โดยใช้กระบวนการมีส่วนร่วมจากภาคประชาชน ภาคองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น และภาคหน่วยบริการด้านสุขภาพ มีกระบวนการดำเนินงาน 8 ขั้นตอน ส่งผลให้ผู้เกี่ยวข้องเข้าใจสถานการณ์และสภาพปัญหามูลฝอยชุมชน ร่วมกันกำหนดแผนงาน/โครงการ เพื่อพัฒนาการจัดการมูลฝอยชุมชนโดยใช้กระบวนการมีส่วนร่วม จากกระบวนการดังกล่าวทำให้ได้แนวทางการจัดการมูลฝอยชุมชน โดยภาคีเครือข่ายต้องทำงานร่วมกันและพร้อมขับเคลื่อนนโยบายของชุมชน

## สรุป

1. จากการศึกษาบริบท สถานการณ์การจัดการขยะมูลฝอยชุมชนชายฝั่งปากแม่น้ำบ้านเกาะเคียม ก่อนการกำหนดรูปแบบการจัดการขยะมูลฝอย พบว่าปริมาณขยะในพื้นที่เพิ่มมากขึ้นทุกปี อนาคตไม่สามารถเก็บขยะได้ทั่วถึง ประชาชนส่วนใหญ่ไม่คัดแยกขยะ กำจัดด้วยการเผา และมีการลักลอบทิ้งขยะในลำคลองและที่สาธารณะป่าชายเลน

2. การกำหนดรูปแบบการจัดการขยะมูลฝอย เกิดจากการมีส่วนร่วมของตัวแทนภาคการเมือง ภาควิชาการ และภาคประชาชน จำนวน 35 คน โดยคัดเลือกจากผู้ที่มีบทบาทหน้าที่ตามตำแหน่ง บทบาททางสังคม และผู้ที่มีจิตอาสาและมีความสนใจ

3. รูปแบบการจัดการขยะมูลฝอย จำนวน 12 กิจกรรม รวมระยะเวลา 3 เดือน มีความหลากหลาย มีการมอบหมายผู้รับผิดชอบหลักที่ชัดเจน และมีกลุ่มประเมินผลลัพธ์ ใช้การติดตามและประเมินผ่านหลายช่องทาง เช่น การรายงานผลผ่าน Application line การประชุมหมู่บ้าน การประชุมของอสม.

4. ผลการใช้รูปแบบการจัดการจัดการขยะมูลฝอย พบว่า ปริมาณขยะมูลฝอยที่อบต. จัดเก็บลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ค่าเฉลี่ยการมีส่วนร่วม และค่าเฉลี่ยพฤติกรรมจัดการขยะมูลฝอยของกลุ่มประเมินผลลัพธ์สูงขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

5. การสะท้อนผลการปฏิบัติงาน จากการจัดเวทีแลกเปลี่ยนเรียนรู้ พบจุดแข็งและแนวทางที่คงไว้ คือ การติดตามประเมินผลที่ไม่เป็นทางการ และไม่มีความยุ่งยาก จะเป็นการเสริมพลังให้กับกลุ่มประเมินผลลัพธ์ตัวแทนครัวเรือน และพบจุดอ่อน คือ ระยะเวลาดำเนินการสั้น งบประมาณจำกัด

## ข้อเสนอแนะ

### ข้อเสนอแนะจากผลการวิจัย

การสร้างรูปแบบการจัดการขยะมูลฝอย จะต้องอาศัยการมีส่วนร่วมเพื่อขับเคลื่อนการแก้ไขปัญหา ควรเปิดโอกาสให้ทุกคนได้ร่วมแสดงความคิดเห็นอย่างเท่าเทียมกัน กำหนดเป้าหมายที่จะดำเนินการร่วมกัน และมอบหมายผู้รับผิดชอบให้ชัดเจน ตลอดจนกระตุ้นให้ประชาชนในชุมชนลงมือปฏิบัติตามกิจกรรมของมติชุมชนอย่างจริงจัง และจะต้องมีการประสานงาน ติดตามและประเมินผลแบบเสริมพลังเชิงบวก พร้อมทั้งควรกำหนดให้มีการรายงานผลความก้าวหน้าให้สมาชิกในชุมชนรับทราบอย่างรวดเร็ว ต่อเนื่องสม่ำเสมอ เช่น ผ่านช่องทางกลุ่ม Line ของชุมชน

### ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

ควรนำรูปแบบการจัดการขยะมูลฝอยแบบมีส่วนร่วมในพื้นที่ชายฝั่งปากแม่น้ำ ไปทดลองใช้กับพื้นที่อื่น ๆ ที่มีลักษณะพื้นที่คล้ายคลึงกันที่ยังคงประสบปัญหาขยะมูลฝอย และเพิ่มพื้นที่ดำเนินการวิจัยรวมทั้งระยะเวลาในการประเมินผลการใช้รูปแบบการจัดการขยะมูลฝอย

## กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณวิทยาลัยการสาธารณสุขสิรินธร จังหวัดตรัง ที่สนับสนุนทุนในการวิจัยครั้งนี้

## เอกสารอ้างอิง

- กิตติวรา ตรีผลง. (2565). **แนวทางการจัดการขยะทะเลบริเวณชายฝั่ง : กรณีศึกษาเกาะลิบง จังหวัดตรัง**.  
วิทยานิพนธ์ปริญญาโทศึกษาศาสตร์ คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- น้ำฝน อัครกิจกุลโรจน์, เจนวิทย์ วงษ์ศานุน, ศิริพงศ์ สุขทวี, สุธีระ บุญญาพิทักษ์, และโยธิน แสงวดี. (2564).  
การศึกษาแนวทางการจัดการขยะที่เหมาะสม สำหรับพื้นที่อุทยานแห่งชาติทางทะเลด้วยการวิจัย  
แบบมีส่วนร่วม. **วารสารการจัดการสิ่งแวดล้อม**, 17(1), 40-55.
- เบญจมาภรณ์ ฮั่วเจียม. (2559). การเสริมพลังเพื่อส่งเสริมสุขภาวะชุมชน. **วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัย  
ราชภัฏพระนคร**, 7(1), 19-25.
- ปราโมทย์ เขียวชาญ. (2559). **การจัดการขยะมูลฝอยและสิ่งปฏิกูล**. เอกสารการสอนชุดวิชาอนามัย  
สิ่งแวดล้อม หนว่นที่ 8. (น.30). สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- พุทธิพงศ์ บุญชู, และณรงค์ เบ็ญสอาด. (2567). **ปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมจัดการขยะมูลฝอยของ  
ครัวเรือนในพื้นที่ชุมชนชายฝั่งปากแม่น้ำบ้านเกาะเคียม ตำบลกันตังใต้ อำเภอกันตัง จังหวัดตรัง**.  
รายงานการวิจัย. วิทยาลัยการสาธารณสุขสิรินธร จังหวัดตรัง.
- วิทกานต์ สารแสน, สุมัทนา กลางคาร, และจิราพร วรพงศ์. (2561). การพัฒนารูปแบบการจัดการมูลฝอย  
ชุมชนบ้านห้วย ตำบลนาสีนวน อำเภอกันตังจังหวัดตรัง. **วารสารมนุษยศาสตร์  
และสังคมศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลย์สงคราม**, 12(2), 564-580.
- ศูนย์วิจัยและสนับสนุนเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน. (2566). **Goal 12: Responsible Consumption and  
Production**. สืบค้นจาก <https://www.sdgmove.com/2016/10/07/goal-12-responsible-consumption-and-production/>
- ศรุต ช่ายแก้ว. (2559). **ประเภท ปริมาณ และการกระจายตัวของขยะพลาสติกจากกิจกรรมของมนุษย์ใน  
เขตพื้นที่น้ำขึ้นน้ำลงบริเวณเกาะลิซัง จังหวัดชลบุรี ประเทศไทย**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทศึกษาศาสตร์  
คณะวิทยาศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- องค์การบริหารส่วนตำบลกันตังใต้. (2566). **ข้อมูลสภาพทั่วไป**. สืบค้นจาก  
<https://www.kantangtai.go.th/general1.php>
- อิสระ กุลยะณี, วรพจน์ พรหมสัตยพรต, และกฤษณ์ ชุนล็ก. (2563). รูปแบบการจัดการขยะมูลฝอยหมู่บ้าน  
จำปา ตำบลบงเหนือ อำเภอสว่างแดนดิน จังหวัดสกลนคร. **วารสารวิชาการสาธารณสุขชุมชน**,  
6(2), 112-123.
- Best, J.W. (1977). **Research in Education**. (3<sup>rd</sup> ed.). New Jersey: Prentice hall Inc.
- Chaosuansreecharoen, K.R., Pongkaset, A., Akharawirawat, T., Kongsanit, S., Hlupo, W., &  
Chaosuansreecharoen, P. (2022). Quantification and Seasonal Characterization of  
Solid Waste at Sukorn Island, Andaman Sea, Southern of Thailand.  
**NIDA Case Research Journal**, (14)1, 73-98.

- Cohen, J.M., & Uphoff, N.T. (1980). Participation's place in rural development: Seeking clarity through specificity. *World Developments*, 8(3), 213-235.
- Fallati, L., Polidori, A., Salvatore, C., Saponari, L., Savini, A., & Galli, P. (2019). Anthropogenic Marine Debris assessment with Unmanned Aerial Vehicle imagery and deep learning: A case study along the beaches of the Republic of Maldives. *Science of The Total Environment*, 693, 133581.
- Kaza, S. Yao, L. C., Bhada-Tata, P., & Van, W. F. (2018). **What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050**. Urban Development. World Bank, Washington D.C. Retrieved from <https://doi.org/10.1596/978-1-4648-1329-0>
- Kemmis, S., & McTaggart, R. (1988). **The Action Research Planner**. Geelong, Victoria: Deakin University Press.
- Krejcie, R.V., & Morgan, D.W. (1970). Determining Sample Size for Research Activities. *Journal of Educational and Psychological Measurement*, 30(3), 607-610.
- Rozikin, M., Prayana, L. H., & Tabali, F. J. (2024). Participatory Waste Management Governance in Small Island Tourism Destinations: A Case Study of Gili Trawangan. *Journal of Governance and Social Policy*, 5(2), 148-172.
- Soesilo, N. I., & Alfarizi, M. (2024). Psycho-social conditions of urban communities in the complexity of waste management: Are awareness and waste banks the main solution?. *Socio-Economic Planning Sciences*, 93, 101834.

## การพัฒนาระบบแนะนำหนังสือในห้องสมุดโดยการวิเคราะห์พฤติกรรมผู้ใช้ด้วยอัลกอริทึมเอฟพี-โกรธ

กานต์ สรรพสาร<sup>1</sup> วงกต ศรีอุไร<sup>2\*</sup>

Received : May 22, 2025

Revised : October 23, 2025

Accepted : December 11, 2025

## บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างกฎความสัมพันธ์ที่แม่นยำจากข้อมูลการยืมคืนหนังสือ โดยใช้ อัลกอริทึมเอฟพี-โกรธ เพื่อพัฒนาระบบแนะนำหนังสือในห้องสมุดโดยใช้อัลกอริทึมเอฟพี-โกรธ ร่วมกับข้อมูล ส่วนบุคคล และศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อระบบแนะนำหนังสือ ข้อมูลที่ใช้ในการสร้างกฎความสัมพันธ์ มาจากประวัติการยืมคืนหนังสือของห้องสมุดมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ในช่วงปีการศึกษา 2561 – 2565 จำนวนทั้งหมด 6,630 ระเบียบ ซึ่งถูกนำมาสร้างกฎความสัมพันธ์ด้วยอัลกอริทึมเอฟพี-โกรธ (FP-Growth) ผ่าน โปรแกรม Weka โดยกำหนดค่าความเชื่อมั่นของกฎความสัมพันธ์ร้อยละ 85 งานวิจัยนี้มีขั้นตอน 6 ขั้นตอน ดังนี้ 1) รวบรวมข้อมูล 2) เตรียมข้อมูล 3) สร้างกฎความสัมพันธ์ด้วยอัลกอริทึมเอฟพี-โกรธ 4) สร้างข้อมูลส่วนบุคคล ผู้ใช้ในระบบ เพื่อใช้ในการจับคู่กับกฎความสัมพันธ์ 5) พัฒนาระบบแนะนำหนังสือ และ 6) ประเมิน ความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบ ผลการวิจัยพบว่ากฎความสัมพันธ์ที่สร้างด้วยอัลกอริทึมเอฟพี-โกรธ สามารถ นำไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาระบบแนะนำหนังสือในห้องสมุดได้ ซึ่งจะช่วยอำนวยความสะดวกในการแนะนำ หนังสือที่คาดว่าจะตรงกับความต้องการของนักศึกษา สำหรับผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบแนะนำ หนังสือได้ค่าความแม่นยำ ร้อยละ 73.06 ค่าความระลึก ร้อยละ 85.60 และค่าประสิทธิภาพโดยรวม ร้อยละ 78.67 นอกจากนี้ ผลการประเมินความพึงพอใจการใช้งานระบบของนักศึกษา จำนวน 40 คน โดยใช้ แบบสอบถาม พบว่า นักศึกษามีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ( $\bar{X} = 4.77$ ,  $SD. = 0.32$ ) จากผลการประเมินความพึงพอใจสามารถสรุปได้ว่า ระบบที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพและสามารถนำไปใช้งานได้จริง

**คำสำคัญ:** กฎความสัมพันธ์ ข้อมูลส่วนบุคคล ความพึงพอใจของผู้ใช้ ระบบแนะนำหนังสือ เหมืองข้อมูล เอฟพี-โกรธ

<sup>1</sup> หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

อีเมล: [karn.sa.64@ubu.ac.th](mailto:karn.sa.64@ubu.ac.th)

<sup>2</sup> ภาควิชาคณิตศาสตร์ สถิติ และคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

อีเมล: [wongkot.s@ubu.ac.th](mailto:wongkot.s@ubu.ac.th)

\* ผู้นิพนธ์หลัก อีเมล: [wongkot.s@ubu.ac.th](mailto:wongkot.s@ubu.ac.th)

## DEVELOPMENT OF A LIBRARY BOOK RECOMMENDATION SYSTEM BY ANALYZING USERS' BEHAVIORS EMPLOYING THE FP-GROWTH ALGORITHM AND USER PROFILE

Karn Sappasan<sup>1</sup> Wongkot Sriurai<sup>2\*</sup>

### Abstract

This research aimed to generate accurate association rules from library borrowing and returning data using the FP-Growth algorithm, to develop a library book recommendation system using the FP-Growth algorithm combined with users' profiles data, and to study users' evaluation towards the book recommendation system. The data used for generating association rules were derived from the borrowing and returning history of Ubon Ratchathani University Library during the academic years, 2018 – 2022, with totaling 6,630 records. These records were processed to generate association rules using the FP-Growth algorithm via the Weka program, with the confident level of the rules set at 85%. The research method consisted of six main steps including, (1) data collection, (2) data preparation, (3) generation of association rules using FP-Growth, (4) creation of users' profiles for matching with association rule, (5) development of the book recommendation system, and (6) evaluation of users' satisfaction. The research results showed that the association rules generated using FP-Growth could be effectively applied to develop a book recommendation system, aiming to facilitate recommending books that are likely to match students' interests. The evaluation of the efficiency for recommendation system was demonstrated a precision of 73.06%, a recall of 85.60%, and an overall efficiency of F-score of 78.67%. Furthermore, the assessment of users' satisfaction towards the system by forty students, using a questionnaire, showed that the students had an overall satisfaction at the highest level ( $\bar{X} = 4.77$ ,  $SD. = 0.32$ ). Based on the results of the satisfaction assessment, it could be concluded that the developed system was efficient and could be practically implemented.

**Keywords:** Association rules, User profiles, Users' satisfaction, Book recommendation system, Data mining, FP-Growth

---

<sup>1</sup> Master of Science Program in Information Technology, Ubon Ratchathani University,  
e-mail: karn.sa.64@ubu.ac.th

<sup>2</sup> Department of Mathematics Statistics and Computer, Faculty of Science,  
Ubon Ratchathani University, e-mail: wongkot.s@ubu.ac.th

\* Corresponding author, e-mail: wongkot.s@ubu.ac.th

## บทนำ

ในยุคดิจิทัล ห้องสมุดได้รับการพัฒนาอย่างมากเพื่อตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีและพฤติกรรมการใช้งานของผู้ใช้ ห้องสมุดไม่เพียงแต่ให้บริการทรัพยากรสารสนเทศในรูปแบบดั้งเดิม เช่น หนังสือ วารสาร และเอกสารต่าง ๆ แต่ยังขยายการให้บริการในรูปแบบออนไลน์ที่ทันสมัย เช่น การให้บริการทรัพยากรอิเล็กทรอนิกส์ เช่น eBooks ฐานข้อมูลออนไลน์ และงานวิจัยดิจิทัล ซึ่งสามารถเข้าถึงได้จากทุกที่ ทุกเวลา ผ่านอินเทอร์เน็ต มีระบบ OPAC (Online Public Access Catalog) เป็นเครื่องมือสำคัญที่ช่วยให้ผู้ใช้สามารถค้นหาทรัพยากรต่าง ๆ ของห้องสมุดได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว โดยไม่จำเป็นต้องไปยังห้องสมุด อีกทั้งยังสามารถใช้บริการต่าง ๆ ผ่านเว็บแอปพลิเคชัน เช่น การยืม-คืนทรัพยากร การจองห้องประชุม และการเข้าถึงสื่อดิจิทัลผ่าน การสตรีมมิ่งหรือดาวน์โหลด การเข้าถึงทรัพยากรดิจิทัลในห้องสมุดสามารถทำได้ตลอด 24 ชั่วโมงจากอุปกรณ์หลากหลาย เช่น คอมพิวเตอร์ สมาร์ทโฟน หรือแท็บเล็ต ทำให้การเรียนรู้และการค้นคว้าข้อมูลสะดวกและยืดหยุ่นมากยิ่งขึ้น

สำนักวิทยบริการมหาวิทยาลัยอุบลราชธานีเป็นห้องสมุดขนาดใหญ่ที่เชื่อมโยงกับห้องสมุดย่อยในคณะต่าง ๆ โดยข้อมูลการใช้บริการจากทุกแห่งจะถูกรวมไว้ที่สำนักวิทยบริการ ซึ่งใช้ระบบห้องสมุดอัตโนมัติ WALAI ในการสนับสนุนการบริการและเก็บข้อมูลการใช้บริการที่สามารถนำมาวิเคราะห์พฤติกรรมผู้ใช้และแนะนำทรัพยากรที่เหมาะสมได้ ภายในสำนักวิทยบริการมีบริการทรัพยากรต่าง ๆ เช่น หนังสือ วารสาร งานวิจัย และบริการออนไลน์ผ่านเว็บแอปพลิเคชัน เช่น การยืม-คืนทรัพยากร การสืบค้นผ่านระบบ OPAC การจองห้องประชุม และฐานข้อมูลวิจัย นอกจากนี้ยังมีการให้บริการอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และเครื่องพิมพ์สามมิติ แม้ระบบเว็บแอปพลิเคชันจะมีฟังก์ชันยืม-คืนหนังสือ แต่การแนะนำหนังสือยังมีข้อจำกัดและไม่ตรงกับความต้องการของนักศึกษา เนื่องจากเป็นการแนะนำหนังสือแบบสุ่มจากหมวดหมู่หรือป้ายกำกับของหนังสือ จึงทำให้ผลการแนะนำไม่สามารถสะท้อนความสนใจของผู้ใช้แต่ละคนได้อย่างแท้จริง ซึ่งการพัฒนาฟังก์ชันแนะนำหนังสือที่เหมาะสมหรือคาดว่าจะตรงกับความต้องการของผู้ใช้ จะช่วยเพิ่มโอกาสในการนำเสนอหนังสือใหม่ ๆ หรือหนังสือที่ไม่ค่อยถูกยืม ทำให้เป็นประโยชน์ต่อนักศึกษาที่จะได้รายการหนังสือที่ตรงกับความต้องการของตนเอง

ปัจจุบัน เทคนิคการทำเหมืองข้อมูล ถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายในระบบห้องสมุด เพื่อวิเคราะห์พฤติกรรมของผู้ใช้และปรับปรุงคุณภาพการให้บริการ หนึ่งในวิธีที่ได้รับความนิยมคือ การหากฎความสัมพันธ์ (Association Rule) โดยเฉพาะอัลกอริทึมเอฟพี-โกรธ (FP-Growth) ซึ่งได้รับการพิสูจน์แล้วว่ามีประสิทธิภาพในการค้นหารูปแบบที่ซ่อนอยู่ในชุดข้อมูลขนาดใหญ่ (Han et al., 2019) เทคนิคนี้ถูกนำมาใช้เพื่อวิเคราะห์พฤติกรรมการยืมหนังสือ และสร้างคำแนะนำตามประวัติการยืมของผู้ใช้ (Zahrotun & Jones, 2022) จากการศึกษาพบว่าอัลกอริทึมเอฟพี-โกรธ มีประสิทธิภาพดีกว่าวิธี Collaborative Filtering แบบดั้งเดิม ทั้งในแง่ของความเร็วในการประมวลผล และความสามารถในการขยายตัวทำให้เป็นตัวเลือกที่เหมาะสมสำหรับระบบแนะนำ (Kannout et al., 2022) นอกจากนี้การนำประวัติการยืมหนังสือของผู้ใช้ มาวิเคราะห์ร่วมกับกฎความสัมพันธ์ ช่วยให้ห้องสมุดสามารถแนะนำหนังสือได้อย่างแม่นยำยิ่งขึ้น ซึ่งส่งผลให้ ผู้ใช้ได้รับประสบการณ์ที่ดีขึ้น และมีความผูกพันกับห้องสมุดมากขึ้น (Lestari & Cahyani, 2023). จากการศึกษางานวิจัย

ที่เกี่ยวข้องพบว่า Syahrir และ Mardedi (2023) ได้เปรียบเทียบอัลกอริทึมออเพนพี-โกรธ และ ทีพีคิวออเพนพี-โกรธ เพื่อหาความสัมพันธ์ในระบบแนะนำสินค้า และหาความสัมพันธ์ที่ได้ต้องมีค่าความเชื่อมั่น ไม่ต่ำกว่า 85% ผลการทดลองพบว่า FP-Growth สามารถประมวลผลได้รวดเร็วกว่าอัลกอริทึมอื่น ๆ และ ให้ผลลัพธ์ที่มีความแม่นยำสูงเมื่อทำงานร่วมกับชุดข้อมูลขนาดใหญ่ ขณะที่ Kannout และคณะ (2024) ได้ทำการผสานเอาพี-โกรธเข้ากับเทคนิค Collaborative Filtering และ Content-Based Filtering พบว่าแบบจำลองที่ใช้เอาพี-โกรธ ให้ค่าความแม่นยำ (Precision) และค่า F1-score สูงกว่าวิธีการอื่นอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งสะท้อนถึงความสามารถของอัลกอริทึมในการค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่ซ่อนอยู่ได้ดีกว่าเทคนิค Collaborative Filtering นอกจากนี้ Loukili et al. (2023) ได้พัฒนาระบบแนะนำสินค้าโดยใช้ โดยใช้อัลกอริทึมเอาพี-โกรธในการสร้างความสัมพันธ์จากข้อมูลการซื้อสินค้า 406,829 รายการ พบว่าเอาพี-โกรธ สามารถค้นหารูปแบบที่ซ่อนอยู่ในข้อมูลขนาดใหญ่ได้ดี และช่วยให้ระบบสามารถคาดการณ์สินค้าที่ผู้ใช้มีแนวโน้มจะซื้อถัดไปได้อย่างแม่นยำ จากงานวิจัยข้างต้นการเลือกใช้อัลกอริทึมเอาพี-โกรธร่วมกับข้อมูลส่วนบุคคลมาใช้กับสำนักวิทยบริการ เพื่อแก้ปัญหาการแนะนำหนังสือแบบสุ่มของระบบเดิม และเพิ่มความแม่นยำของการแนะนำหนังสือให้ตรงกับพฤติกรรมและความต้องการของผู้ใช้แต่ละรายมากยิ่งขึ้น

ผู้วิจัยมีแนวคิดในการพัฒนาระบบแนะนำหนังสือในห้องสมุดโดยใช้อัลกอริทึมเอาพี-โกรธ (FP-Growth) ร่วมกับข้อมูลส่วนบุคคล ซึ่งจะช่วยวิเคราะห์พฤติกรรมการยืมหนังสือของนักศึกษาระดับปริญญาตรีระหว่างปีการศึกษา 2561 ถึง 2565 ภายในสำนักวิทยบริการมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี โดยการนำความสัมพันธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์มาพัฒนาเป็นระบบที่สามารถแนะนำหนังสือที่คาดว่าจะตรงกับความต้องการของนักศึกษา ระบบที่พัฒนาขึ้นจะช่วยให้การแนะนำหนังสือเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถปรับปรุงการบริการในสำนักวิทยบริการให้ดียิ่งขึ้น รวมถึงช่วยดึงดูดนักศึกษาให้เข้ามาใช้บริการในห้องสมุดมากขึ้น

### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสร้างความสัมพันธ์ที่แม่นยำจากข้อมูลการยืมคืนหนังสือโดยใช้อัลกอริทึมเอาพี-โกรธ
2. เพื่อพัฒนาระบบแนะนำหนังสือในห้องสมุดโดยใช้อัลกอริทึมเอาพี-โกรธ ร่วมกับข้อมูลส่วนบุคคล
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบแนะนำหนังสือในห้องสมุด

### วิธีดำเนินการวิจัย

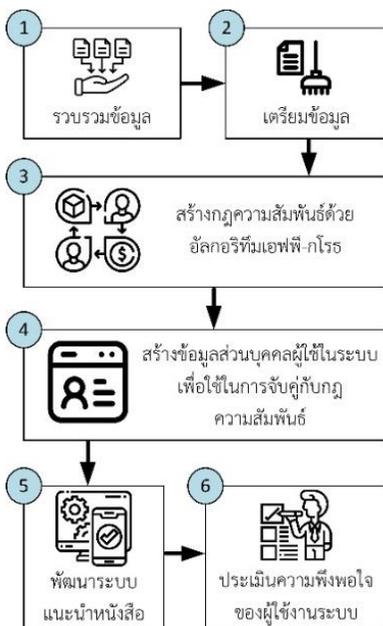
งานวิจัยนี้นำเสนอการพัฒนาแนะนำหนังสือในห้องสมุดโดยใช้อัลกอริทึมเอาพี-โกรธ ร่วมกับข้อมูลส่วนบุคคลซึ่งการแนะนำหนังสือมีการสร้างความสัมพันธ์ด้วยอัลกอริทึมเอาพี-โกรธ ร่วมกับข้อมูลส่วนบุคคล เพื่อแนะนำหนังสือที่คาดว่าจะตรงกับความต้องการของผู้ใช้ระบบ โดยมีขั้นตอนดำเนินการ 6 ขั้นตอน ดังนี้ 1) รวบรวมข้อมูล 2) เตรียมข้อมูล 3) สร้างความสัมพันธ์ด้วยอัลกอริทึมเอาพี-โกรธ 4) สร้างข้อมูลส่วนบุคคลผู้ใช้ในระบบ เพื่อใช้ในการจับคู่กับความสัมพันธ์ 5) พัฒนาระบบแนะนำหนังสือ และ 6) ประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบ ซึ่งภาพการทำงานโดยรวมดังภาพที่ 1 มีรายละเอียดดังนี้

## 1. รวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลจากสำนักวิทยบริการ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี โดยใช้ข้อมูลการยืมหนังสือ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2561 - 2565 รวม 87,266 รายการ ซึ่งประกอบด้วย 24 คุณลักษณะ เช่น ข้อมูลหนังสือ ข้อมูลการเข้าใช้งานห้องสมุด และประวัติการยืม-คืนของผู้ใช้ เป็นต้น (กานต์ สรรพสาร และวงศ ศรีอุไร, 2567)

## 2. เตรียมข้อมูล

หลังจากรวบรวมข้อมูลเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยได้คัดเลือก 5 คุณลักษณะที่สำคัญ ได้แก่ รหัสนักศึกษา รหัสประจำตัวหนังสือ ชื่อหนังสือ วันที่ยืม และวันที่คืน จากนั้นได้ทำการจัดกลุ่มนักศึกษาตามพฤติกรรมกรยืมหนังสือ โดยแบ่งเป็น 3 กลุ่มหลัก ดังนี้ (1) กลุ่มวิทยาศาสตร์ทั่วไป (คณะวิทยาศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์) จำนวน 15,417 แถว (2) กลุ่มวิทยาศาสตร์สุขภาพ (คณะเภสัชศาสตร์ คณะวิทยาลัยแพทยศาสตร์ และการสาธารณสุข คณะพยาบาลศาสตร์) จำนวน 13,019 แถว และ (3) กลุ่มสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์ (คณะศิลปศาสตร์ คณะบริหารศาสตร์ คณะนิติศาสตร์) จำนวน 58,830 แถว หลังจากแบ่งกลุ่มแล้ว ผู้วิจัยได้กรองข้อมูล และลบข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้อง จนเหลือข้อมูลที่สามารถนำไปใช้สร้างกฎความสัมพันธ์ ได้แก่ กลุ่มวิทยาศาสตร์ทั่วไป 1,010 แถว กลุ่มวิทยาศาสตร์สุขภาพ 1,040 แถว กลุ่มสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์ 4,580 แถว โดยตัวอย่างของชุดข้อมูล ดังภาพที่ 2 ซึ่งงานวิจัยนี้มีการกำหนดรหัสหนังสือในการสร้างตัวแปรหมวดหมู่ เช่น รหัสหนังสือที่ขึ้นต้นด้วย HA ถึง HZ หมายถึง หนังสือที่อยู่ในหมวด Social Science รหัสหนังสือที่ขึ้นต้นด้วย TA ถึง TZ หมายถึง หนังสือที่อยู่ในหมวด Technology เป็นต้น



ภาพที่ 1 โครงสร้างระบบแนะนำหนังสือในห้องสมุดโดยใช้อัลกอริทึมเอพี-กโร ร่วมกับข้อมูลส่วนบุคคล

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Philosophy/psychology	Technology	Novel	General Medicine, Health Professions	Language and Literature	Medicine	Science	Social Science
27					Y	Y	Y	Y
28			Y			Y	Y	Y
29			Y			Y	Y	Y
30		Y	Y			Y	Y	Y
31		Y	Y			Y	Y	Y
32	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
33		Y	Y	Y		Y	Y	Y
34	Y		Y			Y	Y	Y
35	Y		Y		Y	Y	Y	Y
36	Y		Y			Y	Y	Y
37			Y			Y	Y	Y
38	Y		Y			Y	Y	Y
39			Y			Y	Y	Y
40		Y	Y			Y	Y	Y
41	Y		Y	Y		Y	Y	Y
42	Y		Y			Y	Y	Y
43	Y		Y			Y	Y	Y
44	Y		Y		Y	Y	Y	Y
45				Y		Y	Y	Y
46				Y		Y	Y	Y
47				Y		Y	Y	Y
48				Y		Y	Y	Y
49		Y		Y		Y	Y	Y
50				Y		Y	Y	Y
51				Y		Y	Y	Y
52	Y			Y		Y	Y	Y
53				Y		Y	Y	Y
54				Y		Y	Y	Y

## ภาพที่ 2 ตัวอย่างข้อมูลกลุ่มวิทยาศาสตร์สุขภาพ

จากภาพที่ 2 เป็นข้อมูลที่ได้ถูกจัดรูปแบบเป็นตารางข้อมูลพฤติกรรมกรรมการยืมหนังสือ โดยกำหนดค่า Y หมายถึง มีการยืมหนังสือในหมวดนั้น และ ค่าว่าง หมายถึง ไม่มีการยืมหนังสือในหมวดนั้น

### 3. สร้างกฎความสัมพันธ์ด้วยอัลกอริทึมเอพี-กโรธ

งานวิจัยนี้สร้างกฎความสัมพันธ์จากข้อมูลพฤติกรรมกรรมการยืมหนังสือของผู้ใช้ด้วยอัลกอริทึมเอพี-กโรธ (FP Growth) เป็นอัลกอริทึมที่ใช้ โครงสร้างต้นไม้ (FP-Tree) ในการค้นหาความสัมพันธ์ของข้อมูล โดยไม่ต้องสร้าง Candidate Itemset ซึ่งช่วยลดความซับซ้อนในการประมวลผล โดยการทำงานคล้ายกับอัลกอริทึม Apriori โดยนับความถี่ของรายการที่ปรากฏและกำจัดรายการที่มีค่าสนับสนุนต่ำกว่ากำหนด จากนั้น จัดเรียงข้อมูลใหม่ โดยเรียงลำดับจากความถี่น้อยไปมาก และบันทึกลงใน Header Table ซึ่งเป็นฐานข้อมูลสำหรับสร้าง FP-Tree จากนั้นสกัดกฎความสัมพันธ์ จาก FP-Tree โดยสร้าง Conditional FP-Tree และใช้ในการกำหนดกฎความสัมพันธ์ เนื่องจาก FP-Growth อ่านข้อมูลเพียงสองรอบ ทำให้ทำงานได้เร็วกว่า Apriori โดยเฉพาะในกรณีที่มีชุดข้อมูลขนาดใหญ่ (Jantan et al., 2023)

เมื่อได้ข้อมูลที่ผ่านการเตรียมพร้อมแล้ว ผู้วิจัยได้สร้างกฎความสัมพันธ์จากข้อมูลพฤติกรรมกรรมการยืมหนังสือของผู้ใช้ด้วยอัลกอริทึมเอพี-กโรธ (FP Growth) โดยใช้โปรแกรม Weka 3.9.6 ซึ่งกำหนดค่าพารามิเตอร์ คือ ค่าการสนับสนุนขั้นต่ำ (Minimum Support) = 0.1 และค่าความเชื่อมั่นขั้นต่ำ (Minimum Confidence) = 0.85 เนื่องจากหากกำหนดค่าสนับสนุนขั้นต่ำที่สูงเกินไปจะทำให้จำนวนกฎที่ได้น้อยลง และขาดความหลากหลายในการเลือกใช้งานกฎ และการตั้งค่าความเชื่อมั่นที่ต่ำเกินไปจะทำให้กฎความสัมพันธ์ที่ได้มีความน่าเชื่อถือของกฎที่ต่ำและไม่เหมาะกับการนำไปใช้งานร่วมกับระบบแนะนำหนังสือ โดยการตรวจสอบความถูกต้องของกฎที่ได้จะใช้ค่าสนับสนุน ค่าความเชื่อมั่น และค่าความสอดคล้อง

### 4. สร้างข้อมูลส่วนบุคคลผู้ใช้ในระบบ เพื่อใช้ในการจับคู่กับกฎความสัมพันธ์

ผู้วิจัยได้สร้างข้อมูลส่วนบุคคล โดยนำข้อมูลเหล่านี้มาใช้ร่วมกับกฎความสัมพันธ์เพื่อใช้ในการแนะนำหนังสือ ซึ่งกระบวนการสร้างข้อมูลส่วนบุคคลมี 3 ขั้นตอน ดังนี้

1) การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยเลือกใช้วิธีการเก็บข้อมูลส่วนบุคคลของผู้ใช้แบบชัดเจน (Explicit Profiling) โดยข้อมูลที่จัดเก็บในระบบ ได้แก่

- ข้อมูลคณะที่นักศึกษาสังกัด
- ข้อมูลสาขาวิชาที่กำลังศึกษา
- ข้อมูลหมวดหมู่หนังสือที่สนใจ (สามารถระบุได้ 3 หมวดหมู่)

2) การสร้างข้อมูล เมื่อนักศึกษาทำการกรอกข้อมูลตามข้อที่ 1 ผ่านบนระบบจนสมบูรณ์ ระบบจะจัดเก็บข้อมูลดังกล่าวเป็นข้อมูลส่วนบุคคลของนักศึกษาแต่ละบุคคลในฐานข้อมูล เพื่อใช้ในการจับคู่กับกฎความสัมพันธ์

3) การนำไปใช้งาน ระบบจะนำข้อมูลส่วนบุคคลไปจับคู่กับกฎความสัมพันธ์ที่มีอยู่ในระบบ และคัดเลือกเฉพาะกฎที่สอดคล้องกับข้อมูลส่วนบุคคลของผู้ใช้มากที่สุด จากนั้นระบบจะนำข้อมูลทั้งสองมาประมวลผลร่วมกันเพื่อสร้างคำแนะนำหนังสือที่เหมาะสมและตรงกับความสนใจของผู้ใช้ใช้งานแต่ละคน

## 5. พัฒนาระบบแนะนำหนังสือ

หลังจากที่พัฒนากฎความสัมพันธ์เรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยนำกฎความสัมพันธ์ไปใช้ในการพัฒนาระบบแนะนำหนังสือ ซึ่งระบบพัฒนาในรูปแบบเว็บแอปพลิเคชันเพื่อให้สามารถใช้งานได้สะดวกและเข้าถึงได้ง่ายผ่านอุปกรณ์ต่าง ๆ ระบบหลักถูกพัฒนาด้วยภาษา JavaScript ร่วมกับเฟรมเวิร์ค Next.js (Harrison, 2024) ซึ่งรองรับการเรนเดอร์ฝั่งเซิร์ฟเวอร์ (SSR) ที่มีส่วนช่วยลดระยะเวลาในการโหลดหน้าเว็บและเพิ่มประสิทธิภาพการแสดงผลให้สอดคล้องกับลักษณะการใช้งานของผู้ใช้

ในการออกแบบส่วนติดต่อใช้งานจะใช้ Tailwind CSS ร่วมกับ Next.js เพื่อเสริมความยืดหยุ่นในการจัดวางองค์ประกอบหน้าจอ ลดภาระการเขียนสไตล์ชีตใหม่ และสามารถรองรับการแสดงผลได้บนหลายอุปกรณ์ ระบบฐานข้อมูลจัดเก็บบน MySQL ซึ่งติดตั้งและบริหารจัดการผ่าน Laragon เพื่อความรวดเร็วในการตั้งค่าและดูแลบริหารจัดการฐานข้อมูล

กระบวนการพัฒนาโค้ดดำเนินการด้วย Visual Studio Code โดยติดตั้งปลั๊กอินที่สนับสนุน JavaScript และ Next.js การทดสอบการทำงานของระบบดำเนินการบนเบราว์เซอร์ Microsoft Edge เพื่อยืนยันความถูกต้องของการทำงานและการแสดงผลได้อย่างถูกต้อง ระบบแบ่งสิทธิ์ผู้ใช้ออกเป็นสองบทบาทหลัก ได้แก่ ผู้ดูแลระบบทำหน้าที่ ปรับแต่งและอัปเดตกฎความสัมพันธ์ เพิ่มรายการหนังสือใหม่ ควบคุมสิทธิ์การเข้าถึงข้อมูล และนักศึกษาทำหน้าที่ สร้างโปรไฟล์ส่วนบุคคล และเรียกใช้งานฟังก์ชันแนะนำหนังสือของระบบได้

หลังจากพัฒนาระบบแนะนำหนังสือแล้ว มีการวัดประสิทธิภาพของระบบโดยใช้วิธีการคำนวณหาค่าความแม่นยำ (Precision) ในการแนะนำหนังสือ ค่าความระลึก (Recall) และ ค่าประสิทธิภาพโดยรวม (F1-score) (Obi, 2023) โดยมีสมการดังนี้

$$\text{Precision} = \frac{TP}{TP + FP} \quad (1)$$

$$\text{Recall} = \frac{TP}{TP + FN} \quad (2)$$

โดยที่ True Positive (TP) หมายถึง หนังสือที่ระบบแนะนำและผู้ใช้สนใจจริง True Negative (TN) หมายถึง หนังสือที่ระบบไม่ได้แนะนำและผู้ใช้ก็ไม่สนใจ False Positive (FP) หมายถึง หนังสือที่ระบบแนะนำแต่ผู้ใช้ไม่สนใจ และ False Negative (FN) หมายถึง หนังสือที่ผู้ใช้สนใจแต่ระบบไม่ได้แนะนำ

$$F1\text{-score} = 2 \times \frac{(\text{Precision} \times \text{Recall})}{(\text{Precision} + \text{Recall})} \quad (3)$$

## 6. ประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบ

ผู้วิจัยได้ศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบแนะนำหนังสือโดยเก็บข้อมูลจากนักศึกษา 40 คน ผ่านแบบสอบถามความพึงพอใจ โดยแบบสอบถามครอบคลุมทั้งด้านการใช้งานของระบบ และความเหมาะสมของคำแนะนำว่าตรงกับความต้องการของผู้ใช้หรือไม่ ซึ่งใช้มาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ได้แก่ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด ทั้งนี้ ได้อ้างอิงเกณฑ์การแปลความหมายของ (บุญชม ศรีสะอาด, 2560)

4.51-5.00 หมายถึง เห็นด้วยมากที่สุด

3.51-4.50 หมายถึง เห็นด้วยมาก

2.51-3.50 หมายถึง เห็นด้วยปานกลาง

1.51-2.50 หมายถึง เห็นด้วยน้อย

1.00-1.50 หมายถึง เห็นด้วยน้อยที่สุด

แบบสอบถามแบ่งออกเป็น 4 ด้าน ดังนี้

- (1) ด้านการตรงตามความต้องการของผู้ใช้ระบบ (Functional Requirement Test)
- (2) ด้านการทำงานได้ตามฟังก์ชันของระบบ (Functional Test)
- (3) ด้านความง่ายการใช้งานระบบ (Usability Test)
- (4) ด้านการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลในระบบ (Security Test)

## ผลการวิจัยและอภิปรายผล

### ผลการวิจัย

#### 1. ผลการสร้างกฎความสัมพันธ์เพื่อวิเคราะห์พฤติกรรมกรรมการยืมหนังสือในห้องสมุดโดยใช้

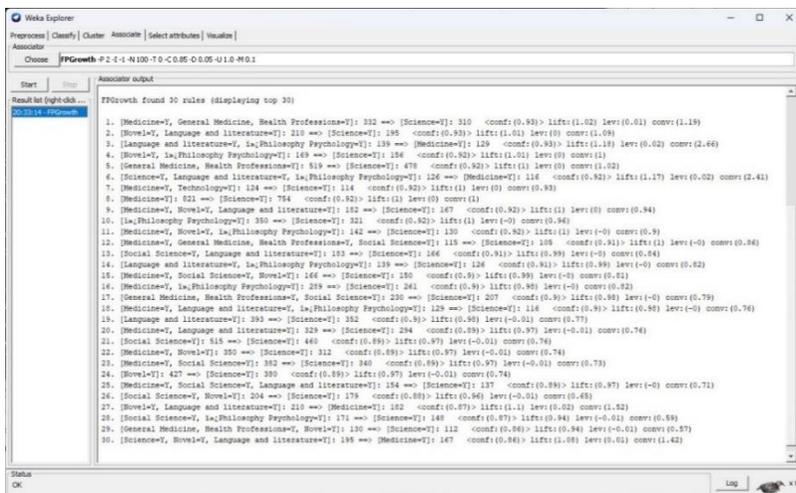
##### อัลกอริทึมเอพี-กโรธ

ผลการสร้างกฎความสัมพันธ์จากข้อมูลพฤติกรรมกรรมการยืมหนังสือโดยใช้อัลกอริทึมเอพี-กโรธ โดยแบ่งพฤติกรรมกรรมการยืมหนังสือออกเป็น 3 กลุ่มวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ทั่วไป วิทยาศาสตร์สุขภาพ และมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ โดยกำหนดค่าพารามิเตอร์คือ ค่าการสนับสนุนขั้นต่ำ (Minimum Support) = 0.1 และค่าความเชื่อมั่นขั้นต่ำ (Minimum Confidence) = 0.85 ซึ่งผลลัพธ์แสดงจำนวนกฎความสัมพันธ์ในแต่ละกลุ่ม ดังนี้

ตารางที่ 1 จำนวนกฎความสัมพันธ์ที่สร้างด้วยอัลกอริทึมเอพี-กิโร

กลุ่ม	จำนวนกฎ
วิทยาศาสตร์ทั่วไป	29
วิทยาศาสตร์สุขภาพ	30
สังคมศาสตร์ และ มนุษยศาสตร์	23

จากข้อมูลในตารางที่ 1 ผู้วิจัยขอยกตัวอย่างผลลัพธ์การสร้างกฎความสัมพันธ์ด้วยโปรแกรม Weka 3.9.6 ในกลุ่มวิทยาศาสตร์สุขภาพ ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 กฎความสัมพันธ์ของกลุ่มวิทยาศาสตร์สุขภาพ โดยใช้อัลกอริทึมเอพี-กิโร

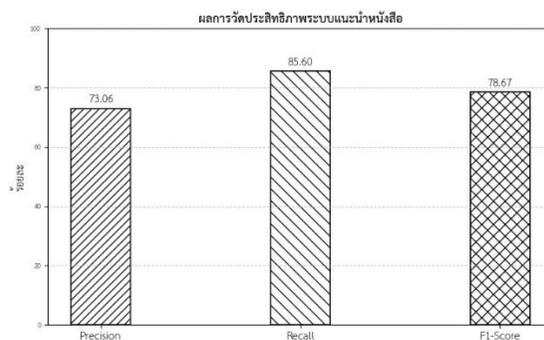
จากภาพที่ 3 ผู้วิจัยขอยกตัวอย่างการอธิบายกฎความสัมพันธ์จำนวน 5 กฎ ดังนี้

- กฎ 1: ถ้ายืมหนังสือหมวดยา หมวดแพทยศาสตร์ทั่วไป และหมวดวิชาชีพด้านสุขภาพ แล้วจะยืมหนังสือหมวดวิทยาศาสตร์ด้วย มีค่าความเชื่อมั่นของกฎเท่ากับ 93%
- กฎ 2: ถ้ายืมหนังสือหมวดนิยาย หมวดภาษาศาสตร์ และวรรณกรรม แล้วจะยืมหนังสือหมวดวิทยาศาสตร์ด้วย มีค่าความเชื่อมั่นของกฎเท่ากับ 93%
- กฎ 3: ถ้ายืมหนังสือหมวดภาษาศาสตร์และวรรณกรรม และหมวดจิตวิทยา แล้วจะยืมหนังสือหมวดยาด้วย มีค่าความเชื่อมั่นของกฎเท่ากับ 93%
- กฎ 4: ถ้ายืมหนังสือหมวดนิยาย หมวดจิตวิทยา แล้วจะยืมหนังสือหมวดวิทยาศาสตร์ มีค่าความเชื่อมั่นของกฎเท่ากับ 92%

กฎ 5: ถ้าอีเมลหนังสือหมวดแพทยศาสตร์ทั่วไป และวิชาชีพด้านสุขภาพ แล้วจะอีเมลหนังสือหมวดวิทยาศาสตร์ มีค่าความเชื่อมั่นของกฎเท่ากับ 92%

## 2. ผลการวัดประสิทธิภาพของระบบแนะนำหนังสือ

การวัดประสิทธิภาพของระบบแนะนำหนังสือ ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างนักศึกษาจำนวน 40 คน โดยเปรียบเทียบผลการแนะนำหนังสือของระบบกับรายการหนังสือที่ผู้ใช้สนใจจริง โดยการทดสอบนี้ยึดจากผลการแนะนำ 10 เรื่องแรกที่ระบบเสนอให้ผู้ใช้ และผู้ใช้มีการยืนยันจริง ผลดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 ผลการวัดประสิทธิภาพของระบบแนะนำหนังสือ

จากภาพที่ 4 ผลการวัดประสิทธิภาพของระบบแนะนำหนังสือ พบว่า มีค่าความแม่นยำ (Precision) ในการแนะนำร้อยละ 73.06 ค่าความระลึก (Recall) ร้อยละ 85.60 และค่าประสิทธิภาพโดยรวม (F1-score) ร้อยละ 78.67 ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่าระบบมีประสิทธิภาพและสามารถนำไปใช้งานได้จริง

## 3. ผลการพัฒนาระบบแนะนำหนังสือในห้องสมุดโดยใช้อัลกอริทึมเอพพี-กโรส ร่วมกับข้อมูลส่วนบุคคล

ระบบแนะนำหนังสือในห้องสมุดโดยใช้เทคนิคกฎความสัมพันธ์และข้อมูลส่วนบุคคล แบ่งผู้ใช้งานออกเป็น 2 กลุ่ม คือ นักศึกษา และผู้ดูแลระบบ สามารถใช้งานระบบได้ดังนี้

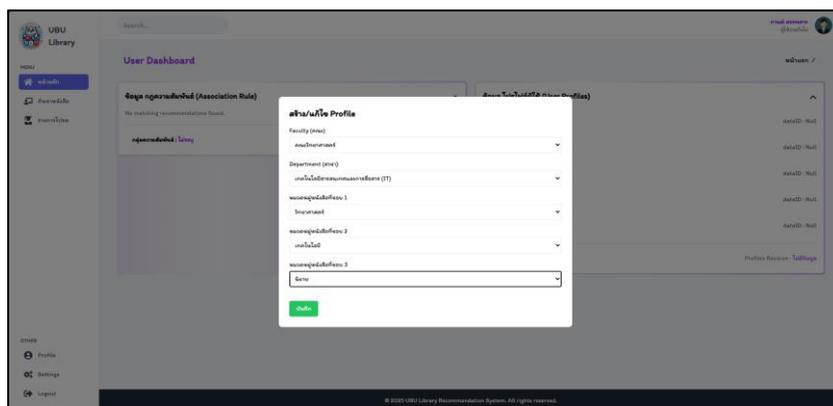
### 3.1 การใช้งานระบบของนักศึกษา

การเข้าสู่ระบบ นักศึกษาจะต้องทำการสมัครสมาชิกเพื่อเข้าใช้งานระบบ โดยต้องสมัครโดยใช้รหัสนักศึกษา และทำการยืนยันตัวตนผ่านอีเมล ดังภาพที่ 5



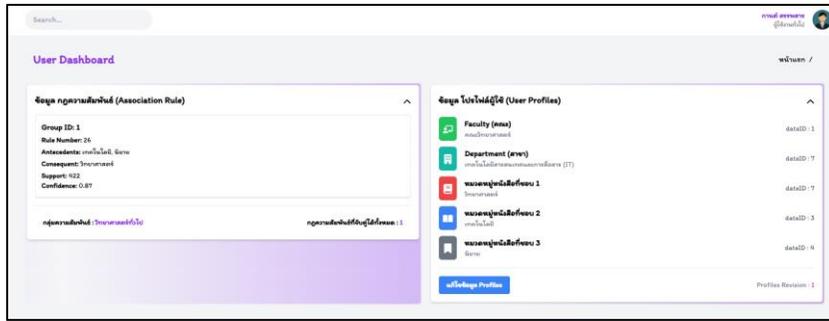
ภาพที่ 5 หน้าจอสมัครสมาชิก

เมื่อเข้าสู่ระบบสำเร็จ ผู้ใช้จะถูกบังคับให้ทำการสร้างข้อมูลส่วนบุคคล เพื่อเป็นข้อมูลตั้งต้นสำหรับจับคู่กับกฎความสัมพันธ์เพื่อทำการแนะนำหนังสือในระบบ ดังภาพที่ 6



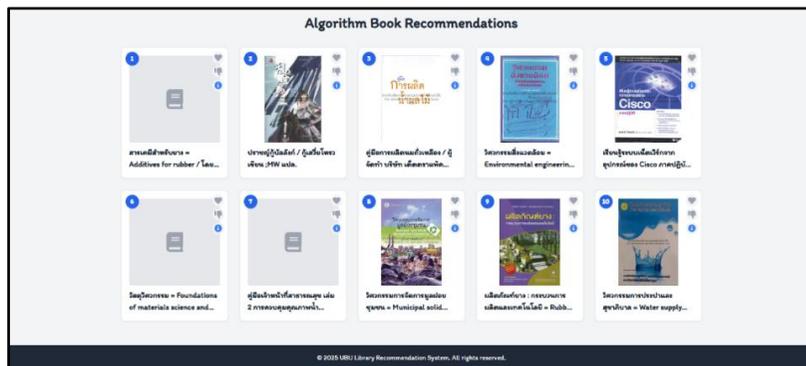
ภาพที่ 6 หน้าจอสร้างข้อมูลส่วนบุคคล

เมื่อทำการสร้างข้อมูลส่วนบุคคลสำเร็จ ระบบจะทำการนำข้อมูลที่นักศึกษาสร้าง ไปจับคู่กับกฎความสัมพันธ์ที่ใกล้เคียงกับข้อมูลส่วนบุคคลของนักศึกษามากที่สุดเพื่อทำการแนะนำหนังสือต่อไป ดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7 หน้าจอแสดงผลข้อมูลส่วนบุคคล และข้อมูลกฎความสัมพันธ์

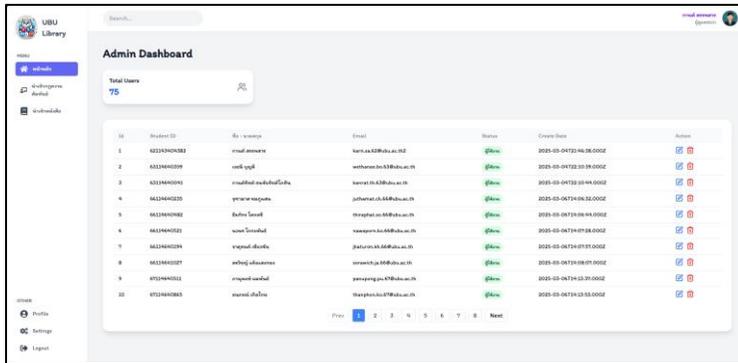
สำหรับการประมวลผล ระบบจะนำข้อมูลส่วนบุคคลไปจับคู่กับกฎความสัมพันธ์ ผู้วิจัยได้ทำการเขียนโปรแกรมเพื่อนำข้อมูลไปจับคู่โดยนำข้อมูลคณะไปตรวจสอบว่าผู้ใช้ในกลุ่มความสัมพันธ์ไหน และทำการนำหมวดหมู่หนังสือลำดับที่หนึ่งถึงสามที่นักศึกษาเลือก มาเก็บเป็นรูปแบบ JSON และทำการส่งไปตรวจสอบกับฐานข้อมูลกฎความสัมพันธ์เพื่อทำการเลือกกฎความสัมพันธ์ที่ใกล้เคียงกับผู้ใช้ที่สุุดออกมาก ดังภาพที่ 8



ภาพที่ 8 หน้าจอแสดงผลการแนะนำหนังสือ

### 3.2 การใช้งานระบบของผู้ดูแลระบบ

หน้าจอจัดการของผู้ดูแลระบบ โดยจะแสดงผลจำนวนของผู้ใช้งานบนระบบทั้งหมด และสามารถจัดการแก้ไขหรือลบข้อมูลของผู้ใช้งานในระบบได้ ดังภาพที่ 9



ภาพที่ 9 หน้าจอจัดการของผู้ดูแลระบบ

#### 4. ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบแนะนำหนังสือในห้องสมุด

ผู้วิจัยได้ออกแบบแบบสอบถามเพื่อสำรวจความพึงพอใจของผู้ใช้งาน โดยเก็บรวบรวมข้อมูลผ่าน Google Form ซึ่งกลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาในมหาวิทยาลัยอุบลราชธานีจำนวน 40 คน การเลือกกลุ่มตัวอย่างเลือกโดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เพื่อให้ได้ข้อมูลจากกลุ่มที่มีประสบการณ์และคุ้นเคยกับการใช้งานระบบภายในสำนักวิทยบริการ โดยผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบแนะนำหนังสือในห้องสมุด มีดังนี้

ตารางที่ 2 ผลประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งาน

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย $\bar{X}$	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD.)	แปลผล
1. ด้านการตรงตามความต้องการของผู้ใช้ระบบ (Functional Requirement Test)	4.73	0.46	มากที่สุด
2. ด้านการทำงานได้ตามฟังก์ชันของระบบ (Functional Test)	4.73	0.46	มากที่สุด
3. ด้านความง่ายการใช้งานระบบ (Usability Test)	4.78	0.44	มากที่สุด
4. ด้านการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลในระบบ (Security Test)	4.83	0.38	มากที่สุด
เฉลี่ยรวม	4.77	0.32	มากที่สุด

จากตารางที่ 2 ผลการประเมินระดับความพึงพอใจของผู้ใช้งานต่อภาพรวมของระบบ พบว่า ค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด ( $\bar{X} = 4.77$ , SD. = 0.32) จากผลการสรุปในตารางพบว่า ด้านที่มีระดับความพึงพอใจมากที่สุดคือ ด้านการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลในระบบ ( $\bar{X} = 4.83$ , SD. = 0.38) รองลงมา คือ ด้านความง่ายการใช้งานระบบ ( $\bar{X} = 4.78$ , SD. = 0.44) ด้านการตรงตามความต้องการของผู้ใช้ระบบ ( $\bar{X} = 4.73$ , SD. = 0.46)

และด้านการทำงานได้ตามฟังก์ชันของระบบ ( $\bar{X} = 4.73$ ,  $SD. = 0.46$ ) ตามลำดับ จากผลการประเมินเหล่านี้สามารถสรุปได้ว่า ระบบหนังสือในห้องสมุดที่ใช้เทคนิคกฎความสัมพันธ์ร่วมกับข้อมูลส่วนบุคคล มีประสิทธิภาพในการตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้งานในหลากหลายด้าน และยังสามารถช่วยสนับสนุนการทำงานของผู้ใช้ในระดับที่สูง โดยเฉพาะในด้านการรักษาความปลอดภัยและความสะดวกในการใช้งาน นอกจากนี้ยังสะท้อนให้เห็นว่า ระบบสามารถทำงานได้ตามฟังก์ชันที่ตั้งไว้และสามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

### อภิปรายผล

งานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้นำอัลกอริทึมเอพี-กโรมาประยุกต์ร่วมกับข้อมูลส่วนบุคคล ในการพัฒนาระบบแนะนำหนังสือในห้องสมุด และได้ทดสอบการใช้งานจริงกับนักศึกษา ผู้วิจัยพบว่าอัลกอริทึมเอพี-กโรมีประสิทธิภาพในการทำงานกับข้อมูลขนาดใหญ่ได้ดี และกฎความสัมพันธ์ที่ได้มีค่าความเชื่อมั่นไม่ต่ำกว่า 0.85 ซึ่งสอดคล้องกันกับงานวิจัยของ Syahrir และ Mardedi (Syahrir & Mardedi, 2023) ที่ได้ใช้เกณฑ์ค่าความเชื่อมั่นขั้นต่ำ 0.80 อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบกับเทคนิคแบบดั้งเดิมอย่าง Collaborative Filtering ซึ่งมักใช้ข้อมูลพฤติกรรมผู้ใช้ในการหาความเหมือนเพื่อแนะนำรายการต่าง ๆ พบว่ามีข้อจำกัดหากข้อมูลในระบบมีจำนวนน้อยเกินไป ส่งผลให้ความแม่นยำของการแนะนำข้อมูลในระบบลดลงสอดคล้องกับข้อสังเกตของ Kannout และคณะ (Kannout et al., 2024) ในขณะที่ Loukili et al. (2023) ระบุว่าเมื่อมีผู้ใช้ใหม่หรือสินค้าใหม่เข้ามาแล้วมีข้อมูลไม่เพียงพอ จะส่งผลต่อประสิทธิภาพความแม่นยำของคำแนะนำที่ลดลง (Loukili et al., 2023) ในงานวิจัยนี้ได้ต่อยอดจากแนวคิดของงานวิจัยข้างต้น โดยได้นำข้อมูลส่วนบุคคลของนักศึกษามาผสมผสานร่วมกับอัลกอริทึมเอพี-กโร เพื่อวิเคราะห์พฤติกรรมการยืมหนังสือร่วมกับข้อมูลส่วนบุคคล เพื่อสร้างกฎความสัมพันธ์ที่มีความแม่นยำ แม้ในสถานการณ์ที่มีข้อมูลบางส่วนจำกัด แสดงให้เห็นถึงการประยุกต์ใช้อัลกอริทึมเอพี-กโร จะยกระดับความแม่นยำของระบบแนะนำหนังสือในห้องสมุดได้

ในส่วนของระบบแนะนำหนังสือที่ทำงานร่วมกับข้อมูลส่วนบุคคลของนักศึกษา ระบบสามารถแนะนำหนังสือให้สอดคล้องกับความสนใจและพฤติกรรมของผู้ใช้งานแต่ละรายได้ จากผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบแนะนำหนังสือ พบว่าระบบสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีค่าความแม่นยำ (Precision) ในการแนะนำร้อยละ 73.06 ค่าความระลึก (Recall) ร้อยละ 85.60 และค่าประสิทธิภาพโดยรวม (F1-score) ร้อยละ 78.67 อย่างไรก็ตามงานวิจัยนี้ยังมีข้อจำกัดด้านขอบเขตของกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งมุ่งเน้นเฉพาะนักศึกษามหาวิทยาลัยอุบลราชธานี และใช้ข้อมูลจากสำนักวิทยบริการเท่านั้น จึงอาจไม่สะท้อนความต้องการของผู้ใช้ในบริบทที่หลากหลายได้อย่างครบถ้วน ทั้งนี้ การศึกษาต่อไปควรขยายไปยังกลุ่มผู้ใช้ที่หลากหลายและทดสอบระบบในสถาบันอื่น เพื่อยืนยันประสิทธิภาพของระบบในระดับที่กว้างขึ้น

## สรุป

งานวิจัยนี้มุ่งเน้นพัฒนาระบบแนะนำหนังสือในห้องสมุด โดยใช้เทคนิคกฎความสัมพันธ์และข้อมูลส่วนบุคคล โดยมีวัตถุประสงค์หลัก 3 ข้อ คือ 1) เพื่อสร้างกฎความสัมพันธ์ที่แม่นยำจากข้อมูลการยืมคืนหนังสือโดยใช้อัลกอริทึมเอพพี-กโรธ 2) เพื่อพัฒนาระบบแนะนำหนังสือในห้องสมุดโดยใช้อัลกอริทึมเอพพี-กโรธ ร่วมกับข้อมูลส่วนบุคคล และ 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบแนะนำหนังสือในห้องสมุด โดยผู้วิจัยประยุกต์ใช้อัลกอริทึมเอพพี-กโรธ ในการสร้างกฎความสัมพันธ์ เหตุผลหลักในการเลือกใช้อัลกอริทึมเอพพี-กโรธคือ ความรวดเร็วและประสิทธิภาพในการประมวลผลข้อมูล โดยข้อมูลที่ใช้ในการสร้างกฎความสัมพันธ์มาจากประวัติการยืมคืนหนังสือของห้องสมุดมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ในช่วงปีการศึกษา 2561 - 2565 จำนวนทั้งหมด 6,630 ระเบียบ ซึ่งได้มีการแบ่งกลุ่มผู้ใช้ตามประเภทคณะที่สังกัด ได้แก่ วิทยาศาสตร์ทั่วไป วิทยาศาสตร์สุขภาพ และสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์ ข้อมูลเหล่านี้ถูกแปลงให้อยู่ในรูปแบบที่สามารถใช้งานกับโปรแกรม Weka 3.9.6 โดยตั้งค่าการสนับสนุนขั้นต่ำที่ 0.1 และค่าความเชื่อมั่นขั้นต่ำที่ 0.85

ผลการวิจัยพบว่ากฎความสัมพันธ์ที่สร้างขึ้นนี้มีค่าความเชื่อมั่นของกฎไม่ต่ำกว่า 85% ซึ่งบ่งชี้ถึงความน่าเชื่อถือของกฎความสัมพันธ์ที่สร้างขึ้นโดยใช้อัลกอริทึมเอพพี-กโรธ และสามารถนำกฎความสัมพันธ์ที่ได้ไปประยุกต์ใช้งานในระบบแนะนำหนังสือร่วมกับข้อมูลส่วนบุคคลได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในการพัฒนาระบบแนะนำหนังสือในห้องสมุด ผู้วิจัยได้นำไปใช้งานจริงกับกลุ่มนักศึกษามหาวิทยาลัยอุบลราชธานีจำนวน 40 คน ซึ่งมีประสบการณ์ในการใช้งานระบบของห้องสมุด และทำการวัดประสิทธิภาพของระบบพบว่ามีความแม่นยำ (Precision) ในการแนะนำร้อยละ 73.06 ค่าความระลึก (Recall) ร้อยละ 85.60 และค่าประสิทธิภาพโดยรวม (F1-score) ร้อยละ 78.67 แสดงให้เห็นว่าระบบสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้ นอกจากนี้มีการประเมินความพึงพอใจผู้ใช้ระบบ ผลการประเมินความพึงพอใจพบว่า ความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบอยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยในภาพรวมอยู่ที่ 4.77 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.32 ผลการประเมินดังกล่าวชี้ให้เห็นว่าระบบสามารถช่วยนักศึกษาอำนวยความสะดวกในการตัดสินใจเลือกอ่านหนังสือได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถขยายผลนาระบบแนะนำไปใช้ในห้องสมุดสถาบันอื่นที่ยังไม่มีระบบแนะนำอัตโนมัติ ทั้งนี้ งานวิจัยยังมีข้อจำกัดคือใช้ข้อมูลเฉพาะจากมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ซึ่งอาจไม่ครอบคลุมพฤติกรรมผู้ใช้ในบริบทอื่น หากนำไปประยุกต์ใช้ในสถาบันที่มีลักษณะผู้ใช้ต่างกัน จำเป็นต้องปรับปรุงกฎความสัมพันธ์และการสร้างข้อมูลส่วนบุคคลของผู้ใช้ให้เหมาะสม

## ข้อเสนอแนะ

### ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตระหนักถึงคุณค่าและประโยชน์ของงานวิจัย และเพื่อให้การดำเนินงานครั้งถัดไปมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น จึงขอเสนอแนวทางดังนี้ บุคลากรห้องสมุด สามารถนำผลลัพธ์ที่ได้จากระบบแนะนำหนังสือ ไปใช้วางแผนส่งเสริมการยืมคืนหนังสือในหมวดหมู่ที่มีอัตราการยืมน้อย และสามารถใช้รายงานประวัติการคลิกดูหนังสือในระบบ มาวิเคราะห์เพื่อกำหนดนโยบายในการประชาสัมพันธ์ทรัพยากร หรือจัดกิจกรรมส่งเสริมการอ่าน เพื่อดึงดูดนักศึกษาให้เข้ามาใช้บริการมากขึ้น

### ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ในอนาคตควรมานำเทคนิค Online Learning หรือ Reinforcement Learning มาใช้พัฒนาระบบแนะนำหนังสือ เพื่อให้ระบบสามารถเรียนรู้และปรับปรุงอัลกอริทึม จากข้อมูลใหม่ที่มีการเพิ่มเข้ามาอย่างต่อเนื่อง เทคนิคเหล่านี้จะช่วยทำให้ระบบมีความทันสมัยและมีความแม่นยำในการแนะนำ โดยสามารถประยุกต์ใช้รูปแบบการเรียนรู้ที่ปรับตัวตามพฤติกรรมของผู้ใช้ และแนวโน้มข้อมูลปัจจุบันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. พิจารณาการประยุกต์ใช้เทคนิค Association Rule ร่วมกับวิธีการ Collaborative Filtering และ Content-Based Filtering เพื่อสร้างกฎความสัมพันธ์แบบผสมผสาน ช่วยให้ระบบสามารถให้คำแนะนำที่มีคุณภาพทั้งกับผู้ใช้ใหม่และผู้ใช้เดิม โดยเพิ่มเครื่องมือที่ใช้การแนะนำจากพฤติกรรมการคลิกดูหนังสือของผู้ใช้งาน เรื่องของระยะเวลาในการเลือกดูหนังสือ และสามารถนำข้อมูลที่ได้มาประมวลผลเพื่อแนะนำหนังสือที่เหมาะสมให้แก่ผู้ใช้งานได้แบบทันทีทันใด

## กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักวิทยบริการมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ที่สนับสนุนข้อมูลอันเป็นประโยชน์ต่อการดำเนินงานวิจัยครั้งนี้

## เอกสารอ้างอิง

กานต์ สรรพสาร และวงกต ศรีอุไร. (2567). การค้นหาความสัมพันธ์โดยใช้อัลกอริทึมอะพริโอรี และเอพี-กโรรเพื่อวิเคราะห์พฤติกรรมการใช้ทรัพยากรการเรียนรู้ในห้องสมุด. การประชุมวิชาการระดับชาติด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ ครั้งที่ 20, วันที่ 16-17 พฤษภาคม 2567 ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. (หน้า 218-223). กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

บุญชม ศรีสะอาด. (2560). การวิจัยเบื้องต้น. (พิมพ์ครั้งที่ 10). กรุงเทพมหานคร: สุริยสาส์น.

Han, J., Pei, J., & Kamber, M. (2019). *Data Mining: Concepts and Techniques*. Elsevier.

Harrison, O. E. (2024). Building high-performance web application with NextJS. *Computer Science & IT Research Journal*, 5(8), 1963-1977.

- Jantan, H., Supardi, N., Majid, H. A. M. A., & Bahrin, U. F. M. (2023). **Association Rule Mining-Based Food Preferences Analysis Using FP-Growth Method**. In International Conference on Intelligence Science. (pp.217-230). Singapore: Springer Nature Singapore.
- Kannout, E., Grzegorowski, M., Grodzki, M., & Nguyen, H. S. (2024). Clustering-based frequent pattern mining framework for solving cold-start problem in recommender systems. **IEEE Access**, 12, 13678-13698.
- Kannout, E., Nguyen, H. S., & Grzegorowski, M. (2022). **Speeding up recommender systems using association rules**. In Asian Conference on Intelligent Information and Database Systems (pp.167-179). Cham: Springer Nature Switzerland.
- Lestari, P. A. I., & Cahyani, N. (2023). Application of the association rule method based on book borrowing patterns in Bojonegoro Regional Libraries. **Journal of Computer Networks, Architecture and High Performance Computing**, 5(2), 751-759.
- Loukili, M., Messaoudi, F., & El Ghazi, M. (2023). Machine learning based recommender system for e-commerce. **IAES International Journal of Artificial Intelligence**, 12(4), 1803-1811.
- Obi, J. C. (2023). A comparative study of several classification metrics and their performances on data. **World Journal of Advanced Engineering Technology and Sciences**, 8(1), 308-314.
- Syahrir, M., & Mardedi, L. Z. A. (2023). Determination of the best rule-based analysis results from the comparison of the Fp-Growth, Apriori, and TPQ-Apriori Algorithms for recommendation systems. **Matrix: Jurnal Manajemen Teknologi dan Informatika**, 13(2), 52-67.
- Zahrotun, L., & Jones, A. H. S. (2022). Fp-Growth Algorithm For Searching Book Borrowing Transaction Patterns And Study Program Suitability. **IJISTECH (International Journal of Information System and Technology)**, 5(5), 564-569.

## การศึกษาผลของปุ๋ยหมักต่อสัณฐานวิทยาและฤทธิ์ทางชีวภาพของกระชายขาว

โชคชัย แซ่ว่าง<sup>1</sup> พรพรรณ มณีวรรณ<sup>2</sup> จักรกฤษณ์ คณาจารย์<sup>3</sup> กฤษดา ศรีหิมตริ<sup>4</sup> นวรัตน์ วิริยะเชชม<sup>5</sup>  
ชานาภา ไวลาพี<sup>6\*</sup>

Received : October 04, 2024

Revised : December 12, 2025

Accepted : December 18, 2025

## บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบสัณฐานวิทยาและฤทธิ์ทางชีวภาพของกระชายขาวที่ปลูกในดินที่ผ่านการปรุงและดินที่ไม่ผ่านการปรุงด้วยปุ๋ยหมัก โดยมีการปรับปรุงสภาพดินด้วยการใช้ปุ๋ยหมักที่ถูกพัฒนาขึ้น ซึ่งประกอบด้วย ใบไม้แห้ง : ปุ๋ยคอก : แกลบดิบ ในอัตราส่วน 3 : 1 : 1 และทำการปรุงดินด้วยปุ๋ยหมัก แกลบดิบ และแกลบดำ ในอัตราส่วน 2 : 1 : 2 : 1 จากนั้นจึงนำต้นพันธุ์กระชายขาวไปปลูกในแปลงที่ผ่านการปรุงดินและไม่ปรุงดินด้วยปุ๋ยหมัก พร้อมทั้งเก็บข้อมูลด้านสัณฐานวิทยาและตรวจสอบปริมาณสารสำคัญ รวมถึงการตรวจสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและฤทธิ์ต้านแบคทีเรียของกระชายขาวทั้ง 2 แปลง

ผลการวิจัยพบว่า กระชายขาวที่ปลูกในดินที่ผ่านการปรุงด้วยปุ๋ยหมักใบมีสีเขียวเข้มกว่ากระชายขาวที่ปลูกในดินไม่ผ่านการปรุง และมีความสูงเฉลี่ยขนาดและปริมาณของเหง้าสูงกว่ากระชายขาวที่ปลูกในดินไม่ผ่านการปรุง เมื่อตรวจสอบเอกลักษณ์ทางเคมีด้วยเทคนิค TLC ของกระชายขาวทั้ง 2 แปลง ตรวจพบแถบสารเหมือนกันแต่มีความเข้มของแถบของสารในกระชายขาวที่ปลูกในดินที่ผ่านการปรุงด้วยปุ๋ยหมัก มีความหนาแน่นมากกว่ากระชายขาวที่ปลูกในดินไม่ผ่านการปรุงด้วยปุ๋ยหมัก นอกจากนี้ยังพบว่าปริมาณสาร Panduratin A ของกระชายขาวที่ปลูกในดินที่ผ่านการปรุงด้วยปุ๋ยหมัก (0.71 g/100 g) สูงกว่ากระชายขาวที่ปลูกในดินไม่ผ่านการปรุง (0.58 g/100 g) สำหรับการตรวจสอบฤทธิ์ทางชีวภาพ พบว่า สารสกัดของกระชายขาวที่ปลูกในดินที่ผ่านการปรุงด้วยปุ๋ยหมักมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่ดีกว่าสารสกัดของกระชายขาวที่ปลูกในดินไม่ผ่านการปรุง ซึ่งสารสกัดทั้ง 2 ชนิด ยังแสดงถึงฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อ *S. mutans* ได้

จากการศึกษาสามารถสรุปได้ว่าปุ๋ยหมักที่ใช้ในการศึกษานี้มีผลต่อการเจริญเติบโต องค์ประกอบทางเคมีและฤทธิ์ทางชีวภาพของกระชายขาว ซึ่งผลการศึกษาดังกล่าวจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาแหล่งปลูกกระชายขาวสำหรับการนำมาใช้ปรุงเป็นยารักษาโรคได้ในอนาคต

**คำสำคัญ:** กระชายขาว ปุ๋ยหมัก สัณฐานวิทยา ฤทธิ์ทางชีวภาพ

<sup>1</sup> สาขาวิชาการแพทย์แผนไทย วิทยาลัยการแพทย์พื้นบ้านและการแพทย์ทางเลือก มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย อีเมล: Chokchai.sae@crru.ac.th

<sup>2</sup> สาขาวิชาการแพทย์แผนไทย วิทยาลัยการแพทย์พื้นบ้านและการแพทย์ทางเลือก มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย อีเมล: Pompan.goe@crru.ac.th

<sup>3</sup> สาขาวิชาการแพทย์แผนไทย วิทยาลัยการแพทย์พื้นบ้านและการแพทย์ทางเลือก มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย อีเมล: chakkrit.kh@gmail.com

<sup>4</sup> สาขาวิชาการแพทย์แผนไทย วิทยาลัยการแพทย์พื้นบ้านและการแพทย์ทางเลือก มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย อีเมล: kritsada.ss7538@gmail.com

<sup>5</sup> สาขาวิชาการแพทย์แผนไทย วิทยาลัยการแพทย์พื้นบ้านและการแพทย์ทางเลือก มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย อีเมล: nawaratv@gmail.com

<sup>6</sup> สาขาวิชาการแพทย์แผนไทย วิทยาลัยการแพทย์พื้นบ้านและการแพทย์ทางเลือก มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย อีเมล: Chanapa\_Wai@hotmail.com

\* ผู้นิพนธ์หลัก อีเมล: Chanapa\_Wai@hotmail.com

## EFFECTS OF COMPOST ON MORPHOLOGY AND BIOLOGICAL ACTIVITIES OF *Boesenbergia rotunda* (L.) Mansf

ChoKchai Sae-wang<sup>1</sup> Pornphun Maneewan<sup>2</sup> Chakkrit Khanaree<sup>3</sup> Kritsada Srihomtree<sup>4</sup>  
Nawarat Viriyakhasem<sup>5</sup> Chanapa Wailapee<sup>6\*</sup>

### Abstract

This study aimed to compare the morphology and biological activities of *Boesenbergia rotunda* (L.) Mansf. grown in compost-amended and non-amended soils. The soil was improved using a developed compost consisting of dry leaves, manure, and raw rice husks at a ratio of 3:1:1. Soil preparation involved mixing soil with compost, raw rice husks, and rice husk charcoal at a ratio of 2:1:2:1. *B. rotunda* seedlings were then planted in both compost-amended and non-amended plots. Morphological characteristics were recorded, and the content of bioactive compounds, antioxidant activity, and antibacterial activity were evaluated.

The results revealed that *B. rotunda* plants grown in compost-amended soil exhibited darker green leaves compared to those grown in non-amended soil. Additionally, plants in amended soil showed greater average height, larger rhizome size, and higher rhizome yield than those in non-amended soil. Thin-layer chromatography (TLC) analysis revealed similar compound bands in samples from both soil treatments; however, the band intensity was higher in *B. rotunda* from compost-amended soil. Furthermore, the Panduratin A content in *B. rotunda* from amended soil (0.71 g/100 g) was significantly higher than that from non-amended soil (0.58 g/100 g). Regarding biological activities, extracts from *B. rotunda* grown in compost-

---

<sup>1</sup> Thai Traditional Medicine Program, Chiang Rai Rajabhat University Under School of Traditional and alternative medicine, e-mail: Chokchai.sae@crru.ac.th

<sup>2</sup> Thai Traditional Medicine Program, Chiang Rai Rajabhat University Under School of Traditional and alternative medicine, e-mail: Pornpan.goe@crru.ac.th

<sup>3</sup> Thai Traditional Medicine Program, Chiang Rai Rajabhat University Under School of Traditional and alternative medicine, e-mail: chakkrit.kh@gmail.com

<sup>4</sup> Thai Traditional Medicine Program, Chiang Rai Rajabhat University Under School of Traditional and alternative medicine, e-mail: kritsada.ss7538@gmail.com

<sup>5</sup> Thai Traditional Medicine Program, Chiang Rai Rajabhat University Under School of Traditional and alternative medicine, e-mail: nawaratv@gmail.com

<sup>6</sup> Thai Traditional Medicine Program, Chiang Rai Rajabhat University Under School of Traditional and alternative medicine, e-mail: Chanapa\_Wai@hotmail.com

\* Corresponding author, e-mail: Chanapa\_Wai@hotmail.com

amended soil demonstrated superior antioxidant activity compared to those from non-amended soil. Both extracts exhibited inhibitory effects against *Streptococcus mutans*.

The results indicated that the compost affected the growth and biological activities of *Boesenbergia rotunda* (L.) Mansf. This information was useful for the cultivation development of *Boesenbergia rotunda* (L.) Mansf. to produce future medications.

**Keywords:** *Boesenbergia rotunda* (L.) Mansf., Compost, Morphology, Biological activities

## บทนำ

กระชายขาว (*Boesenbergia rotunda* (L.) Mansf.) จัดอยู่ในวงศ์ ZINGIBERACEAE เป็นพืชล้มลุก สูงประมาณ 1 เมตร เหง้าและรากสีน้ำตาลอมเหลือง รากยาวประมาณ 6 เซนติเมตร โคนกาบใบขยายออก ใบ รูปขนานหรือรูปใบหอกยาวประมาณ 50 เซนติเมตร ช่อดอกออกที่ยอด ดอกสีขาว รูปขอบขนานมีรอยย่นสีแดง ชมพูหรือม่วง ปลายกลีบเรียบหรือเว้าตื้น โคนด้านในมีจุดแดง พบในเอเชียเขตร้อน (ราชันย์ ภูมา, 2559) ตามภูมิปัญญาท้องถิ่นกระชายขาวนิยมนำมาใช้เป็นส่วนประกอบของอาหารรวมถึงใช้เป็นยารักษาโรค ในทางการแพทย์แผนไทยใช้ส่วนเหง้าของกระชายขาวสำหรับแก้ปากเปื่อย ปากแตกเป็นแผล ขับระดูขาว แก้ใจสั้น แก้ปวดมวนในท้อง แก้บิดมูกเลือด บำรุงกำลัง และใช้ส่วนเหง้าของกระชายขาวสำหรับแก้กามตายด้าน ทำให้จิตใจ กระชุ่มกระชวย คุณสมบัติคล้ายโสมจีน (อุบล มณีกุล และ กมลภักดิ์ สำราญจิตร, 2541) ปัจจุบันมีการศึกษาเกี่ยวกับสารสกัดกระชายขาวและฤทธิ์ทางชีวภาพต่างๆ โดยพบว่าสารสกัดกระชายขาวมีฤทธิ์ต้านแบคทีเรียและเชื้อราบางชนิด มีฤทธิ์ต้านการอักเสบ และฤทธิ์ลดไข้ได้ (คณะอนุกรรมการจัดทำตำราอ้างอิงยาสมุนไพรฯ, 2558) ประกอบกับสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (โควิด-19) ได้มีการศึกษาวิจัยเพื่อค้นหาต้านเชื้อไวรัส SARSCo-V-2 ที่ก่อให้เกิดโรคโควิด-19 จากสารสกัดธรรมชาติและสมุนไพรที่เป็นอาหารของคนไทย จำนวน 121 ตัวอย่าง พบว่าสารสกัดกระชายขาวมีศักยภาพยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อไวรัส SARSCo-V-2 ได้ถึงร้อยละ 100 เนื่องจากกระชายขาวมีสารสำคัญ คือ แพนดูเรทิน เอ (Panduratin A) ซึ่งมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ฤทธิ์ต้านการอักเสบ รวมถึงมีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อจุลชีพที่ก่อโรครังทั้งแบคทีเรีย เชื้อไวรัสและเชื้อรา (ดวงแก้ว ปัญญาภู, 2563)

การปลูกพืชสมุนไพรให้ได้คุณภาพและมีฤทธิ์ทางยาที่ดีมีปัจจัยที่สำคัญ คือ ดินที่ทำการปลูกพืชควรมีลักษณะร่วน ระบายน้ำและอากาศได้ดี มีค่า pH ระหว่าง 5.5-6.5 และอุดมไปด้วยธาตุอาหารหลัก เช่น ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม เป็นต้น (มณฑา ลิ้มปิยะประพันธ์, 2554) ซึ่งกระชายขาวเป็นพืชจำพวกเหง้าที่เหมาะสมเพาะปลูกในดินร่วนที่ระบายน้ำและอากาศได้ดี (กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร, 2566) รวมถึงควรยกทรงเพื่อป้องกันน้ำขัง คลุมด้วยฟางเพื่อรักษาความชื้น และบำรุงดิน

ด้วยปุ๋ยอินทรีย์จากธรรมชาติทดแทนการใช้ปุ๋ยเคมี (สุรเชษฐ์ วัฒนพนพนพันธ์, 2565) อันเนื่องมาจากปุ๋ยเคมีจะส่งผลให้สภาพดินเสื่อมโทรมในระยะยาว ทำให้ดินแน่น แข็ง และเป็นกรด (ธีระพงษ์ สว่างปัญญากร, 2558)

จากปัญหาดังกล่าวผู้ศึกษาจึงสนใจพัฒนาปุ๋ยหมักที่มีส่วนผสมของวัสดุธรรมชาติในท้องถิ่น ได้แก่ ใบไม้แห้ง ปุ๋ยคอก (ขี้วัว) แกลบดิบ แล้วนำไปปรุงดินในพื้นที่ที่เพาะปลูกกระชายขาวเพื่อปรับปรุงสภาพของดินให้มีปริมาณธาตุอาหารที่เพียงพอ จากนั้นจึงทำการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับการเจริญเติบโตและ สันฐานวิทยา และตรวจสอบฤทธิ์ทางชีวภาพของกระชายขาว ได้แก่ ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและฤทธิ์ต้านแบคทีเรีย โดยเปรียบเทียบระหว่างกระชายขาวที่เพาะปลูกในพื้นที่ที่มีการปรุงดินด้วยปุ๋ยหมักและกระชายขาวที่เพาะปลูกในพื้นที่ที่ไม่มีการปรุงดินด้วยปุ๋ยหมัก

### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบสันฐานวิทยา เอกลักษณะทางเคมีและสารสำคัญของกระชายขาวที่เพาะปลูกในพื้นที่ที่มีและไม่มีการปรุงดินด้วยปุ๋ยหมัก
2. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและต้านแบคทีเรียของกระชายขาวที่เพาะปลูกในพื้นที่ที่มีและไม่มีการปรุงดินด้วยปุ๋ยหมัก

### วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษานี้เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพและปริมาณ โดยมีการศึกษาและรวบรวมองค์ความรู้ในการเพาะปลูกกระชายขาว และความรู้ในการปลูกพืชให้ได้คุณภาพ จากนั้นจึงได้นำองค์ความรู้ดังกล่าวมาพัฒนาแหล่งเพาะปลูกกระชายขาวโดยเริ่มจากการปรับปรุงสภาพดินด้วยการใช้ปุ๋ยหมัก และทำการเพาะปลูกกระชายขาวในพื้นที่ที่เตรียมไว้ พร้อมทั้งเก็บข้อมูลด้านสันฐานวิทยาและสารสำคัญโดยเปรียบเทียบระหว่างกระชายขาวที่เพาะปลูกในพื้นที่ที่มีการปรุงดินและไม่มีการปรุงดินด้วยปุ๋ยหมัก ตลอดจนการนำกระชายขาวมาสกัดเพื่อตรวจสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและต้านแบคทีเรีย โดยมีรายละเอียดวิธีดำเนินการวิจัยดังนี้

#### 1. การศึกษาสันฐานวิทยาและสารสำคัญของกระชายขาวที่เพาะปลูกในพื้นที่ที่มีและไม่มีการปรุงดินด้วยปุ๋ยหมัก

##### 1.1 การเตรียมพื้นที่และการเพาะปลูกกระชายขาว

การศึกษานี้ได้ใช้พื้นที่แปลงปลูกสมุนไพรของวิทยาลัยการแพทย์พื้นบ้านและการแพทย์ทางเลือก มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย โดยมีการไถพรวนให้ดินเกิดการร่วนซุย พร้อมทั้งกำจัดวัชพืช และทำการแบ่งพื้นที่ดังกล่าวออกเป็น 2 แปลง สำหรับเพาะปลูกกระชายขาวที่ไม่มีการปรุงดินด้วยปุ๋ยหมัก และกระชายขาวที่มีการปรุงดินด้วยปุ๋ยหมัก โดยปุ๋ยหมักที่ใช้ในการศึกษานี้ได้มีการปรับใช้แนวทางการทำปุ๋ยหมักอินทรีย์แบบไม่พลิกกลับกองของวิธีวิศวกรรมแม่โจ้ 1 โดยเลือกใช้วัสดุที่เหลือใช้จากท้องถิ่นที่มีธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของกระชายขาวประกอบด้วยใบไม้แห้ง ปุ๋ยคอก (ขี้วัว) แกลบดิบ (อายุมากกว่า 1 ปี) ในอัตราส่วน

3 : 1 : 1 นำไปไม้แห้งมาเกลี่ยเป็นชั้น ฐานกว้าง 2 เมตร ยาว 5 เมตร สูง 10 เซนติเมตร ใช้ปุ๋ยคอกและแกลบดิบ อย่างละ 30 กิโลกรัม เกลี่ยทับไปไม้ให้เสมอกัน ทำซ้ำ 5 ชั้น รดด้วยน้ำจุลินทรีย์ย่อยสลายเซลลูโลส (EM) ร่วมกับ รดน้ำให้ความชื้นภายนอกทุกวัน และให้น้ำให้ความชื้นภายในทุกๆ 10 วัน จนครบ 60 วัน แล้วนำปุ๋ยอินทรีย์ ดังกล่าวมาตากแดด 2-3 วันจนปุ๋ยหมักแห้ง จากนั้นนำมาผสมกับดินในอัตราส่วนของดิน ปุ๋ยหมัก แกลบดิบ (อายุ มากกว่า 1 ปี) แกลบดำ เท่ากับ 2 : 1 : 2 : 1

สำหรับการปลูกกระชายขาว เริ่มตั้งแต่การคัดเลือกสายพันธุ์โดยใช้สายพันธุ์กระชายขาวป่า จากอำเภอห้างฉัตร จังหวัดลำปาง ซึ่งใช้เหง้าที่เก็บในช่วงที่กระชายขาวแก่จัด ลำต้นแห้งตาย เป็นเหง้าสมบูรณ์ ไม่เป็นโรค มีตาอย่างน้อย 2-3 ตา/ต้น จากนั้นนำเหง้าพันธุ์มาบ่มเพาะในกระบะด้วยแกลบดำ เป็นเวลา 3 สัปดาห์ หลังจากเหง้ากระชายขาวเริ่มงอกแล้ว นำมาจัดแบ่งต้นพันธุ์ จำนวน 2 ชุด ชุดละ 40 ต้น นำต้นกล้า กระชายมาปลูกลงในแปลงทั้ง 2 แปลง แล้วพรางแสงด้วยการคลุมด้วยฟาง โดยจะมีการดูแลรักษาด้วยการรดน้ำ อย่างสม่ำเสมอ สัปดาห์ละ 1-2 ครั้ง ร่วมกับกำจัดวัชพืชที่ขึ้นรอบแปลงเป็นประจำ

## 1.2 การตรวจสอบธาตุอาหารในดิน

นำตัวอย่างดินจากแปลงปลูกทั้ง 2 แปลง ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างดินทั่วแปลงโดยสุ่มเก็บ ตัวอย่างดินจำนวน 21 จุด และมีวิธีการเก็บดินแต่ละจุดโดยการใช้พลั่วขุดดินเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าประมาณ 15 เซนติเมตร หลังจากนั้นเก็บดิน โดยใช้พลั่วแฉะดินข้างหลุม (ด้านเรียบ) ให้ได้ดินเป็นแผ่นหนาประมาณ 2-3 เซนติเมตร จนถึงก้นหลุม ดินที่ได้เก็บรวบรวมใส่ถุง หรือถังพลาสติก คลุกเคล้าดินแต่ละจุดที่เก็บมาให้เข้ากัน จากนั้นทำการตากดินจนดินแห้ง และร่อนด้วยตะแกรงเพื่อคัดก้อนหิน ทรายและเศษพืชอื่นๆ ออก ก่อนนำไป ตรวจสอบวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหาร ได้แก่ ไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่ แลกเปลี่ยนได้ โดยนำดินตัวอย่างหนัก 0.05 กรัม ใส่ Vessel สำหรับการย่อย เติม  $\text{HNO}_3$  ความเข้มข้น 70 เปอร์เซ็นต์ (w/w) ปริมาตร 10 มิลลิลิตร นำไปย่อยด้วยเครื่องย่อยระบบไมโครเวฟ อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส ความดัน 800 PSI Power 900-1050 W เป็นเวลา 55 นาที กรองตัวอย่างด้วย Syringe filter ขนาด 45 ไมโครเมตร แล้วปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่นบริสุทธิ์ จากนั้นนำตัวอย่างดินไปวิเคราะห์ด้วย เครื่อง (ICP-MS) ที่สถานะเครื่อง RF Power 1550W, Sample Depth 10.0 mm, Carrier Gas 0.80 L/min, Nebulizer Pump 0.10 round/second, S/C Temp 2 °C ปริมาณธาตุที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง ICP-MS จะถูกนำไปคำนวณหาปริมาณธาตุจากตัวอย่าง ตามวิธีการของ In-house method based on QuEChERS Method EN 15662:2018

## 1.3 การตรวจสอบสัญญาณวิทยาของกระชายขาว

ระหว่างการเพาะปลูกและการดูแลกระชายขาวในพื้นที่ที่มีและไม่มีการปรุงดินด้วยปุ๋ยหมัก ผู้ศึกษาจะทำการติดตามและเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตของกระชายขาว ได้แก่ ความสูง จำนวนใบ สีของใบ และเมื่อครบ 252 วัน หรือ 36 สัปดาห์ ซึ่งเป็นช่วงที่มีสารสำคัญสูงสุด (คณะกรรมการอาหารและยา, 2544) จึงทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตและทำการเปรียบเทียบขนาดของเหง้าและน้ำหนักของผลผลิตโดยรวม

#### 1.4 การตรวจสอบเอกลักษณ์ทางเคมีและสารสำคัญในกระชายขาว

เมื่อครบ 252 วัน (36 สัปดาห์) คณะผู้วิจัยได้ทำการเก็บตัวอย่างแห้งจากกระชายขาวสดจากแหล่งเพาะปลูกทั้ง 2 แปลง จากนั้นนำกระชายขาวมาล้างให้สะอาด พร้อมทั้งลดขนาดด้วยการหั่น และนำมาอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 16 ชั่วโมง ด้วยตู้อบไฟฟ้า แล้วทำการบดให้ละเอียด บรรจุในภาชนะที่ปิดสนิท ก่อนนำไปตรวจสอบดังนี้

(1) ตรวจสอบเอกลักษณ์ทางเคมีด้วยเทคนิคโครมาโทกราฟีแบบชั้นบาง (Thin layer chromatography; TLC)

นำผงแห้งบดละเอียดของกระชายขาวจำนวน 1 กรัม มาสกัดด้วย 70% Ethanol ปริมาตร 5 มิลลิลิตร และนำมาเขย่าประมาณ 30 นาที ด้วยเครื่องเขย่าสาร (Orbital shaker, Miulab, Taiwan) แล้วแช่ทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้อง เมื่อครบเวลาทำการกรองผ่านกระดาษกรอง (Whatman 93, Cytiva, China) เพื่อแยกสารสกัดออกจากกากที่เหลือ จากนั้นนำสารสกัดปริมาตร 5 ไมโครลิตร มาหยดลงบนแผ่นอลูมิเนียมที่เคลือบด้วย Silica gel (TLC silica gel 60 F254, Merck, Germany) ที่ใช้เป็นวัฏภาคคงที่ แล้วนำไปวางในภาชนะปิด (Developing chamber) ที่เตรียมไว้ โดยใช้ Toluene : Ethyl Acetate : Formic Acid ในอัตราส่วน 5 : 4 : 1 เป็นวัฏภาคเคลื่อนที่ จากนั้นนำแผ่นอลูมิเนียมที่เคลือบด้วย Silica gel ออกจากภาชนะปิด (Developing chamber) ทิ้งไว้ให้แห้ง แล้วนำไปตรวจสอบภายใต้แสงธรรมชาติและภายใต้แสงอัลตราไวโอเล็ต (UV) ที่ความยาวคลื่น 254 และ 366 นาโนเมตร พร้อมทั้งตรวจสอบตำแหน่งและสีของแถบสาร เพื่อวิเคราะห์ผลการทดลอง และหาค่าคงที่อัตราไหล (Rate of flow: R<sub>f</sub>) ซึ่งหาได้จากอัตราส่วนระหว่างระยะทางที่สารเคลื่อนที่กับระยะทางที่ตัวทำละลายเคลื่อนที่

(2) การตรวจหาปริมาณสาร Panduratin A ในกระชายขาว

นำตัวอย่างผงแห้งบดละเอียดของกระชายขาวจากแหล่งปลูก 2 แหล่ง ตรวจวิเคราะห์ปริมาณของสาร Pandurartin A ได้ใช้เทคนิค HPLC ตามวิธีการทดสอบ In house method based on ajcs 7(6) (2013) โดยใช้ Reverse column ขนาด 100 X 4.6 มิลลิเมตร โดยมีเฟสเคลื่อนที่คือ 0.1% Phosphoric acid (A) และ Acetonitrile (B) ใช้ Gradient solvents systems ดังนี้ 0.5 นาที: 80% A, 20% B; 4.5 นาที: 65% A, 35% B; 5.0 นาที: 40% A, 60% B; 8.0 นาที: 100% B ใช้เวลารวม 18 นาที ที่อัตราการไหล 1.5 มิลลิลิตร/นาที โดยสอบปริมาณของสาร Pandurartin A ที่ความยาวคลื่น 285 และ 330 นาโนเมตร เทียบกับสารมาตรฐาน และแสดงค่าในรูปแบบของ กรัม/สารสกัด 100 กรัม

## 2. การตรวจสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและด้านแบคทีเรียของกระชายขาว

### 2.1 การเตรียมสารสกัดกระชายขาว

นำผงแห้งบดละเอียดของกระชายขาวจากแหล่งปลูกทั้ง 2 แหล่ง ตัวอย่างละ 50 กรัม นำมาสกัดด้วย 70% Ethanol ปริมาตร 250 มิลลิลิตร โดยการปั่นทิ้งไว้ข้ามคืน จากนั้นนำสารสกัดมากรองแยกกากด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 แล้วนำมาระเหยเอทานอลออกด้วย Rotary evaporator ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส และจึงนำมาทำให้เป็นผงแห้งด้วยเครื่อง Freeze dryer จะได้สารสกัดกระชายขาว จากนั้นคำนวณหาร้อยละของสารสกัด (%Yield) และนำสารสกัดที่ได้มาตรวจสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและฤทธิ์ด้านแบคทีเรียต่อไป

## 2.2 การทดสอบความสามารถในการกำจัดสารอนุมูลอิสระชนิด DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) ของสารสกัดกระชายขาว

นำสารสกัดกระชายขาวที่ความเข้มข้นต่างๆ จำนวน 20  $\mu\text{L}$  มาทำการผสมกับสารอนุมูลอิสระชนิด DPPH (0.2 mM DPPH) 180  $\mu\text{L}$  ใน 96-well plate ผสมให้เข้ากันและตั้งทิ้งไว้ในที่มืดเป็นเวลา 15 นาที ที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตรโดยใช้เครื่อง ELISA plate reader โดยใช้เมทานอลเป็นสารละลายอ้างอิงของ Control และใช้เมทานอลผสมกับสารสกัดกระชายขาวเป็นสารละลายอ้างอิงของตัวอย่าง การทดสอบจะทำซ้ำทั้งหมด 3 ครั้ง และหาค่าเฉลี่ย พร้อมทั้งหาค่าความสามารถในการกำจัดสารอนุมูลอิสระได้ 50% (50% scavenging inhibition :  $SC_{50}$ ) (จักรกฤษณ์ คณาธิริย์ และคณะ, 2567)

## 2.3 การทดสอบฤทธิ์ต้านแบคทีเรียของสารสกัดกระชายขาว

การทดสอบด้วยวิธี Agar disc diffusion ดัดแปลงจากวิธีของศิวพงษ์ ต้นสุวรรณวงศ์ และคณะ (2567) โดยเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ Mitis Salivialis agar ในจานเพาะเลี้ยง (Petri dish) จากนั้นจุ่มไม้พันสำลีปราศจากเชื้อในหลอดทดลองที่มีเชื้อแบคทีเรีย *Streptococcus mutans* (*S. mutans*) ที่มีปริมาณเชื้อด้วย McFarland No. 0.5 เทียบได้มีปริมาณเชื้อ  $1 \times 10^8$  CFU/mL เกลี่ยให้ทั่วบนผิวอาหารเลี้ยงเชื้อ จากนั้นวางแผ่นกระดาษซับวงกลมปราศจากเชื้อที่มีการหยดสารสกัดกระชายขาวที่ความเข้มข้น 12.5, 25, 50 และ 100 mg/mL ปริมาตร 10 ไมโครลิตร ลงบนจานอาหารเลี้ยงเชื้อ โดยใช้ DMSO เป็นชุดควบคุมเชิงลบ (Negative control) ทำการทดลองแต่ละตัวอย่าง 3 ซ้ำ จากนั้นนำไปบ่มเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส ในสภาวะไร้ออกซิเจน เป็นเวลา 24 ชั่วโมง อ่านผลโดยวัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของบริเวณยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย (Inhibition zone) วัดหน่วยเป็นมิลลิเมตร

## 2.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

ทำการสุ่มตรวจสอบความสูงของพืชจำนวน 5 ต้นต่อแปลง โดยใช้วิธีการสุ่มแบบง่ายโดยการเลือกต้นพืชแบบสุ่มจากทั่วทั้งแปลง เนื่องจากข้อจำกัดของขนาดแปลงปลูก ซึ่งอาจส่งผลต่อความแม่นยำของข้อมูล ทำการสุ่มตรวจสอบความสูงของพืชในแปลงปลูกทั้ง 2 แปลง

การทดลองเชิงปริมาณจะแสดงผลในรูปแบบค่าเฉลี่ย (Mean)  $\pm$  ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และจะพิจารณาความแตกต่างของความสูงเฉลี่ยของพืชระหว่างแปลงทั้งสองที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ( $p < 0.05$ ) โดยใช้การวิเคราะห์ทางสถิติ One-way ANOVA ด้วยโปรแกรม SPSS Statistics

## ผลการวิจัยและอภิปรายผล

การปลูกกระชายขาวให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพจำเป็นต้องปรับปรุงดินให้มีคุณสมบัติที่เหมาะสมและอุดมสมบูรณ์ด้วยแร่ธาตุอาหาร เนื่องจากดินที่ขาดความสมบูรณ์จะส่งผลกระทบต่อเจริญเติบโตและคุณภาพของผลผลิต ดังนั้น การพัฒนาปุ๋ยหมักเพื่อเสริมและเพิ่มเติมแร่ธาตุอาหารในดินเพื่อเพิ่มความสมบูรณ์ของดินและส่งเสริมการปลูกกระชายขาวให้ได้ผลผลิตที่ดี โดยมีผลการศึกษาดังนี้

## 1. การศึกษาเปรียบเทียบสัณฐานวิทยา เอกลักษณะทางเคมีและสารสำคัญของกระชายขาวที่เพาะปลูกในพื้นที่ที่มีและไม่มีการปรุ่ดินด้วยปุ๋ยหมัก

### 1.1 การศึกษาเปรียบเทียบธาตุอาหารในพื้นที่เพาะปลูกกระชายขาว

ธาตุอาหารมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตทุกช่วงอายุของกระชายขาว โดยเฉพาะธาตุอาหารหลัก 3 อย่าง ได้แก่ ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K) ดังนั้นการศึกษานี้จึงได้ทำการเตรียมปุ๋ยหมักที่ประกอบด้วยใบไม้แห้ง : ปุ๋ยคอก (ขี้วัว) : แกลบดิบ (อายุมากกว่า 1 ปี) ในอัตราส่วน 3 : 1 : 1 และนำมาปรุ่ดินเพื่อเพิ่มแร่ธาตุที่จำเป็นสำหรับกระชายขาว โดยผลการทดลองพบว่า ดินไม่ปรุ่ด้วยปุ๋ยหมักจะมีไนโตรเจนทั้งหมด 0.43 g/100g ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 32.96 mg/kg และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 0.0067 % (wt) ส่วนดินที่ปรุ่ด้วยปุ๋ยหมักมีไนโตรเจนทั้งหมด 0.45 g/100g ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 87.13 mg/kg และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 0.068 % (wt) จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าการปรุ่ดินด้วยปุ๋ยหมัก ทำให้มีธาตุอาหารฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เพิ่มขึ้นถึง 2.64 และ 10.15 เท่าตามลำดับ จากการวิเคราะห์พบว่าการที่มีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เพิ่มขึ้นเป็นผลมาจากใบไม้แห้งและปุ๋ยคอกซึ่งเป็นส่วนประกอบในปุ๋ยหมัก มีส่วนช่วยเพิ่มปริมาณอินทรีย์วัตถุและการหมุนเวียนอากาศภายในดิน และการที่มีธาตุอาหารฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมเพิ่มขึ้นส่งผลต่อการพัฒนาระบบรากและการเจริญเติบโตของกระชายขาว อีกทั้งเพิ่มความต้านทานต่อโรคและแมลงด้วย (สมฤทธิ์ เฟื่องจันทร์, 2556) ดังนั้นการศึกษานี้จึงได้ทำการเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตของกระชายขาวเปรียบเทียบระหว่างกระชายขาวที่ที่เพาะปลูกในพื้นที่ที่มีและไม่มีการปรุ่ดินด้วยปุ๋ยหมัก

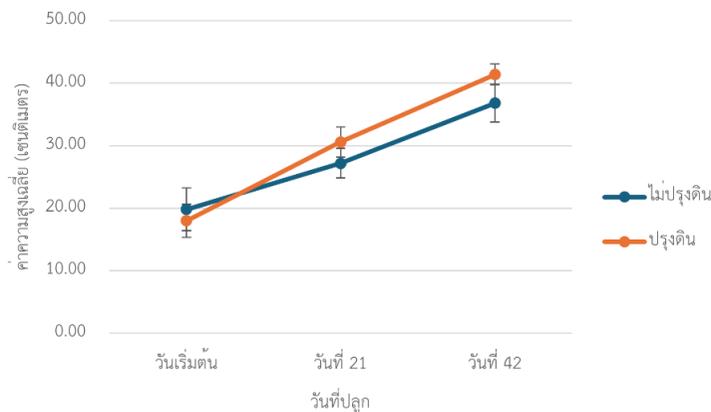
### 1.2 การเปรียบเทียบสัณฐานวิทยาของกระชายขาวที่เพาะปลูกในพื้นที่ที่มีและไม่มีการปรุ่ดินด้วยปุ๋ยหมัก

เมื่อทำการเพาะปลูกกระชายขาวลงในแปลงปลูกที่ดินไม่ผ่านการปรุ่และดินที่ผ่านการปรุ่ด้วยปุ๋ยหมัก แล้วทำการสุ่มตรวจสอบความสูงของพืชจำนวน 5 ต้นต่อแปลง ด้วยใช้วิธีการสุ่มแบบง่าย เพื่อนำมาเปรียบเทียบกัน พบว่า ความสูงของต้นกระชายขาวจากแปลงปลูกที่ดินไม่ผ่านการปรุ่และผ่านการปรุ่ด้วยปุ๋ยหมักเริ่มต้นปลูก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ  $19.80 \pm 3.42$  และ  $18.00 \pm 2.65$  เซนติเมตร ตามลำดับ หลังการปลูก 21 วัน (3 สัปดาห์) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ  $27.20 \pm 2.39$  และ  $30.60 \pm 2.41$  เซนติเมตร ตามลำดับ หลังการปลูก 42 วัน (6 สัปดาห์) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ  $36.80 \pm 3.03$  และ  $41.40 \pm 1.67$  เซนติเมตร ตามลำดับ แสดงดังตารางที่ 1 และภาพที่ 1 สำหรับจำนวนใบของต้นกระชายขาวจากแปลงปลูกที่ดินไม่ผ่านการปรุ่และผ่านการปรุ่ด้วยปุ๋ยหมักก่อนการปลูก มีค่าเฉลี่ยเท่ากันคือ  $1.00 \pm 0.00$  ใบหลังการปลูก 21 วัน (3 สัปดาห์) มีค่าเฉลี่ยเท่ากันคือ  $3.40 \pm 0.55$  ใบ และหลังการปลูก 42 วัน (6 สัปดาห์) มีค่าเฉลี่ยเท่ากันคือ  $5.00 \pm 0.00$  ใบ และน้ำหนักของเหง้ากระชายขาวจากแปลงปลูกที่ดินไม่ผ่านการปรุ่และผ่านการปรุ่ด้วยปุ๋ยหมักมีค่าเท่ากับ  $607.7 \pm 98.60$  และ  $1162.7 \pm 47.80$  กรัม ตามลำดับ ดังแสดงตารางที่ 2 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยความสูงของต้นกระชายขาวจากแปลงปลูกที่ดินผ่านการปรุ่ด้วยปุ๋ยหมักมีค่ามากกว่าแปลงปลูกที่ดินไม่ผ่านการปรุ่ด้วยปุ๋ยหมัก ขณะที่ต้นกระชายขาวจากแปลงปลูกที่ดินไม่ผ่านการปรุ่และผ่านการปรุ่ด้วยปุ๋ยหมักมีค่าเฉลี่ยการเพิ่มของจำนวนใบที่ไม่มีความแตกต่างกันมากนัก แต่จะพบว่าสีของใบมีความแตกต่างกัน กล่าวคือสีของใบต้นกระชายขาวจากแปลงปลูกที่ดินผ่านการปรุ่ด้วยปุ๋ยหมักจะมีสีเขียวเข้มมากกว่าเมื่อเทียบกับต้นกระชายขาวจากแปลงปลูกที่ดินไม่ผ่านการปรุ่ด้วยปุ๋ยหมัก ดังแสดงใน

ภาพที่ 2 (A1, B1) เมื่อปลูกครบ 252 วัน (36 สัปดาห์) ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตของกระชายขาว พบว่า ขนาดของเหง้ากระชายขาวจากแปลงปลูกที่ดินผ่านการปรุงด้วยปุ๋ยหมักจะมีขนาดและปริมาณของเหง้ารวมมากกว่าเมื่อเทียบกับต้นกระชายขาวจากแปลงปลูกที่ดินไม่ผ่านการปรุงด้วยปุ๋ยหมัก ดังแสดงในภาพที่ 1 (A2, B2) โดยธาตุอาหารฟอสฟอรัส เป็นส่วนประกอบของกรดนิวคลีอิก และนิวคลีโอโปรตีน มีบทบาทที่สำคัญเกี่ยวข้องกับการแบ่งเซลล์ การสร้างเซลล์ในพืชส่งผลต่อการเจริญเติบโต การเจริญเติบโตของระบบราก และการสร้างผลผลิตในส่วนของโพแทสเซียมเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของเอนไซม์ที่ช่วยในการสังเคราะห์แสง การสร้างโปรตีน แป้ง ช่วยลำเลียงแป้งและน้ำตาลจากส่วนใบและลำต้นไปสะสมยังราก และส่งเสริมการเจริญเติบโตของราก (สุภัค เหล่าดี (บก.), 2560) ส่งผลให้ผลผลิตกระชายขาวจากแปลงปลูกที่ดินผ่านการปรุงด้วยปุ๋ยหมักจึงมีปริมาณที่มากกว่า สอดคล้องกับการศึกษาของชินกร จิรขจรจริตกุล (2566) ที่พบว่า การให้ธาตุอาหารในรูปปุ๋ยน้ำหมักส่งผลต่ออัตราการเจริญเติบโตของพืช รวมถึงการใส่ปุ๋ยหมักยังช่วยเพิ่มปริมาณและคุณภาพของผลผลิต (เกศกนก วงศ์ขยานันท์ และคมกฤษณ์ แสงเงิน, 2563) แสดงให้เห็นว่าการปรับปรุงสภาพดินให้มีแร่ธาตุหลักสำหรับการเจริญเติบโตนั้นมีผลต่ออัตราการเจริญเติบโตและผลผลิตของกระชายขาว

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความสูงของกระชายขาว

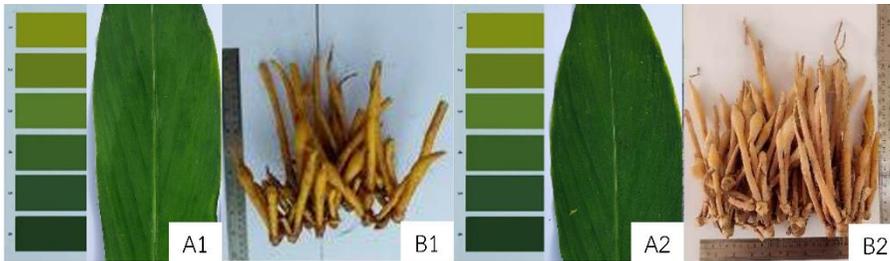
วันที่ (วัน)	แหล่งที่ปลูก	ความสูง (เซนติเมตร)					ค่าเฉลี่ย
		ต้นที่ 1	ต้นที่ 2	ต้นที่ 3	ต้นที่ 4	ต้นที่ 5	
เริ่มต้น	ไม่ปรุงดิน	21	20	23	14	21	19.80±3.42
	ปรุงดินด้วยปุ๋ยหมัก	19	14	17	21	19	18.00±2.65
วันที่ 21	ไม่ปรุงดิน	27	30	26	24	29	27.20±2.39
	ปรุงดินด้วยปุ๋ยหมัก	30	32	28	34	29	30.60±2.41
วันที่ 42	ไม่ปรุงดิน	38	40	38	32	36	36.80±3.03
	ปรุงดินด้วยปุ๋ยหมัก	44	42	41	40	40	41.40±1.67



ภาพที่ 1 กราฟแสดงค่าเฉลี่ยค่าเฉลี่ยความสูงของกระชายขาว

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยน้ำหนักของเหง้ากระชายขาวเมื่อปลูกครบ 252 วัน (36 สัปดาห์)

แหล่งปลูก	น้ำหนักของเหง้าในต้นที่ (กรัม)					เฉลี่ย
	1	2	3	4	5	
ไม่ปรุ่ดิน	703	653	688	585	750	675.80±61.56
ปรุ่ดินด้วยปุ๋ยหมัก	1,164	1,138	1,118	1,194	1,192	1,161.20±33.3



ภาพที่ 2 แสดงสีใบและเหง้าของกระชายขาวจากแปลงเพาะปลูกดินที่ไม่ผ่านการปรุ่ดินและผ่านการปรุ่ดินด้วยปุ๋ยหมัก  
A : แปลงที่ไม่ผ่านการปรุ่ดินด้วยปุ๋ยหมัก B : แปลงที่ผ่านการปรุ่ดินด้วยปุ๋ยหมัก

### 1.3 การตรวจสอบเอกลักษณ์ทางเคมีของกระชายขาว

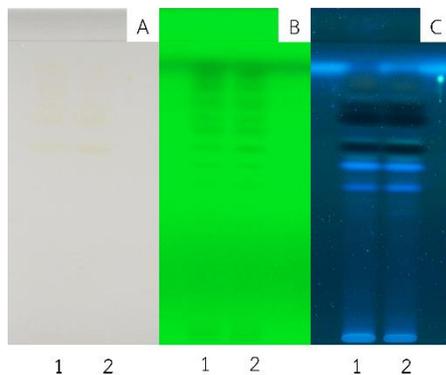
1.3.1 ผลการตรวจสอบเอกลักษณ์ทางเคมีด้วยเทคนิคโครมาโทกราฟีแบบชั้นบาง (Thin layer chromatography; TLC)

การศึกษานี้อาศัยเทคนิคโครมาโทกราฟีแบบชั้นบาง (Thin Layer Chromatography: TLC) เพื่อตรวจสอบสารสำคัญของกระชายขาว โดยเปรียบเทียบสารสกัดจากกระชายขาวแม่พันธุ์และกระชายขาวที่ใช้ปรุ่ยารักษาโรค กับกระชายขาวที่เพาะปลูกในการศึกษาคั้งนี้ สารสกัดจากผงกระชายขาวถูกเตรียมโดยการสกัดด้วย 70% Ethanol จากนั้นนำสารสกัดมาวิเคราะห์โดยใช้ TLC โดยมี Toluene : Ethyl Acetate : Formic Acid (5 : 4 : 1) เป็น Mobile Phase ผลการศึกษาพบว่า หลังจากตรวจสอบเอกลักษณ์ทางเคมีของกระชายขาวภายใต้แสงธรรมชาติ ตรวจพบแถบของสารจำนวน 1 ตำแหน่ง ในทั้ง 2 ตัวอย่าง โดยกระชายขาวที่ไม่ผ่านการปรุ่ดินด้วยปุ๋ยหมัก มีค่า  $R_f$  เท่ากับ 0.64 ส่วนกระชายขาวที่ผ่านการปรุ่ดินด้วยปุ๋ยหมัก ค่า  $R_f$  เท่ากับ 0.63 ในขณะที่การตรวจสอบเอกลักษณ์ทางเคมีของกระชายขาวภายใต้แสง UV ความยาวคลื่น 254 นาโนเมตร จะตรวจพบแถบของสารจำนวน 7 ตำแหน่ง ในทั้ง 2 ตัวอย่าง โดยกระชายขาวที่ไม่ผ่านการปรุ่ดินด้วยปุ๋ยหมัก มีค่า  $R_f$  เท่ากับ 0.52, 0.59, 0.65, 0.71, 0.78, 0.85 และ 0.92 ตามลำดับ ส่วนกระชายขาวผ่านการปรุ่ดินด้วยปุ๋ยหมัก ค่า  $R_f$  เท่ากับ 0.52, 0.59, 0.67, 0.75, 0.79, 0.86 และ 0.91 ตามลำดับ สำหรับการตรวจสอบเอกลักษณ์ทางเคมีของกระชายขาวภายใต้แสง UV ความยาวคลื่น 366 นาโนเมตร จะตรวจพบแถบของสารจำนวน 8 ตำแหน่ง ในทั้ง 2 ตัวอย่าง โดยกระชายขาวที่ไม่ผ่านการปรุ่ดินด้วยปุ๋ยหมัก มีค่า  $R_f$  เท่ากับ 0.43, 0.51, 0.58, 0.65, 0.74, 0.81, 0.86 และ 0.92 ตามลำดับ ขณะที่กระชายขาวผ่านการปรุ่ดินด้วยปุ๋ยหมัก ค่า  $R_f$  เท่ากับ 0.42, 0.52, 0.59, 0.66, 0.76, 0.83, 0.88 และ 0.93 ตามลำดับ ดังแสดงตารางที่ 3 และภาพที่ 3 ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าเอกลักษณ์ทางเคมีของกระชายขาวทั้ง 2 แหล่ง มีองค์ประกอบทางเคมีที่คล้ายกัน แต่อย่างไรก็ตามเมื่อทำการตรวจวัดความ

เข้มของแถบของสารแต่ละแถบ พบว่ากระชายขาวจากแปลงเพาะปลูกดินผ่านการปรุ้งด้วยปุ๋ยหมักตรวจพบค่าความเข้มซึ่งแสดงถึงปริมาณของสารที่มากกว่ากระชายขาวจากแปลงเพาะปลูกดินที่ไม่ผ่านการปรุ้งด้วยปุ๋ย ซึ่งความแตกต่างดังกล่าวอาจจะเป็นผลมาจากปริมาณของแร่ธาตุในดินที่เกิดจากการปรุ้งดินด้วยปุ๋ยหมักที่ส่งผลต่อองค์ประกอบทางเคมีในกระชายขาว สอดคล้องกับการศึกษาของสมหมาย ปะติตั้งโช และศุภกรณ์ ละเอียดอ่อน (2565) พบว่าการปลูกกระชายแดงในวัสดุอินทรีย์มีแนวโน้มของปริมาณสารประกอบฟีนอลิกเพิ่มขึ้น รวมถึงการศึกษาของปิยะมาศ โสมภีร์ และคณะ (2558) พบว่า การบำรุงดินด้วยปุ๋ยเคมีร่วมกับการให้มูลวัวในการปลูกดีปลี สามารถเพิ่มปริมาณของผลผลิตและปริมาณของสารไฟเพอรินเพิ่มสูงขึ้น

**ตารางที่ 3** แสดงผลการตรวจสอบเอกลักษณ์ทางเคมีของการเพาะปลูกกระชายขาวทั้ง 2 แห่ง

Detection	TLC fraction	ค่า R <sub>f</sub> (ความเข้มของแถบสาร)		
		จากแปลงไม่ผ่านการปรุ้ง	จากแปลงผ่านการปรุ้ง	
Normal lighting	1	0.64 (0.00070)	0.63 (0.00136)	
	UV254	1	0.52 (0.00078)	0.52 (0.00146)
		2	0.59 (0.00085)	0.59 (0.00141)
		3	0.65 (0.00088)	0.67 (0.00126)
		4	0.71 (0.00319)	0.75 (0.00540)
		5	0.78 (0.00247)	0.79 (0.00433)
		6	0.85 (0.1117)	0.86 (0.01249)
7	0.92 (0.01254)	0.91 (0.01376)		
UV366	1	0.43 (0.00430)	0.42 (0.00327)	
	2	0.51 (0.00425)	0.52 (0.00440)	
	3	0.58 (0.00442)	0.59 (0.00731)	
	4	0.65 (0.01036)	0.66 (0.01372)	
	5	0.74 (0.00121)	0.76 (0.00218)	
	6	0.81 (0.00107)	0.83 (0.00103)	
	7	0.86 (0.00121)	0.88 (0.00097)	
	8	0.92 (0.00622)	0.93 (0.00890)	



**ภาพที่ 3** TLC chromatogram ของการเพาะปลูกกระชายขาวทั้ง 2 แหล่ง  
 (A) ภายใต้แสงธรรมชาติ (B) ภายใต้แสง UV 254 nm และ (C) ภายใต้แสง UV 366 nm  
 Lane 1: กระชายขาวจากแปลงปลูกดินที่ไม่ผ่านการปรุงด้วยปุ๋ยหมัก  
 Lane 2: กระชายขาวจากแปลงปลูกดินผ่านการปรุงด้วยปุ๋ยหมัก  
 Adsorbent: Silica gel; Solvent system: Toluene : Ethyl Acetate : Formic Acid = 5 : 4 : 1

### 1.3.2 การตรวจหาปริมาณสาร Panduratin A ในกระชายขาว

แพนดูเรทินเอ (Panduratin A) เป็นสารกลุ่มฟลาโวนอยด์ มีการศึกษาแล้วว่าเป็นสารออกฤทธิ์หลักของกระชายขาว และมีการศึกษาฤทธิ์ทางชีวภาพ ได้แก่ ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ต้านการอักเสบ รวมถึงสามารถยับยั้งเชื้อจุลชีพที่ก่อโรคทั้งแบคทีเรีย เชื้อไวรัสและเชื้อรา โดยเฉพาะมีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อไวรัส SARS-CoV-2 ได้ถึงร้อยละ 100 (ดวงแก้ว ปัญญาญ, 2563) ดังนั้นคุณภาพของกระชายขาวในการออกฤทธิ์ทางยา ส่วนหนึ่งสามารถตรวจสอบได้จากการหาปริมาณ Panduratin A โดยผลการทดสอบพบว่ากระชายขาวที่ผ่านการปรุงด้วยปุ๋ยหมักมีปริมาณสาร Panduratin A เท่ากับ 0.71 g/100 g และกระชายขาวที่ปลูกในดินไม่ผ่านการปรุงด้วยปุ๋ยหมัก Panduratin A เท่ากับ 0.58 g/100 g จากการศึกษาแสดงให้เห็นว่าการปลูกกระชายขาวในพื้นที่ดินปรุงมีผลต่อสามารถสำคัญของกระชายขาว เห็นได้จากขนาดของเหง้า และน้ำหนักของผลผลิตที่ได้ภายหลังการเก็บเกี่ยว ซึ่งสัมพันธ์กับปริมาณสาร Panduratin A ที่มากกว่ากระชายขาวที่ปลูกในดินไม่ผ่านการปรุงด้วยปุ๋ยหมัก ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของสมหมาย ปะติตั้งโช และครูปกรณ์ ละเอียดอ่อน, 2565 ที่พบว่ากระชายแดงที่ปลูกในวัสดุอินทรีย์ด้วยดินร่วนปนทราย : มูลไก่ : แกลบ อัตราส่วน 2 : 1 : 1 มีสารประกอบฟีนอลิกเท่ากับ 8,749.00 มิลลิกรัมและมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระเท่ากับ 82.05% ซึ่งสูงกว่าวัสดุอินทรีย์อื่นๆ กล่าวคือ การปลูกกระชายขาวในพื้นที่ปลูกที่มีการปรุงดินส่งผลต่อปริมาณสารสำคัญในกระชายขาว

### 2. ผลการตรวจสอบฤทธิ์ทางชีวภาพของกระชายขาว

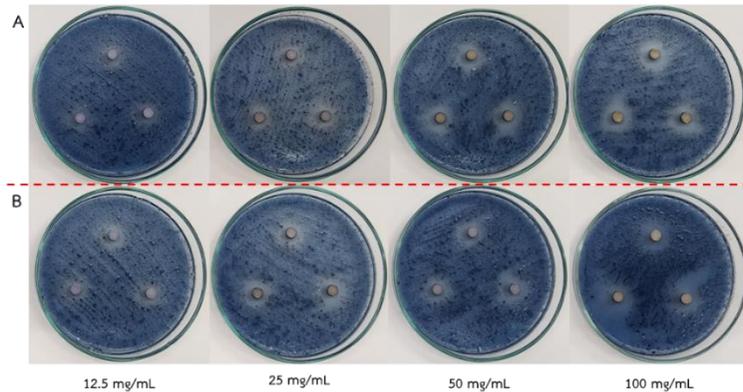
เมื่อนำผงกระชายขาวแห้งจากแหล่งปลูกในดินที่ไม่ผ่านการปรุงและผ่านการปรุงด้วยปุ๋ยหมักมาสกัดด้วย 70% Ethanol และทำให้แห้งด้วยวิธีการระเหยสุญญากาศ (Rotary vacuum evaporator) พบว่ากระชายขาวที่ปลูกในดินที่ไม่ผ่านการปรุงด้วยปุ๋ยหมัก มีร้อยละของผลผลิต (%Yield) เท่ากับ 10.00% และกระชายขาวที่ปลูกในดินที่ผ่านการปรุงด้วยปุ๋ยหมัก มีร้อยละของผลผลิต (%Yield) เท่ากับ 9.60% จากนั้นนำสารสกัดทั้ง 2 ตัวอย่างมาตรวจสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและฤทธิ์ต้านแบคทีเรีย โดยมีผลการศึกษาดังนี้

## 2.1 การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดกระชายขาว

อนุมูลอิสระ (Free Radicals) เป็นสิ่งที่เกิดขึ้นในร่างกายเป็นปกติ และร่างกายจะมีการกำจัดอนุมูลอิสระออกไปผ่านทางเอนไซม์ และสารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidants) ทำหน้าที่ป้องกันไม่เกิดผลกระทบต่อสุขภาพ จากการศึกษาฤทธิ์ของสารสกัดกระชายขาวที่ปลูกในดินที่ไม่ผ่านการปรุงและผ่านการปรุงด้วยปุ๋ยหมักต่อต้านอนุมูลอิสระ ด้วยวิธี DPPH ผลการทดลองพบว่า ค่า  $SC_{50}$  ของสารสกัดกระชายขาวที่ปลูกในดินที่ไม่ปรุงมีค่าเท่ากับ  $316.36 \pm 1.50$  และสารสกัดกระชายขาวที่ปลูกในดินที่ปรุงมีค่าเท่ากับ  $294.62 \pm 1.53$  โดยค่า  $SC_{50}$  ที่ต่ำกว่าแสดงถึงความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระที่สูงกว่า ดังนั้น กระชายขาวที่ปลูกในดินที่ปรุงด้วยปุ๋ยหมักมีประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระดีกว่า สอดคล้องกับปริมาณสารสำคัญ Panduratin A ที่พบในกระชายขาวที่เพาะในดินปรุงด้วยปุ๋ยหมักมากกว่า ซึ่งผลการศึกษาเป็นไปในทิศทางเดียวกับการศึกษาของสุวดี โพธิ์วิจิตร และคณะ, (2562) ที่พบว่าฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากลำต้นสะค้านและสารสกัดจากก้านและเมล็ดมะแขว่น ซึ่งมีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณรวมฟีนอลิกและฟลาโวนอยด์ที่เพิ่มขึ้น

## 2.2 การทดสอบฤทธิ์ต้านแบคทีเรียของสารสกัดกระชายขาว

*Streptococcus mutans* (*S. mutans*) เป็นแบคทีเรียแกรมบวกที่พบได้ในช่องปาก รวมถึงสารคัดหลั่งที่เกิดขึ้นภายในช่องปากเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดโรคเหงือกอักเสบและฟันผุ จากการศึกษาฤทธิ์ของสารสกัดกระชายขาวที่ปลูกในดินที่ไม่ผ่านการปรุงด้วยปุ๋ยหมักและดินที่ผ่านการปรุงด้วยปุ๋ยหมักต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรีย *S. mutans* ที่ความเข้มข้น 12.5, 25, 50 และ 100 mg/mL ระยะเวลา 24 ชั่วโมง โดยวิธี Agar disc diffusion จำนวน 3 ครั้ง พบว่าสารสกัดจากกระชายขาวที่ปลูกในดินที่ไม่ผ่านการปรุงด้วยการหมักปุ๋ยหมักและสารสกัดจากกระชายขาวที่ปลูกในดินที่ผ่านการหมักด้วยปุ๋ยหมัก สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *S. mutans* ที่ความเข้มข้น 12.5, 25, 50 และ 100 mg/mL ซึ่งสารสกัดกระชายขาวทั้ง 2 แหล่งปลูก เมื่อมีความเข้มข้นเพิ่มขึ้นความสามารถในการยับยั้งการเจริญของเชื้อ *S. mutans* ได้มากขึ้นตามลำดับสังเกตจากการเกิดวงที่ยับยั้งการเจริญของเชื้อ (Inhibition zone) และการวัดเส้นผ่าศูนย์กลางของวงที่ยับยั้งเชื้อที่เกิดขึ้น และเมื่อเปรียบเทียบการยับยั้งการเจริญของเชื้อ *S. mutans* ของสารสกัดกระชายขาวทั้ง 2 แหล่งปลูกในแต่ละความเข้มข้น พบว่าสารสกัดจากกระชายขาวที่ปลูกในดินที่ไม่ผ่านการปรุงด้วยการหมักปุ๋ยที่ความเข้มข้น 25, 50 และ 100 mg/mL มีขนาดวงที่ยับยั้งการเจริญของเชื้อ *S. mutans* มากกว่าสารสกัดจากกระชายขาวที่ปลูกในดินที่ผ่านการหมักด้วยปุ๋ยหมัก ซึ่งที่ความเข้มข้น 25 mg/mL มีความแตกต่างของวงที่ยับยั้งการเจริญของเชื้อ *S. mutans* อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 ดังแสดงในภาพที่ 4 และตารางที่ 4 ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษา Atun, Handayani, & Rakhmawati (2018) ที่พบว่าสารสกัด Ethanol จากกระชายขาวสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *S. mutans* โดยวิธี Agar disc diffusion ได้วงกว้างสุดที่ความเข้มข้น 50  $\mu\text{g/mL}$  จากความเข้มข้นทั้งหมดที่ได้ทำการทดสอบคือ 0.5-500  $\mu\text{g/mL}$  ทำให้ความเข้มข้นของสารสกัดที่มากกว่าไม่จำเป็นที่จะต้องมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรียได้ดีกว่า เนื่องจากในสารสกัดเอทานอลจากกระชายขาวนอกจากจะพบสาร Panduratin A แล้วยังสามารถพบสารฟลาโวนอยด์ชนิดอื่นในกระชายขาวได้ เช่น 2',4'-dihydroxy-6-methoxychalcone, 5-hydroxy-7-methoxyflavanone และ 5,7-dihydroxyflavanone เป็นต้น ซึ่งสารเหล่านี้มีการศึกษาก่อนหน้าที่มีฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียที่มีกลไกแตกต่างออกไป เช่น การยับยั้งการสร้างผนังเซลล์ของเชื้อ การทำลายการนำพาสารเข้าหรือออกของเซลล์เมมเบรน หรือการทำให้เกิดการทำลายเซลล์ของเชื้อ เป็นต้น



ภาพที่ 4 แสดงผลการทดสอบฤทธิ์ของสารสกัดกระชายขาวต่อ การยับยั้งการเจริญของเชื้อ *S. mutans* ที่ความเข้มข้น 12.5, 25, 50 และ 100 mg/mL (A) ดินที่ไม่ผ่านการปรุงด้วยปุ๋ยหมัก (B) ดินที่ผ่านการปรุงด้วยปุ๋ยหมัก

ตารางที่ 4 แสดงผลการทดสอบฤทธิ์ของสารสกัดกระชายขาวในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อ *S. mutans*

ความเข้มข้นของสารสกัดกระชายขาว (มก./มล.)	ขนาดของวงที่ยับยั้งการเจริญของเชื้อ <i>S. mutans</i>	
	ค่าเฉลี่ย $\pm$ SD (เซนติเมตร)	
	กระชายขาวที่ปลูกในดินที่ไม่ผ่านการปรุงด้วยปุ๋ยหมัก	กระชายขาวที่ปลูกในดินที่ผ่านการปรุงด้วยปุ๋ยหมัก
12.5	10.78 $\pm$ 0.67	10.78 $\pm$ 0.67
25	15.56 $\pm$ 1.42	13.00 $\pm$ 0.71*
50	16.89 $\pm$ 2.09	16.44 $\pm$ 1.51
100	19.11 $\pm$ 1.83	17.78 $\pm$ 1.09

\*  $P$  value < 0.05 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

## สรุป

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบสัณฐานวิทยาและการออกฤทธิ์ทางชีวภาพของกระชายขาวที่ปลูกในดินที่ผ่านการปรุงด้วยปุ๋ยหมักและดินที่ไม่ผ่านการปรุงด้วยปุ๋ยหมัก ผลการวิจัยพบว่าด้านสัณฐานวิทยาของกระชายขาว ได้แก่ ความสูงเฉลี่ย สีของใบ ขนาดและปริมาณของเหง้ากระชายขาวที่ปลูกในดินที่ผ่านการปรุงด้วยปุ๋ยหมักมีค่ามากกว่ากระชายขาวที่ปลูกในดินที่ไม่ผ่านการปรุงด้วยปุ๋ยหมัก และการตรวจสอบเอกลักษณ์ทางเคมีด้วยเทคนิค TLC ของกระชายขาวจากทั้ง 2 แหล่งปลูก พบว่ามีสารสำคัญที่เหมือนกัน แต่ความเข้มข้นของสารในกระชายขาวจากดินที่ผ่านการปรุงด้วยปุ๋ยหมักมีสีเข้มกว่า ในด้านฤทธิ์ทางชีวภาพ พบว่ากระชายขาวที่ปลูกในดินที่ผ่านการปรุงมีค่า  $SC_{50}$  ที่ต่ำกว่ากระชายขาวที่ปลูกในดินที่ไม่ผ่านการปรุงด้วยปุ๋ยหมัก แสดงถึงประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระที่สูงกว่า อีกทั้งสารสกัดจากกระชายขาวทั้ง 2 แหล่งยังมีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อ *S. mutans* เหมือนกัน โดยจะมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นของสารสกัด

จากการศึกษาในครั้งนี้สามารถสรุปได้ว่าการปลูกกระชายขาวในดินที่ผ่านการปรุงด้วยปุ๋ยหมักมีผลดีต่อการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพทางชีวภาพของกระชายขาวมากกว่าการปลูกในดินที่ไม่ผ่านการปรุงด้วยปุ๋ยหมัก

### ข้อเสนอแนะ

1. ควรศึกษาในขนาดพื้นที่และจำนวนของกระชายขาวที่มากขึ้น เพื่อทราบถึงปริมาณของผลผลิตที่ได้ รวมถึงความคุ้มค่าในการเพาะปลูกกระชายขาวที่มีคุณภาพทางยาและปลอดภัยรับประทาน
2. ควรศึกษาปรับปรุงและพัฒนาสูตรการปรุงดินให้หลากหลาย เพื่อให้สามารถปรับใช้กับพื้นที่ปลูกที่หลากหลาย
3. ควรศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของกระชายขาวเพิ่มเติม ที่อาจจะมีผลต่อปริมาณสาร Panduratin A ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ รวมทั้งฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรีย

### กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณวิทยาลัยการแพทย์พื้นบ้านและการแพทย์ทางเลือก มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย ที่ให้การสนับสนุนทุนวิจัย อุปกรณ์และสถานที่ในการทำวิจัยในครั้งนี้

### เอกสารอ้างอิง

- กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร. (2566). **การประเมินสมบัติของดินในพื้นที่ปลูกกระชาย**. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการเกษตร
- เกศกนก วงศ์ขยานันท์, และคมกฤษณ์ แสงเงิน. (2563). ผลของปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของมะเขือเทศเชอร์รี่. **วารสารวิจัยและพัฒนา วไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**, 15(1), 115-123.
- คณะกรรมการอาหารและยา. (2544). การควบคุมคุณภาพและการตรวจสอบมาตรฐานวัตถุพิษสมุนไพรในการผลิตยาสมุนไพร. **วารสารเกษตรธรรมชาติ**, 10(2544), 31-35.
- คณะกรรมการจัดทำตำราอ้างอิงยาสมุนไพร ในคณะกรรมการคุ้มครองและส่งเสริมภูมิปัญญาการแพทย์แผนไทย. (2558). **ตำราอ้างอิงยาสมุนไพร เล่ม 2 เฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี เนื่องในโอกาสสมหามงคลเฉลิมพระชนมายุ 60 พรรษา**. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: อมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด (มหาชน).
- จักรกฤษณ์ คณารีย์, วณิชชา ปันฟ้า, พรพรรณ มณีวรรณ, ศราวุฒิ ทับช่วยขวา, และทวีศักดิ์ หลีแก้วสาย. (2567). การพัฒนาเครื่องฉายรังสี UV-C ในคลินิกแพทย์แผนไทยสำหรับลดการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ในวัตถุพิษสมุนไพรที่ใช้ทำยาการศึกษา ขมิ้นชัน. **วารสารอนามัยสิ่งแวดล้อม และสุขภาพชุมชน**, 9(1), 46-57.
- ชินกร จิรขจรจิตกุล. (2566). ประสิทธิภาพของปุ๋ยน้ำหมักจากมูลวัวและมูลแพะต่อการเจริญเติบโตและผลผลิต. **วารสารวิจัยและพัฒนา วไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**, 18(2), 107-119.

- ดวงแก้ว ปัญญาภู. (2563). กระจายชาวกักตักยภาพการพัฒนาเป็นยาด้านไวรัสต่อโควิด-19. **จุดสารการแพทย์แผนไทย กรมการแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือก**, 3(7), 3.
- ธีระพงษ์ สว่างปัญญางกูร. (2558). การผลิตปุ๋ยอินทรีย์ปริมาณมากแบบไม่พลิกกลับกอง วิถีวิศวกรรมแม่โจ้ 1. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยแม่โจ้.
- ปิยะมาศ โสมเกียรติ, สานิต สุขสวัสดิ์, และมะลิวัลย์ แซ่อู๋. (2558). ผลของอัตราปุ๋ยเคมีและมูลวัวต่อผลผลิตและสารไฟฟอรินในดีปลี. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 53. วันที่ 3-6 กุมภาพันธ์ 2558 (หน้า 33-40). กรุงเทพมหานคร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- มณฑา ลิ้มปิยประพันธ์. (2554). การผลิตพืชสมุนไพร. กรุงเทพฯ: บริษัทวีพรีนท์ (1991) จำกัด.
- ราชันย์ ภูมา. (2559). สารานุกรมพืชในประเทศไทย (ฉบับย่อ) เฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชราชมหารี ทรงเจริญพระชนมายุ 60 พรรษา. กรุงเทพมหานคร: สำนักงานหอพรรณไม้ สำนักวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้และพันธุ์พืช กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.
- ศิวพงษ์ ต้นสุวรรณวงศ์, ศิริพิภตร จันทรสังสา, และนวรรตน์ วิริยะเชษม. (2567). ฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย *STAPHYLOCOCCUS AUREUS* และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดพืชสมุนไพร. **Life Sciences and Environment Journal 2024**, 25(1), 87-99.
- สมหมาย ปะติตั้งโช และศุภปรกรณ์ ละเอียดอ่อน. (2565). ผลของวัสดุอินทรีย์ต่อการเจริญเติบโต ปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมดและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของกระชายแดง. **วารสารวิจัย**, 15(1), 1-11.
- สัมฤทธิ์ เพื่องจันทร์. (2556). **หลักวิชาพืชสวน**. พิมพ์ครั้งที่ 2. ขอนแก่น: หจก.โรงพิมพ์คลังนานาวิทยา.
- สุภัก เหล่าดี(ผู้รวบรวม). (2560). ธาตุอาหารหลักในมันสำปะหลัง. **วารสารเพื่อนแท้เกษตรกรไทย**, 14 (3), 8-11.
- สุรเชษฐ์ วัฒนพนพันธ์, แคนวิชัย สายรักษา, และรังสรรค์ สิงห์เลิศ. (2565). การศึกษาวิธีการทำไร่กระชายขาว เพื่อส่งเสริมเศรษฐกิจชุมชนของเกษตรกร อำเภอท่ามะกา จังหวัดกาญจนบุรี. **วารสารสหวิทยาการวิจัยและวิชาการ**, 2(5), 499-512.
- สุวดี โพธิ์วิจิตร, ปิยานี รัตนชานอง, อุดมลักษณ์ มาตย์สถิต, และวีระศักดิ์ อัครวงศ์อารยะ. (2562). ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและการวิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิกและฟลาโวนอยด์ของสารสกัดจากสมุนไพรไทยพื้นบ้านสะค่านและมะแขว่นในเขตท้องถื่นภาคเหนือ. **วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี**, 18(1), 25-39.
- อุบล มณีกุล และ กมลภัค สำราญจิตร. (2541). ตำราแพทย์แผนโบราณทั่วไป สาขาเภสัชกรรม. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์แห่งประเทศไทย.
- Atun, S., Handayani, S., Rakhmawati, A. (2018). Potential Bioactive Compounds Isolated from *Boesenbergia rotunda* as Antioxidant and Antimicrobial Agents. **Pharmacognosy Journal**, 10(3), 513-518.

## การประเมินศักยภาพภูมิปัญญาท้องถิ่นในการออกแบบภูมิทัศน์เชิงนิเวศเพื่อเสริมระบบนิเวศเกษตรกรรม ของชุมชนแอ่งที่ราบเมืองคอง อำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่

อัมพิกา อ่าลอย<sup>1\*</sup>

Received : February 24, 2025

Revised : December 13, 2025

Accepted : December 18, 2025

### บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินศักยภาพของภูมิปัญญาท้องถิ่นในการออกแบบภูมิทัศน์เชิงนิเวศ เพื่อเสริมความยืดหยุ่นของระบบนิเวศเกษตรกรรมในชุมชนแอ่งที่ราบเมืองคอง อำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ โดยพิจารณาใน 3 ด้าน ได้แก่ การจัดการทรัพยากรธรรมชาติ (น้ำ ดิน ป่าไม้) ผลกระทบทางเศรษฐกิจและสังคม และแนวทางการพัฒนาและต่อยอดภูมิปัญญาท้องถิ่น การวิจัยใช้ระเบียบวิธีเชิงคุณภาพ โดยเก็บข้อมูลระหว่างเดือนกันยายน - ธันวาคม พ.ศ. 2567 ผ่านการสัมภาษณ์เชิงลึกและการสำรวจภาคสนาม กลุ่มตัวอย่างประกอบด้วย ผู้นำชุมชน 6 คน และประชาชน 30 คน รวม 36 คน คัดเลือกโดยวิธีสุ่มเฉพาะเจาะจงและแบบโควตา เครื่องมือวิจัย ได้แก่ แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง แบบสำรวจข้อมูลเชิงพื้นที่ และแบบประเมินศักยภาพ ผลการวิจัยพบว่า 1) ด้านการจัดการทรัพยากรธรรมชาติ ชุมชนมีศักยภาพสูงในการจัดการน้ำและป่าไม้ ผ่านการใช้ระบบเหมืองฝายและการอนุรักษ์ป่าชุมชน แต่การจัดการดินยังอยู่ในระดับปานกลาง เนื่องจากผลกระทบจากสารเคมีตกค้าง 2) ด้านผลกระทบทางเศรษฐกิจและสังคม ชุมชนมีศักยภาพโดยรวมอยู่ในระดับปานกลาง แม้ว่าการพึ่งพาทรัพยากรธรรมชาติช่วยเสริมความมั่นคงทางอาหาร แต่รายได้จากเกษตรกรรมและผลิตภัณฑ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นยังไม่มั่นคง ขาดช่องทางตลาดที่มีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตาม การมีส่วนร่วมของชุมชนในการจัดการทรัพยากรยังอยู่ในระดับสูง แต่การถ่ายทอดองค์ความรู้สู่คนรุ่นใหม่มีแนวโน้มลดลง เนื่องจากเยาวชนหันไปสู่อุตสาหกรรมภาคเกษตรกรรมมากขึ้น และ 3) ด้านแนวทางการพัฒนาและต่อยอดภูมิปัญญาท้องถิ่น พบว่ายังเผชิญข้อจำกัดด้านงบประมาณและเทคโนโลยี ชุมชนมีศักยภาพโดยรวมอยู่ในระดับปานกลางถึงสูง มีความเข้มแข็งในการอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นและสามารถบูรณาการองค์ความรู้ดั้งเดิมเข้ากับแนวคิดสมัยใหม่ในการออกแบบภูมิทัศน์เชิงนิเวศ อย่างไรก็ตาม ยังคงเผชิญข้อจำกัดด้านงบประมาณ เทคโนโลยี และการสนับสนุนเชิงนโยบาย ซึ่งจำเป็นต่อการพัฒนาในระยะยาว

**คำสำคัญ:** การจัดการทรัพยากรธรรมชาติ ชุมชนแอ่งที่ราบเมืองคอง ภูมิทัศน์เชิงนิเวศ ภูมิปัญญาท้องถิ่น ระบบนิเวศเกษตรกรรม

<sup>1</sup> หลักสูตรภูมิสถาปัตยกรรมศาสตรบัณฑิต คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

อีเมล: [aumpika.amloy@cmu.ac.th](mailto:aumpika.amloy@cmu.ac.th)

\* ผู้นิพนธ์หลัก อีเมล: [aumpika.amloy@cmu.ac.th](mailto:aumpika.amloy@cmu.ac.th)

ASSESSMENT OF LOCAL WISDOM POTENTIAL IN ECOLOGICAL LANDSCAPE DESIGN FOR  
ENHANCING THE AGRO-ECOSYSTEM OF MUANG KHONG BASIN COMMUNITY,  
CHIANG DAO DISTRICT, CHIANG MAI PROVINCE

Aumpika Amloy<sup>1\*</sup>

**Abstract**

This research aimed to assess the potential of local wisdom in ecological landscape design to enhance agro-ecosystem resilience in the Muang Khong Basin community, Chiang Dao District, Chiang Mai Province. The study examined three key dimensions: (1) natural resource management (water, soil, and forests), (2) economic and social impacts, and (3) development strategies and advancement of local wisdom. A qualitative research methodology was employed, with data collected between September and December 2024 through in-depth interviews and field surveys. The sample comprised 36 participants, including six community leaders and 30 residents, selected using purposive and quota sampling methods. Research instruments included semi-structured interview guides, spatial data survey forms, and a potential assessment framework.

The findings revealed that: (1) In natural resource management, the community demonstrated high potential in water and forest management through traditional irrigation systems (Muang Fai) and community forest conservation. However, soil management remained at a moderate level due to residual chemical contamination. (2) Regarding economic and social impacts, the community's overall potential was moderate. While reliance on natural resources enhanced food security, agricultural income and revenue from local wisdom-based products remained unstable due to inefficient market channels. Nevertheless, community participation in resource management remained high, although knowledge transfer to younger generations showed a declining trend as youth increasingly pursued non-agricultural careers. (3) In terms of development strategies and advancement of local wisdom, the community faced limitations in budget and technology. Overall potential ranged from moderate to high, with strength in preserving local wisdom and successfully integrating traditional knowledge with modern

---

<sup>1</sup> Bachelor of Landscape Architecture Program Faculty of Architecture, Chiang Mai University,  
email: aumpika.amloy@cmu.ac.th

\* Corresponding author, e-mail: aumpika.amloy@cmu.ac.th

ecological landscape design concepts. However, the community continued to face constraints in budget allocation, technology access, and policy support, which are essential for long-term development.

**Keywords:** Natural resource management, Muang Khong Lowland Community, Ecological landscape, Local wisdom, Agro-Ecosystem

## บทนำ

ภูมิปัญญาท้องถิ่นเป็นองค์ความรู้ที่พัฒนาขึ้นจากประสบการณ์ของชุมชนในการอยู่ร่วมกับธรรมชาติอย่างกลมกลืน ผ่านกระบวนการปรับตัวให้สอดคล้องกับบริบททางสังคม วัฒนธรรม และสิ่งแวดล้อมในแต่ละพื้นที่ เพื่อให้เกิดการบริหารจัดการทรัพยากรธรรมชาติอย่างสมดุลและยั่งยืน (อุทิศ ทาทอม และคณะ, 2558) ชุมชนแอ่งที่ราบเมืองคอง อำเภอลำปาง จังหวัดเชียงใหม่ เป็นตัวอย่างของพื้นที่ที่ยังคงดำรงวิถีชีวิตที่พึ่งพิงทรัพยากรธรรมชาติอย่างใกล้ชิด โดยใช้ภูมิปัญญาท้องถิ่นในการจัดการน้ำ ดิน และป่าไม้ ควบคู่กับระบบนิเวศเกษตรกรรมที่หลากหลายและมีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกันเป็นองค์รวม ซึ่งแสดงให้เห็นลักษณะของภูมิทัศน์เชิงนิเวศที่เกิดจากการจัดการพื้นที่ของมนุษย์ร่วมกับธรรมชาติอย่างเป็นพลวัต

อย่างไรก็ตาม แนวทางการจัดการทรัพยากรดังกล่าวกำลังเผชิญความท้าทายจากปัจจัยภายนอก เช่น การขยายตัวของอุตสาหกรรมท่องเที่ยว (อัมพิกา อ่าลอย และคณะ, 2566) การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างประชากรที่ส่งผลกระทบต่อองค์ความรู้ (วิลาศ เทพทา และคณะ, 2561) รวมถึงความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศที่กระทบต่อความมั่นคงของระบบนิเวศเกษตรกรรม (ดารารัตน์ ธาตุรักษ์ และคณะ, 2563) จึงมีความจำเป็นเร่งด่วนที่จะต้องทำความเข้าใจและประเมินศักยภาพของภูมิปัญญาท้องถิ่นในบริบทที่เปลี่ยนแปลงเพื่อหาวิธีรักษาและต่อยอดให้สอดคล้องกับการพัฒนาที่ยั่งยืน

แนวคิด “ภูมิทัศน์นิเวศวิทยา” (Landscape Ecology) มีความสำคัญกับความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบทางกายภาพ สิ่งมีชีวิต และกิจกรรมของมนุษย์ภายในภูมิทัศน์เดียวกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในพื้นที่เกษตรกรรมที่ต้องพึ่งพาระบบนิเวศธรรมชาติ แนวคิดนี้สามารถนำมาใช้เป็นกรอบในการประเมินและออกแบบภูมิทัศน์เชิงนิเวศที่เหมาะสมกับวิถีชุมชน เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการปรับตัวของระบบนิเวศเกษตรกรรม (Forman, 1995) งานวิจัยของ อรรถมล นิละนนท์ และคณะ (2566) ชี้ให้เห็นว่า โครงสร้างภูมิประเทศและรูปแบบการใช้ที่ดินในระดับพื้นที่มีผลโดยตรงต่อการจัดการทรัพยากร ขณะที่ Yang et al. (2024) ยืนยันว่าการจัดการที่ดินและน้ำตามแนวทางระบบนิเวศสามารถช่วยให้ชุมชนปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อมได้อย่างยั่งยืน

แม้ว่าจะมีงานวิจัยจำนวนมากที่ศึกษาเกี่ยวกับการจัดการทรัพยากรธรรมชาติในภาคเหนือของไทย เช่น การจัดการป่าชุมชนเพื่อความยั่งยืนโดยใช้จารีตประเพณีและการมีส่วนร่วมของชุมชน (เดือนนภา ภูทอง, 2561) การจัดการน้ำเชิงบูรณาการบนฐานภูมิปัญญาท้องถิ่น (พนิต ใหม่ประสิทธิ์กุล และคณะ, 2559) หรือการจัดการป่ากันชนโดยชุมชนเพื่อการอนุรักษ์ (ยุชิตา กันหาหมิง และคณะ, 2566) แต่ยังคงขาดงานวิจัยที่เชื่อมโยงมิติ

เชิงภูมิทัศน์กับผลกระทบทางเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นกับชุมชนแอ่งที่ราบเมืองคองภายใต้บริบทการเปลี่ยนแปลงในปัจจุบัน

บทความวิจัยนี้จึงมุ่งศึกษาศักยภาพของภูมิปัญญาท้องถิ่นในการออกแบบภูมิทัศน์เชิงนิเวศ เพื่อเสริมความยืดหยุ่นของระบบนิเวศเกษตรกรรม โดยพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบต่าง ๆ เช่น ลักษณะภูมิประเทศ ลำดับชั้นของพื้นที่เพาะปลูก แหล่งน้ำธรรมชาติ ระบบเหมืองฝาย ป่าชุมชน และพื้นที่พักอาศัย ซึ่งล้วนมีบทบาทเชื่อมโยงกันในการใช้พื้นที่และการใช้งานจริงของชุมชน การศึกษานี้ยังมุ่งวิเคราะห์ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงด้านเศรษฐกิจและสังคม ตลอดจนแนวทางการพัฒนาและต่อยอดภูมิปัญญาเพื่อให้การจัดการภูมิทัศน์สามารถปรับตัวได้ต่อการเปลี่ยนแปลงในระยะยาว ผลลัพธ์ของการวิจัยคาดว่าจะมีส่วนสนับสนุนเชิงนโยบายและเป็นต้นแบบสำหรับการออกแบบระบบนิเวศเกษตรกรรมอย่างยั่งยืนในบริบทชุมชนอื่น ๆ

### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อประเมินศักยภาพของภูมิปัญญาท้องถิ่นในการออกแบบภูมิทัศน์เชิงนิเวศที่ส่งเสริมความยืดหยุ่นของระบบนิเวศเกษตรกรรมในชุมชนแอ่งที่ราบเมืองคอง อำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่

### วิธีดำเนินการวิจัย

#### ประเภทของงานวิจัย

บทความวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative Research) ที่มุ่งเน้นการศึกษาหลักการและแนวทางการออกแบบภูมิทัศน์เชิงนิเวศ เพื่อเสริมความยืดหยุ่นของระบบนิเวศเกษตรกรรม ผ่านการบูรณาการภูมิปัญญาท้องถิ่นในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติของ ชุมชนในแอ่งที่ราบเมืองคอง อำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ โดยพิจารณาใน 3 ด้าน ได้แก่ การจัดการทรัพยากรธรรมชาติ ผลกระทบทางเศรษฐกิจและสังคม และแนวทางการพัฒนาและต่อยอดภูมิปัญญาท้องถิ่นในการออกแบบภูมิทัศน์ การวิจัยดำเนินการระหว่างวันที่ 11 กันยายน พ.ศ. 2567 - 11 ธันวาคม พ.ศ. 2567 โดยครอบคลุมการเก็บข้อมูลภาคสนาม การสัมภาษณ์ และการวิเคราะห์ข้อมูล

#### จริยธรรมการวิจัยในคน

บทความวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการภูมิสถาปัตยกรรมเพื่อความยั่งยืน: การศึกษาภูมิปัญญาท้องถิ่นในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและการเกษตรเพื่อรับมือกับภัยพิบัติทางธรรมชาติและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในชุมชนเกษตรกรรมแอ่งที่ราบเมืองคอง อำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ โดยได้รับการรับรองจริยธรรมการวิจัยในคนจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เลขที่ COA No. 136/67 และ CMUREC No. 67/189 เมื่อวันที่ 18 กรกฎาคม พ.ศ. 2567 มีอายุถึงวันที่ 17 กรกฎาคม พ.ศ. 2568

### ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างประกอบด้วย 36 คน จาก 6 หมู่บ้าน ในชุมชนแอ่งที่ราบเมืองคอง โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่มหลัก ได้แก่

1) กลุ่มผู้นำชุมชน 6 คน กำหนดหมู่บ้านละ 1 คน คัดเลือกโดยวิธีสุ่มเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling) เพื่อให้ได้ผู้ที่มีบทบาทสำคัญในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและภูมิทัศน์เกษตรกรรม

2) กลุ่มประชาชนในชุมชน 30 คน กำหนดหมู่บ้านละ 5 คน คัดเลือกโดยวิธีเลือกตัวอย่างแบบโควตา (Quota Sampling) เพื่อให้ครอบคลุมเกษตรกรและผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการน้ำ ดิน และป่าไม้

### เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและการเก็บรวบรวมข้อมูล

แบ่งเป็น 3 กลุ่มหลัก ได้แก่

1) แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง เพื่อเก็บข้อมูลด้านการจัดการทรัพยากรธรรมชาติ ผลกระทบทางเศรษฐกิจและสังคม และการมีส่วนร่วมของชุมชน

2) แบบสำรวจข้อมูลเชิงพื้นที่ เพื่อศึกษาการใช้ประโยชน์ที่ดิน ระบบเหมืองฝาย และการเปลี่ยนแปลงภูมิทัศน์

3) แบบประเมินศักยภาพ เพื่อวิเคราะห์ขีดความสามารถของภูมิปัญญาท้องถิ่นในการเสริมระบบนิเวศเกษตรกรรม โดยใช้มาตรวัดระดับศักยภาพ เครื่องมือเหล่านี้ช่วยให้การวิจัยมีโครงสร้างชัดเจนและสะท้อนบทบาทของภูมิปัญญาท้องถิ่นอย่างครบถ้วน

### การวิเคราะห์ข้อมูล

แบ่งเป็น 5 ขั้นตอนหลัก ได้แก่

1) การวิเคราะห์ข้อมูลประชากร โดยใช้สถิติเชิงพรรณนา เช่น ค่าเฉลี่ยอายุและประสบการณ์ในการทำเกษตรกรรม ร้อยละของกลุ่มตัวอย่างในแต่ละอาชีพ และความถี่ของแนวทางการใช้ภูมิปัญญาท้องถิ่น เพื่อสะท้อนโครงสร้างประชากรของชุมชน

2) การวิเคราะห์ข้อมูลจากการสัมภาษณ์ โดยนำข้อมูลจากแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างมาจัดหมวดหมู่เพื่อสรุปแนวทางการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและบทบาทของชุมชน

3) การวิเคราะห์เชิงพื้นที่และกายภาพ ใช้ข้อมูลภาคสนามและแผนที่ภูมิทัศน์ในการศึกษาการใช้ประโยชน์ที่ดิน ระบบเหมืองฝาย และการเปลี่ยนแปลงของภูมิทัศน์เกษตรกรรม

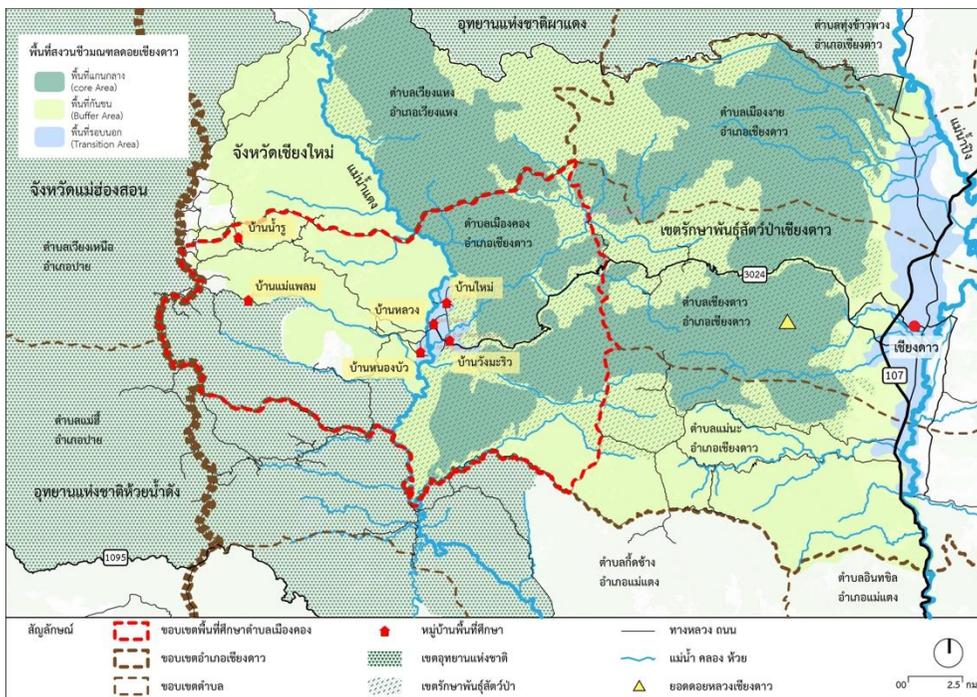
4) การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเนื้อหา โดยแยกข้อมูลออกเป็นหมวดหมู่ เช่น แนวทางการบริหารจัดการทรัพยากร เทคนิคเกษตร และผลกระทบทางเศรษฐกิจและสังคม พร้อมวิเคราะห์แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของภูมิทัศน์

5) การประเมินศักยภาพและตรวจสอบข้อมูล โดยใช้แบบประเมินศักยภาพร่วมกับการตรวจสอบสามเส้า (Triangulation) เพื่อเปรียบเทียบข้อมูลจากหลายแหล่ง เพิ่มความน่าเชื่อถือของผลการวิจัย และนำเสนอในรูปแบบบรรยายและกรณีศึกษาเพื่อสรุปแนวทางการออกแบบภูมิทัศน์เชิงนิเวศที่เหมาะสมกับชุมชน

**ผลการวิจัยและอภิปรายผล**

**ผลการวิจัย**

ชุมชนแอ่งที่ราบเมืองคอง เป็นชุมชนที่ตั้งอยู่บนพื้นที่ราบซึ่งถูกโอบล้อมด้วยภูเขาสูง ทำให้มีลักษณะเป็นแอ่งกระทะทางธรรมชาติ ตั้งอยู่ในตำบลเมืองคอง อำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ ลักษณะภูมิประเทศนี้ส่งผลให้ชุมชนมีสภาพแวดล้อมที่อุดมสมบูรณ์ มีความหลากหลายทางชีวภาพ และมีระบบนิเวศเฉพาะตัว (ภาพที่ 1) นอกจากนี้ เมืองคองยังเป็นชุมชนที่มีวิถีชีวิตแบบดั้งเดิม ผสานวัฒนธรรมท้องถิ่นกับการพึ่งพาธรรมชาติอย่างสมดุล ชุมชนนี้ประยุกต์ใช้ภูมิปัญญาท้องถิ่นร่วมกับเทคโนโลยีในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติได้แก่ ระบบเหมืองฝาย การฟื้นฟูดิน และการบริหารป่าชุมชน เพื่อสนับสนุนเกษตรกรรมอย่างสมดุล



**ภาพที่ 1** ขอบเขตพื้นที่ศึกษา  
ปรับปรุงจากภาพถ่ายทางอากาศ พ.ศ. 2567

การศึกษานี้มุ่งประเมินศักยภาพของภูมิปัญญาท้องถิ่นในการออกแบบภูมิทัศน์เชิงนิเวศ โดยแบ่งออกเป็น 3 ด้านหลัก ได้แก่ การจัดการทรัพยากรธรรมชาติ ผลกระทบทางเศรษฐกิจและสังคม และแนวทางการพัฒนาและต่อยอดภูมิปัญญา แบบประเมินประกอบด้วยคำถามย่อย 15 ข้อ โดยใช้มาตราวัดระดับความคิดเห็น 5 ระดับ ตั้งแต่ระดับน้อยที่สุดถึงมากที่สุด รวมคะแนนเต็ม 75 คะแนน

การแบ่งระดับศักยภาพใช้เกณฑ์ 3 ระดับ คือ ศักยภาพสูง (61–75 คะแนน) แสดงถึงการใช้ภูมิปัญญาอย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน ศักยภาพปานกลาง (41–60 คะแนน) สะท้อนข้อจำกัดบางด้าน เช่น ขาดการถ่ายทอดองค์ความรู้ และศักยภาพต่ำ (ต่ำกว่า 41 คะแนน) บ่งชี้การใช้ภูมิปัญญาที่ยังขาดระบบจัดการที่ชัดเจน การประเมินนี้ช่วยสะท้อนความสามารถของชุมชนในการจัดการทรัพยากร เสริมสร้างความมั่นคงทางเศรษฐกิจและสังคม และความพร้อมต่อการปรับตัวในอนาคต มีรายละเอียดดังนี้

### 1. การวิเคราะห์ข้อมูลประชากร

จากตารางที่ 1 พบว่ากลุ่มตัวอย่างมีอายุเฉลี่ย 45 ปี และมีประสบการณ์ทำเกษตรกรรมเฉลี่ย 20 ปี โดย 75% ประกอบอาชีพเกษตรกรรม และ 80% ของครัวเรือนใช้ระบบเหมืองฝายเพื่อจัดการน้ำ ขณะที่ 65% ใช้ปุ๋ยอินทรีย์และปลูกพืชหมุนเวียน และ 85% มีการอนุรักษ์ป่าชุมชนผ่านกฎระเบียบท้องถิ่น สะท้อนศักยภาพของชุมชนในการรักษาสมดุลของระบบนิเวศเกษตรกรรม

ชุมชนพึ่งพาแหล่งน้ำจากแม่น้ำ 2 สายและลำห้วย 8 แห่ง ซึ่งมีบทบาทสำคัญต่อการเพาะปลูกและวิถีชีวิต การถ่ายทอดภูมิปัญญาท้องถิ่นยังคงเข้มแข็ง โดย 70% ของประชากรได้รับการถ่ายทอดองค์ความรู้ ซึ่งเอื้อต่อการออกแบบภูมิทัศน์เชิงนิเวศให้สอดคล้องกับบริบทพื้นที่ ผลการวิเคราะห์สะท้อนศักยภาพสูงของชุมชนในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติควบคู่กับการส่งเสริมความมั่นคงของระบบนิเวศเกษตรกรรม

**ตารางที่ 1** การวิเคราะห์ข้อมูลประชากรและแนวทางการใช้ภูมิปัญญาท้องถิ่นของชุมชนแอ่งที่ราบเมืองคอง

ตัวชี้วัด	ค่าที่ได้	ประเภทของข้อมูล	รายละเอียดเพิ่มเติม
ค่าเฉลี่ยอายุ (ปี)	45 ปี	ค่าเฉลี่ย	อายุเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างในชุมชน
ประสบการณ์ทำเกษตรกรรม (ปี)	20 ปี	ค่าเฉลี่ย	ระยะเวลาที่กลุ่มตัวอย่างทำเกษตร
ร้อยละของอาชีพเกษตรกร	75% ของประชากร	ร้อยละ	อาชีพหลักของประชากร
ร้อยละของอาชีพอื่น ๆ	25% ของประชากร	ร้อยละ	รวมอาชีพอื่นๆ เช่น การค้า หัตถกรรม
ความถี่ในการใช้ภูมิปัญญา - การจัดการน้ำ	80% ของครัวเรือนใช้ระบบเหมืองฝาย	ความถี่ (%)	ระบบเหมืองฝายและการเก็บกักน้ำ
ความถี่ในการใช้ภูมิปัญญา - การดูแลดิน	65% ของเกษตรกรใช้ปุ๋ยอินทรีย์	ความถี่ (%)	ใช้ปุ๋ยอินทรีย์และการปลูกพืชหมุนเวียน

**ตารางที่ 1** การวิเคราะห์ข้อมูลประชากรและแนวทางการใช้ภูมิปัญญาท้องถิ่นของชุมชนแอ่งที่ราบเมืองคอง (ต่อ)

ตัวชี้วัด	ค่าที่ได้	ประเภทของข้อมูล	รายละเอียดเพิ่มเติม
ความถี่ในการใช้ภูมิปัญญา - การจัดการป่าไม้ แหล่งน้ำหลักของชุมชน	85% ของชุมชนมีการอนุรักษ์ป่าชุมชน แม่น้ำ 2 สาย, ลำห้วย 8 แห่ง	ความถี่ (%) ข้อมูลเชิงคุณภาพ	การดูแลป่าชุมชนผ่านกฎระเบียบท้องถิ่น ใช้สำหรับการเกษตรและอุปโภค
รูปแบบการจัดการดิน	ปุ๋ยอินทรีย์, ปุ๋ยพืชหมุนเวียน	ข้อมูลเชิงคุณภาพ	ลดการใช้สารเคมีเพื่อความยั่งยืน
ประเภทของป่าในชุมชน	ป่าชุมชน, ป่าสงวน	ข้อมูลเชิงคุณภาพ	มีมาตรการอนุรักษ์โดยชุมชน
การถ่ายทอดภูมิปัญญา	70% ของประชากรได้รับการถ่ายทอดความรู้	ร้อยละ	การส่งต่อความรู้จากผู้สูงอายุสู่คนรุ่นใหม่

## 2. การประเมินศักยภาพด้านการจัดการทรัพยากรธรรมชาติ (น้ำ ดิน ป่าไม้)

จากตารางที่ 2 พบว่าชุมชนแอ่งที่ราบเมืองคองมีศักยภาพสูงในการจัดการน้ำและป่าไม้ โดย 80% ของครัวเรือนที่พึ่งพาระบบเหมืองฝาย และพื้นที่ชลประทานครอบคลุมถึง 75% แม้ปริมาณน้ำต้นทุนลดลง 10% ในรอบ 10 ปีที่ผ่านมา (ข้อมูลจากการสัมภาษณ์ผู้นำชุมชน, 2567) แต่ชุมชนยังได้รับการสนับสนุนจากหน่วยงานท้องถิ่นในการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านน้ำ สำหรับการจัดการป่าไม้ ชุมชนสามารถอนุรักษ์ป่าชุมชนได้ครอบคลุม 80% ของพื้นที่ป่า โดยมีมาตรการควบคุมที่เข้มงวด ส่งผลให้อัตราการบุกรุกป่าลดลง 15% ในช่วงเวลาเดียวกัน (ข้อมูลจากการสัมภาษณ์คณะกรรมการป่าชุมชน, 2567)

ด้านการดูแลดินพบว่าอยู่ในระดับปานกลาง แม้ว่า 65% ของพื้นที่เกษตรกรรมใช้ปุ๋ยอินทรีย์ และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในช่วง 5 ปีที่ผ่านมา แต่คุณภาพดินบางส่วนยังเสื่อมโทรมจากการใช้สารเคมี และยังคงขาดงบประมาณสนับสนุนด้านการฟื้นฟู สะท้อนให้เห็นว่าชุมชนมีศักยภาพสูงในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติผ่านภูมิปัญญาท้องถิ่น และได้รับการสนับสนุนจากภาครัฐในระดับหนึ่ง แต่ยังคงจำเป็นต้องพัฒนาคุณภาพด้านการดูแลดินเพื่อความยั่งยืนในระยะยาว

ตารางที่ 2 การประเมินศักยภาพด้านการจัดการทรัพยากรธรรมชาติ (น้ำ ดิน ป่าไม้)

ด้านการจัดการทรัพยากร	แนวทางการจัดการ	ระดับศักยภาพ	ปัจจัยที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพ	การเปรียบเทียบแนวโน้ม	นโยบายสนับสนุน	แหล่งข้อมูล
การจัดการน้ำ	ระบบเหมืองฝาย, การกระจายน้ำเพื่อการเกษตร, การอนุรักษ์แหล่งน้ำ	สูง (68 คะแนน)	ความต่อเนื่องของระบบเหมืองฝาย, ปริมาณน้ำต้นทุนเฉลี่ย 1,200 มม./ปี, พื้นที่ชลประทานครอบคลุม 75%	ปริมาณน้ำลดลง 10% ในช่วง 10 ปีที่ผ่านมา, มีโครงการพัฒนาการจัดการน้ำเพิ่มเติม	-มีโครงการส่งเสริมการใช้เหมืองฝายโดยหน่วยงานท้องถิ่น -สนับสนุนระบบกระจายน้ำ	สัมภาษณ์ผู้นำชุมชนและเจ้าหน้าที่ อบต.เมืองทอง, 2567
การดูแลและฟื้นฟูดิน	การใช้ปุ๋ยอินทรีย์, การปลูกพืชหมุนเวียน, มาตรการป้องกันการพังทลายของดิน	ปานกลาง (53 คะแนน)	คุณภาพดินเสื่อมโทรมบางส่วน, พื้นที่ใช้ปุ๋ยอินทรีย์ 65%, การขาดงบประมาณส่งเสริม	การใช้ปุ๋ยอินทรีย์เพิ่มขึ้น 20% ใน 5 ปี, แต่พื้นที่ดินเสื่อมสภาพเพิ่มขึ้นจากการใช้สารเคมี	-ได้รับการสนับสนุนจากโครงการเกษตรยั่งยืนระดับจังหวัด -มีการอบรมการใช้ปุ๋ยอินทรีย์	สัมภาษณ์เกษตรกรและเจ้าหน้าที่สำนักงานเกษตรอำเภอ เชียงดาว, 2567
การจัดการป่าไม้	การดูแลป่าชุมชน, กฎระเบียบท้องถิ่น, การใช้ทรัพยากรป่าอย่างยั่งยืน	สูง (70 คะแนน)	กฎระเบียบท้องถิ่นเข้มแข็ง, พื้นที่ป่าชุมชนที่อนุรักษ์ 80%, มีแรงกดดันจากการขยายพื้นที่เกษตร	อัตราการบุกรุกป่าลดลง 15% เนื่องจากมาตรการควบคุมที่เข้มงวดขึ้น	-ได้รับการสนับสนุนจากกรมป่าไม้ -มีมาตรการป้องกันการบุกรุกและเพิ่มพื้นที่ป่าอนุรักษ์	สัมภาษณ์คณะกรรมการป่าชุมชนและเจ้าหน้าที่หน่วยป้องกันรักษาป่าท้องถิ่น, 2567

### 3. การประเมินศักยภาพด้านผลกระทบทางเศรษฐกิจและสังคม

จากตารางที่ 3 พบว่าชุมชนแอ่งที่ราบเมืองทองมีศักยภาพในระดับปานกลางถึงสูง ด้านเศรษฐกิจ แม้การพึ่งพาทรัพยากรธรรมชาติและระบบเกษตรพอเพียงช่วยเพิ่มความมั่นคงทางอาหาร แต่รายได้จากเกษตรกรรมและผลิตภัณฑ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นยังผันผวนจากราคาสินค้าและขาดช่องทางตลาด ข้อยกักด่านเงินทุนและเทคโนโลยียังเป็นอุปสรรคสำคัญ โดยเฉพาะในกลุ่มเกษตรกรรายย่อยและผู้ประกอบการที่ไม่สามารถขยายกิจการหรือเข้าถึงตลาดศักยภาพได้

ด้านสังคม ชุมชนมีศักยภาพสูงในการจัดการทรัพยากรผ่านกลไกท้องถิ่นและกฎระเบียบชุมชนที่เข้มแข็ง อย่างไรก็ตาม การเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจส่งผลให้บางครัวเรือนลดบทบาทในภาคเกษตร ส่งผลต่อความสัมพันธ์ทางสังคมและการใช้ภูมิปัญญาท้องถิ่น สำหรับการสืบทอดองค์ความรู้พบว่า มีศักยภาพระดับปานกลาง

กลาง โดยอัตราการสืบทอดลดลง 15% ในช่วง 10 ปีที่ผ่านมา สะท้อนถึงการมีส่วนร่วมของคนรุ่นใหม่ที่ยังต่ำ จากแรงจูงใจที่จำกัดและขาดกิจกรรมส่งเสริมที่ตอบโจทย์บริบทปัจจุบัน ดังนั้น การส่งเสริมตลาด เทคโนโลยี และกลไกการถ่ายทอดองค์ความรู้จึงเป็นปัจจัยสำคัญในการขับเคลื่อนความยั่งยืนของชุมชนในระยะยาว

ตารางที่ 3 การประเมินศักยภาพด้านผลกระทบทางเศรษฐกิจและสังคม

ด้านการประเมิน	ตัวชี้วัด	ระดับศักยภาพ	ตัวชี้วัดเชิงปริมาณ	แนวโน้มและการเปรียบเทียบ	ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อศักยภาพ	แหล่งที่มา
ผลกระทบด้านเศรษฐกิจ	รายได้จากเกษตรกรรมและผลิตภัณฑ์จากภูมิปัญญาท้องถิ่น	ปานกลาง (55 คะแนน)	รายได้เฉลี่ยจากเกษตรกรรม 120,000 บาท/ปี	รายได้จากเกษตรกรรมลดลง 5% ในช่วง 5 ปี	-ราคาสินค้าเกษตรผันผวน -ขาดช่องทางตลาดที่มั่นคง	-การสำรวจภาคสนาม -สัมภาษณ์ผู้นำชุมชน
	การพึ่งพาทรัพยากรธรรมชาติและความมั่นคงทางอาหาร	สูง (70 คะแนน)	75% ของครัวเรือนพึ่งพาทรัพยากรธรรมชาติเป็นหลัก	ระดับการพึ่งพาทรัพยากรธรรมชาติยังคงที่	-การใช้ทรัพยากรอย่างสมดุล -ระบบเกษตรพอเพียงช่วยลดต้นทุน	- แบบสอบถาม
ผลกระทบด้านสังคม	โอกาสในการพัฒนาเศรษฐกิจของชุมชนที่ใช้ภูมิปัญญาท้องถิ่น	ปานกลาง (52 คะแนน)	จำนวนธุรกิจท้องถิ่นที่ใช้ภูมิปัญญาเพิ่มขึ้น 10% ใน 5 ปี	โอกาสในการพัฒนายังจำกัดจากการขาดเงินทุน	-ข้อจำกัดด้านเงินทุนเริ่มต้น -การเข้าถึงเทคโนโลยีการผลิตและแปรรูปยังมีน้อย -ขาดการสนับสนุนด้านการตลาดและการฝึกอบรมจากภาครัฐ	-ข้อมูลโครงการพัฒนาชุมชน -การสัมภาษณ์เชิงลึก
	การมีส่วนร่วมของชุมชนในการจัดการภูมิทัศน์และทรัพยากร	สูง (68 คะแนน)	85% ของประชากรเข้าร่วมกิจกรรมอนุรักษ์ทรัพยากร	การมีส่วนร่วมของชุมชนเพิ่มขึ้นจากโครงการท้องถิ่น	-กฎระเบียบชุมชนเข้มแข็ง -การจัดสรรทรัพยากรโดยกลุ่มท้องถิ่น	-รายงานกิจกรรมของกลุ่มอนุรักษ์ทรัพยากร
ผลกระทบด้านสังคม	ความสัมพันธ์ทางสังคมที่ได้รับอิทธิพลจากการใช้ภูมิปัญญาท้องถิ่น	ปานกลาง (58 คะแนน)	ความสัมพันธ์ทางสังคมเข้มแข็งใน 60% ของครัวเรือน	วิถีชีวิตดั้งเดิมลดลงจากการเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจ	-อิทธิพลของระบบเศรษฐกิจสมัยใหม่ -บางกลุ่มเปลี่ยนไปทำอาชีพนอกภาคเกษตร	-การสังเกตการณ์ภาคสนาม -ความคิดเห็นผู้นำชุมชน

**ตารางที่ 3** การประเมินศักยภาพด้านผลกระทบทางเศรษฐกิจและสังคม (ต่อ)

ด้านการประเมิน	ตัวชี้วัด	ระดับศักยภาพ	ตัวชี้วัดเชิงปริมาณ	แนวโน้มและการเปรียบเทียบ	ปัจจัยที่ส่งผลต่อศักยภาพ	แหล่งที่มา
	การสืบทอดองค์ความรู้และการมีส่วนร่วมของคนรุ่นใหม่	ปานกลาง (50 คะแนน)	อัตราการสืบทอดองค์ความรู้ลดลง 15% ในช่วง 10 ปีที่ผ่านมา	การถ่ายทอดองค์ความรู้มีแนวโน้มลดลงจากแรงงานที่ย้ายออก	-แรงจูงใจของคนรุ่นใหม่ต่ำ -ขาดกิจกรรมส่งเสริมการสืบทอดองค์ความรู้	-การสัมภาษณ์ กลุ่มเยาวชนและผู้อาวุโสในชุมชน

4. การประเมินศักยภาพด้านแนวทางการพัฒนาและต่อยอดภูมิปัญญาท้องถิ่นในการออกแบบภูมิทัศน์ จากตารางที่ 4 พบว่าชุมชนแอ่งที่ราบเมืองคองมีศักยภาพในระดับสูงถึงปานกลาง โดยเฉพาะด้านการบูรณาการภูมิปัญญาท้องถิ่นกับแนวคิดภูมิทัศน์เชิงนิเวศ และการมีส่วนร่วมของชุมชนผ่านเวทีประชาคมและกิจกรรมออกแบบร่วมอย่างต่อเนื่อง อย่างไรก็ตาม การพัฒนาองค์ความรู้และนวัตกรรม รวมถึงการสนับสนุนจากภาครัฐและเอกชน ยังอยู่ในระดับปานกลาง จากข้อจำกัดด้านงบประมาณและการเข้าถึงเทคโนโลยี

ด้านการสืบทอดองค์ความรู้ ชุมชนพยายามผลักดันผ่านกิจกรรมฝึกอบรม แต่ยังขาดแรงจูงใจและระบบการเรียนรู้ที่ตอบโจทย์กลุ่มเยาวชน แนวโน้มการพัฒนาภูมิปัญญาท้องถิ่นเพื่อการออกแบบภูมิทัศน์ยังขึ้นอยู่กับ การสนับสนุนเชิงนโยบายและการสร้างเครือข่ายที่เข้มแข็ง สะท้อนถึงความจำเป็นในการเสริมสร้างนวัตกรรม เพิ่มบทบาทของรัฐ และกระตุ้นการมีส่วนร่วมของคนรุ่นใหม่เพื่อความยั่งยืนในระยะยาว

**ตารางที่ 4** การประเมินศักยภาพด้านแนวทางการพัฒนาและต่อยอดภูมิปัญญาท้องถิ่นในการออกแบบภูมิทัศน์

แนวทางการพัฒนาและต่อยอด	แนวทางดำเนินการ	ระดับศักยภาพ	ตัวชี้วัดเชิงปริมาณ	แนวโน้มและศักยภาพในอนาคต
การบูรณาการภูมิปัญญาท้องถิ่นกับแนวคิดภูมิทัศน์เชิงนิเวศ	พัฒนาพื้นที่สีเขียวและโครงสร้างพื้นฐานเชิงนิเวศ โดยใช้เทคนิคจากภูมิปัญญาท้องถิ่น	สูง (72 คะแนน)	พื้นที่สีเขียวที่ได้รับการพัฒนาจากภูมิปัญญาท้องถิ่น (ไร่)	การบูรณาการภูมิทัศน์เชิงนิเวศมีแนวโน้มเติบโต โดยมี การขยายพื้นที่ใช้งาน
การพัฒนาองค์ความรู้และนวัตกรรมเพื่อยกระดับภูมิปัญญา	เพิ่มโครงการฝึกอบรมด้านการจัดการน้ำ ดิน และป่าไม้โดยใช้เทคโนโลยีร่วมกับภูมิปัญญา	ปานกลาง (58 คะแนน)	จำนวนโครงการอบรม/พัฒนานวัตกรรมที่ดำเนินการในรอบ 5 ปี	ความต้องการพัฒนาองค์ความรู้เพิ่มขึ้น แต่ยังต้องการ การสนับสนุนด้านทุนและเทคโนโลยี

#### ตารางที่ 4 การประเมินศักยภาพด้านแนวทางการพัฒนาและต่อยอดภูมิปัญญาท้องถิ่นในการออกแบบภูมิทัศน์ (ต่อ)

แนวทางการพัฒนาและต่อยอด	แนวทางดำเนินการ	ระดับศักยภาพ	ตัวชี้วัดเชิงปริมาณ	แนวโน้มและศักยภาพในอนาคต
การส่งเสริมการมีส่วนร่วมของชุมชนในการออกแบบภูมิทัศน์	จัดกิจกรรมเวทีประชาคม และการออกแบบร่วมกับชุมชนให้เกิดการมีส่วนร่วมสูงสุด	สูง (68 คะแนน)	จำนวนกิจกรรมประชาคมและอัตรา การเข้าร่วมของประชาชน (%)	การมีส่วนร่วมของชุมชนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น หากมีเวทีแลกเปลี่ยนและกลไกสนับสนุนที่ดี
การพัฒนาระบบสนับสนุนจากภาครัฐและเอกชน	พัฒนาโยบายสนับสนุน และโครงการนำร่องเพื่อขยายการใช้ภูมิปัญญาท้องถิ่น	ปานกลาง (55 คะแนน)	จำนวนโครงการที่ได้รับงบประมาณสนับสนุนจากภาครัฐ/เอกชน	การสนับสนุนจากรัฐและเอกชนอาจเพิ่มขึ้นหากสามารถแสดงผลลัพธ์ที่เป็นรูปธรรม
การสร้างเครือข่าย และการสืบทอดองค์ความรู้สู่คนรุ่นใหม่	ออกแบบหลักสูตรการ เรียนรู้ที่ดึงดูดเยาวชนและ สนับสนุนการเรียนรู้เชิงปฏิบัติ	ปานกลาง (54 คะแนน)	จำนวนเยาวชนที่เข้าร่วมกิจกรรมถ่ายทอด องค์ความรู้ (%)	การสืบทอดองค์ความรู้ขึ้นอยู่กับแรงจูงใจของคนรุ่นใหม่ และการออกแบบการเรียนรู้ที่ดึงดูดใจ

#### อภิปรายผล

ผลการวิจัยสะท้อนว่าชุมชนแอ่งที่ราบเมืองคองมีศักยภาพในการใช้ภูมิปัญญาท้องถิ่นเพื่อส่งเสริมความยืดหยุ่นของระบบนิเวศเกษตรกรรม เมื่อเปรียบเทียบกับผลการวิจัยกับแนวคิดของ McHarg (1969) และ Steiner (2008) ที่เน้นการออกแบบภูมิทัศน์โดยคำนึงถึงโครงสร้างทางนิเวศ พบว่าชุมชนแอ่งที่ราบเมืองคองสามารถบูรณาการภูมิปัญญาท้องถิ่นในการจัดการทรัพยากรได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะด้านการจัดการน้ำและป่าไม้ อย่างไรก็ตาม ผลการศึกษาพบว่าการดูแลดินยังคงได้รับการพัฒนาเพิ่มเติม ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิด Yang et al. (2024) ที่เน้นแนวทางการจัดการวัชพืชเชิงนิเวศ เพื่อลดการใช้สารเคมีและส่งเสริมความยั่งยืนของระบบเกษตรกรรม นอกจากนี้ แนวคิด Fonseca et al. (2016) เกี่ยวกับการจัดการภูมิทัศน์เมืองผ่านนิเวศวิทยาภูมิทัศน์ สามารถประยุกต์ใช้กับชุมชนแอ่งที่ราบเมืองคอง โดยอาศัยการวิเคราะห์พื้นที่ผ่านภาพถ่ายดาวเทียมและตัวชี้วัดภูมิทัศน์ เพื่อระบุพื้นที่สำคัญสำหรับการอนุรักษ์และการจัดการทรัพยากรให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

สำหรับบริบทของประเทศไทย งานวิจัยของ อรรถมล นิละนนท์ และคณะ (2566) ที่ศึกษากระบวนการทางน้ำในพื้นที่ชนบทโดยใช้หลักภูมินิเวศวิทยา (Landscape Ecology) ชี้ให้เห็นถึงความสำคัญของการจัดการน้ำในระดับลุ่มน้ำและการเชื่อมโยงระหว่างโครงสร้างทางกายภาพกับวิถีชีวิตชุมชน ซึ่งสอดคล้องกับแนวทางของเมืองคองที่อาศัยระบบเหมืองฝายในการบริหารจัดการน้ำเพื่อการเกษตร ทั้งนี้ ข้อค้นพบจากงานศึกษาดังกล่าวสามารถนำมาปรับใช้เพื่อพัฒนากลยุทธ์การจัดการน้ำในเมืองคองให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยเฉพาะการประสานความร่วมมือกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเพื่อสนับสนุนโครงสร้างพื้นฐานด้านน้ำในระยะยาว

## สรุป

สามารถจำแนกออกเป็น 3 ด้าน ดังนี้

ด้านที่ 1 การจัดการทรัพยากรธรรมชาติ ชุมชนมีศักยภาพในระดับสูง โดยเฉพาะด้านการจัดการน้ำและป่าไม้ ซึ่งชุมชนสามารถบริหารจัดการผ่านภูมิปัญญาท้องถิ่น เช่น ระบบเหมืองฝายและการอนุรักษ์ป่าชุมชนอย่างมีประสิทธิภาพ ขณะที่ด้านการดูแลดินอยู่ในระดับ **ปานกลาง** แม้มีแนวโน้มดีขึ้นจากการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ แต่ยังขาดการฟื้นฟูในบางพื้นที่และต้องการการสนับสนุนเพิ่มเติม

ด้านที่ 2 ผลกระทบทางเศรษฐกิจและสังคม ชุมชนมีศักยภาพในระดับปานกลางถึงสูง โดยด้านเศรษฐกิจยังประสบข้อจำกัดด้านรายได้ ตลาด และเงินทุน แม้มีการพึ่งพาทรัพยากรธรรมชาติที่ช่วยเสริมความมั่นคงทางอาหาร ส่วนด้านสังคมมีศักยภาพ **สูง** ผ่านกลไกการมีส่วนร่วมและกฎระเบียบภายในที่เข้มแข็ง อย่างไรก็ตาม การสืบทอดองค์ความรู้ยังอยู่ในระดับ **ปานกลาง** เนื่องจากคนรุ่นใหม่ยังมีบทบาทจำกัดและขาดแรงจูงใจในกิจกรรมเชิงวัฒนธรรม

ด้านที่ 3 แนวทางการพัฒนาและต่อยอดภูมิปัญญาท้องถิ่นในการออกแบบภูมิทัศน์ ชุมชนมีศักยภาพในระดับสูงถึงปานกลาง โดยสามารถบูรณาการภูมิปัญญาท้องถิ่นกับแนวคิดภูมิทัศน์เชิงนิเวศได้ดี ผ่านเวทีประชาคมและกิจกรรมออกแบบร่วมกันอย่างต่อเนื่อง แต่การสนับสนุนด้านนวัตกรรม เทคโนโลยี และการสืบทอดองค์ความรู้ยังอยู่ในระดับ **ปานกลาง** ซึ่งจำเป็นต้องได้รับการเสริมสร้างจากภาครัฐและภาคีเครือข่ายเพื่อให้เกิดความยั่งยืนในระยะยาว

## ข้อเสนอแนะ

### ข้อเสนอเกี่ยวกับงานวิจัย

การศึกษานี้ชี้ให้เห็นถึงศักยภาพของภูมิปัญญาท้องถิ่นในการออกแบบภูมิทัศน์เชิงนิเวศเพื่อเสริมความยืดหยุ่นของระบบนิเวศเกษตรกรรม อย่างไรก็ตาม การจัดการทรัพยากรธรรมชาติในชุมชนแอ่งที่ราบเมืองคองยังเผชิญกับข้อจำกัดบางประการ เช่น ขาดการบูรณาการองค์ความรู้ดั้งเดิมกับเทคโนโลยีสมัยใหม่ ข้อจำกัดด้านงบประมาณ และการสนับสนุนเชิงนโยบาย ดังนั้นควรมีการพัฒนาแนวทางที่เป็นรูปธรรมในการสนับสนุนชุมชนให้สามารถบริหารจัดการทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ โดยเน้นการสร้างร่วมมือระหว่างชุมชน หน่วยงานภาครัฐ และสถาบันการศึกษา เพื่อเสริมสร้างความรู้และเพิ่มโอกาสในการพัฒนาเศรษฐกิจชุมชนผ่านการประยุกต์ใช้ภูมิปัญญาท้องถิ่นร่วมกับแนวคิดภูมิทัศน์เชิงนิเวศ

### ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

การวิจัยครั้งต่อไปควรเก็บข้อมูลเชิงปริมาณเพิ่มเติม เช่น มูลค่าทางเศรษฐกิจของทรัพยากรและผลกระทบจากสภาพแวดล้อมต่อระบบนิเวศเกษตรกรรม พร้อมเปรียบเทียบแนวทางการจัดการทรัพยากรของ

ชุมชนแอ่งที่ราบเมืองคองกับพื้นที่อื่นที่มีบริบทคล้ายคลึงกัน ควรศึกษาการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีร่วมกับ ภูมิปัญญาท้องถิ่นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารจัดการทรัพยากร รวมถึงกลไกนโยบายที่สนับสนุนการ อนุรักษ์และพัฒนาองค์ความรู้ของชุมชน ตลอดจนแนวทางการสืบทอดภูมิปัญญาท้องถิ่นสู่เยาวชนเพื่อความ ยั่งยืนในระยะยาว การบูรณาการองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และภูมิปัญญาท้องถิ่นจะช่วยพัฒนา แนวทางการออกแบบภูมิทัศน์เชิงนิเวศที่สอดคล้องกับความต้องการของชุมชนและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ใน พื้นที่อื่นอย่างยั่งยืน

### กิตติกรรมประกาศ

บทความวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการภูมิสถาปัตยกรรมเพื่อความยั่งยืน: การศึกษาภูมิปัญญา ท้องถิ่นในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและเกษตรเพื่อรับมือกับภัยพิบัติทางธรรมชาติและ การเปลี่ยนแปลง สภาพภูมิอากาศในชุมชนเกษตรกรรมแอ่งที่ราบเมืองคอง อำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ ได้รับทุนอุดหนุนการ ทำวิจัย ทุนพัฒนานักวิจัยรุ่นใหม่ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ประจำปี พ.ศ. 2567 เลขที่สัญญา: JRCMU2567\_034

### เอกสารอ้างอิง

- ดรรารัตน์ ธาตุรักษ์, วชิระ หล่อประดิษฐ์, และวัชรีย์ เทพโยธิน. (2563). การจัดการปัญหาขาดแคลนน้ำเพื่อ การเกษตรในฤดูแล้ง โดยการมีส่วนร่วมของชุมชนบ้านทุ่งฮ้างและบ้านแม่จอกฟ้า จังหวัดลำปาง. **วารสารวิจัยเพื่อการพัฒนาเชิงพื้นที่**, 12(6), 401-415.
- เดือนนภา ภูทอง. (2561). การจัดการป่าชุมชนเพื่อความยั่งยืน โดยการใช้กระบวนการมีส่วนร่วมสาธารณะ และจารีตประเพณีท้องถิ่นในพื้นที่ภาคเหนือ. **วารสารนวัตกรรมการบริหารและการจัดการ**, 6(2), 80-94.
- พนิต ใหม่ประสิทธิกุล, สุชาติ ลีตระกูล, ต่อพงศ์ กริธาชาติ, และ สมบูรณ์ ธรรมลังกา. (2559). รูปแบบการ บริหารจัดการน้ำเชิงบูรณาการบนฐานภูมิปัญญาท้องถิ่นของชุมชนรอบกว๊านพะเยา จังหวัดพะเยา. **วารสารสังคมศาสตร์วิชาการ**, 9(3), 51-68.
- ยุชิตา กันหามิ่ง, พัจน์พิตตา ศรีสมพงษ์, วาริชต์ มัธยมบุรุษ, และฤทัยภัทร พิมลศรี. (2566). กระบวนการ จัดการชุมชนในการเป็นพื้นที่อนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติป่ากันชนพื้นที่อนุรักษ์ในเขตภาคเหนือ ประเทศไทย. **วารสารวิชาการมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์**, 10(1), 126-137.
- วิลาศ เทพทา, อรศิริ ปาณินท์, และวุฒิพงษ์ ทวีวงศ์. (2561). นิเวศวิทยาทางน้ำในระบบเหมืองฝายของพื้นที่ เกษตรกรรมในแหล่งต้นน้ำและแหล่งต้นน้ำลำธาร. **วารสารวิจัยและพัฒนา วไลยอลงกรณ์ ในพระ บรมราชูปถัมภ์ สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**, 13(2), 1-11.

- อรกมล นิละนนท์, อัทนา วสุวัฒน์, และนักรบ สายเทพ. (2566). การศึกษากระบวนการของน้ำและวิถีชุมชนผ่านแนวคิดภูมินิเวศพื้นที่ชุมชนเกษตรกรรมในพื้นที่ชนบท พื้นที่ศึกษา ตำบลบางเตย อำเภอเมืองพังงา จังหวัดพังงา. *วารสารภูมิสถาปัตยกรรม*, 5(1), 164-185.
- อัมพิกา อ่าลอย, ศุภกุล เรื่องวิทยานุสรณ์, วรงค์ วงษ์ลังกา, แผ่นดิน อุณจะนำ, อรัญญา ศิริผล, และระวีวรรณ โอสารรัตน์. (2566). การดำรงและการเปลี่ยนแปลงของภูมิทัศน์พื้นที่ถิ่นล้านนา: กรณีศึกษา ชุมชนเกษตรกรรมในแอ่งที่ราบเมืองคอง อำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่. *วารสารภูมิสถาปัตยกรรม*, 5(1), 1-24.
- อุทิศ ทาหอม, พิเชิต วันดี, และสำราญ ฐระตา. (2558). ทูทางวัฒนธรรมและภูมิปัญญาท้องถิ่น เพื่อสร้างการมีส่วนร่วมในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของชุมชนบ้านตามา จังหวัดบุรีรัมย์. *วารสารการจัดการสิ่งแวดล้อม*, 11(2), 44-59.
- Fonseca, B. M., Ribas, R. P., & Moura, A. C. M. (2016). Aplicação dos conceitos e métricas de ecologia da paisagem na gestão da paisagem urbana. *Paisagem E Ambiente*, 38, 71-85.
- Forman, R. T. T. (1995). *Land Mosaics. The Ecology of Landscapes and Regions*. Cambridge University Press, Cambridge.
- McHarg, I. L. (1969). *Design with Nature*. Natural History Press, Garden City, NJ, USA.
- Steiner, F. R. (2008). *The living landscape: an ecological approach to landscape planning* (2nd ed.). Island Press.
- Yang, Y., Du, Y., Du, X., & Zhang, Y. (2024). Theoretical Framework for Agricultural Landscape Layout from the Perspective of Resilient Rural Area. *Fengjing Yuanlin*, 31(12), 33–39. <https://doi.org/10.3724/j.fjyl.202402210098>

ปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในสารสกัดหยาบจากส่วนต่างๆของยี่โถ ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ฤทธิ์ยับยั้งเอ็นไซม์ไทโรซิเนส ฤทธิ์ยับยั้งเอ็นไซม์แซนทีนออกซิเดส และฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย

ณพัฏฐอร บัวฉุน<sup>1\*</sup>

Received : March 17, 2025

Revised : December 12, 2025

Accepted : December 18, 2025

บทคัดย่อ

ยี่โถ (*Nerium oleander* L.) เป็นพืชในวงศ์ Apocynaceae ที่ใช้ในตำราสมุนไพรพื้นบ้าน แต่การศึกษาฤทธิ์ทางชีวภาพในทุกส่วนของพืชยังมีจำกัด งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา ปริมาณสารฟีนอลิก และฟลาโวนอยด์ทั้งหมด และเปรียบเทียบฤทธิ์ทางชีวภาพของสารสกัดหยาบจากใบ ดอก และกิ่ง โดยทำการสกัดด้วยเอทานอล 95% ด้วยวิธีการหมัก ผลการศึกษาพบว่า สารสกัดหยาบดอกยี่โถมีปริมาณสารฟีนอลิกและฟลาโวนอยด์ทั้งหมดสูงที่สุด และมีฤทธิ์ทางชีวภาพสูงที่สุดในทุกการทดสอบ โดยมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ฤทธิ์ยับยั้งเอ็นไซม์ไทโรซิเนส ฤทธิ์ยับยั้งเอ็นไซม์แซนทีนออกซิเดส และฤทธิ์ต้านเชื้อ *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus* และ *Salmonella typhimurium* ได้ดีกว่าส่วนใบและกิ่ง โดยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเปรียบเทียบกับสารมาตรฐาน ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า สารสกัดจากดอกยี่โถมีศักยภาพในการพัฒนาเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ สารยับยั้งเอ็นไซม์ไทโรซิเนสสำหรับผลิตภัณฑ์ปรับสภาพผิว สารยับยั้งเอ็นไซม์แซนทีนออกซิเดสสำหรับการรักษาโรคเก๊าท์ และและสารต้านเชื้อจุลชีพ อย่างไรก็ตาม การพัฒนาผลิตภัณฑ์จากยี่โถ ควรคำนึงถึงความปลอดภัยเนื่องจากพบสารคาร์ดิแอกไกลโคไซด์ซึ่งมีความเป็นพิษสูง และควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับการสกัดแยกและทดสอบความปลอดภัยของสารออกฤทธิ์ในระดับคลินิกต่อไป

**คำสำคัญ:** ยี่โถ ฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ฤทธิ์ยับยั้งเอ็นไซม์ไทโรซิเนส ฤทธิ์ยับยั้งเอ็นไซม์แซนทีนออกซิเดส

<sup>1</sup> คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ อีเมล: napattaom@vru.ac.th

\* ผู้มีพันธหลัก อีเมล: napattaom@vru.ac.th

QUANTIFICATION OF BIOACTIVE COMPOUNDS IN CRUDE EXTRACTS FROM DIFFERENT PARTS OF *Nerium oleander* L., AND THEIR ANTIOXIDANT, TYROSINASE INHIBITORY, XANTHINE OXIDASE INHIBITORY, AND ANTIBACTERIAL ACTIVITIES

Napattaorn Buachoon<sup>1\*</sup>

**Abstract**

*Nerium oleander* L. is a plant from the Apocynaceae family traditionally used in herbal medicine; however, comprehensive studies on the bioactivities of all plant parts remain limited. This study aimed to determine the total phenolic and flavonoid contents and to compare the bioactivities of crude extracts obtained from the leaves, flowers, and stems of *N. oleander*. Extraction was performed using 95% ethanol through maceration. The results revealed that the flower extract exhibited the highest levels of total phenolics and flavonoids, along with the strongest bioactivities across all assays. Specifically, the flower extract demonstrated potent antioxidant activity, tyrosinase inhibitory activity, xanthine oxidase inhibitory activity, and antibacterial effects against *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, and *Salmonella typhimurium*, performing better than the leaf and stem extracts, with activities comparable to those of the standard references. These findings suggest that *N. oleander* flower extracts demonstrate high potential for development as natural antioxidants, tyrosinase inhibitors for skin-conditioning products, xanthine oxidase inhibitors for gout treatment, and antimicrobial agents. Nevertheless, product development from *N. oleander* must carefully address safety concerns, as the plant contains highly toxic cardiac glycosides. Further studies on compound isolation and clinical safety evaluations are warranted to support future applications.

**Keywords:** *Nerium oleander* L., Antibacterial activity, Antioxidant activity, Tyrosinase inhibitory activity, Xanthine oxidase inhibitory activity

---

<sup>1</sup> Faculty of Science and Technology, Valaya Alongkorn Rajabhat University under the Royal Patronage, e-mail: napattaorn@vru.ac.th

\* Corresponding author, e-mail: napattaorn@vru.ac.th

## บทนำ

อีโกล (*Nerium oleander* L.) เป็นพืชในวงศ์ Apocynaceae ที่มีการใช้ในแพทย์แผนโบราณมาเป็นเวลานาน โดยพบการกระจายตัวอย่างกว้างขวางในภูมิภาคเมดิเตอร์เรเนียน เอเชียตะวันออกเฉียงใต้ และในหลายพื้นที่ทั่วโลกที่มีภูมิอากาศกึ่งร้อน (Mohadjerani, 2012) อีโกลเป็นไม้พุ่มไม้ผลัดใบที่มีความสูงประมาณ 2-5 เมตร ลักษณะเด่นคือมีดอกสีชมพู แดง หรือขาว ซึ่งนิยมปลูกเป็นไม้ประดับเนื่องจากความสวยงาม อย่างไรก็ตาม อีโกลเป็นไม้ดอกที่มีสรรพคุณทางยาหลายประการ เช่น ผล ขับปัสสาวะ ดอก แก้อักเสบ แก้ปวดศีรษะ ใบ ใช้เป็นยารักษาโรคหัวใจ นอกจากนี้ยังใช้เป็นยาฆ่าแมลง และยาเบื่อหนูได้ จากการศึกษาข้อมูลทางพฤกษเคมีพบว่า อีโกลมีองค์ประกอบทางเคมีหลายชนิด ได้แก่ สารประกอบฟีนอลิก (phenolic compounds) ฟลาโวนอยด์ (flavonoids) แทนนิน (tannins) แอลคาลอยด์ (alkaloids) เทอร์ปีนอยด์ (terpenoids) และไกลโคไซด์ (glycosides) (Calderón-Montaño et al., 2013) และยังพบองค์ประกอบทางเคมีที่มีพิษคือ ไกลโคไซด์คาร์ดิแอก (cardiac glycosides) โอลีแอนดริน (oleandrin) และเนอริโอไซด์ (nerioside) องค์ประกอบทางพฤกษเคมีเหล่านี้มีความสัมพันธ์กับฤทธิ์ทางชีวภาพที่น่าสนใจ เช่น ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant activity) (Mohadjerani, 2012; Mouhcine et al., 2019) ฤทธิ์ในการยับยั้งเอนไซม์หลายชนิด รวมถึงเอนไซม์ ไทโรซิเนส (tyrosinase) และฤทธิ์ต้านจุลชีพ (Mouhcine et al., 2019)

ภาวะเครียดออกซิเดทีฟ (oxidative stress) เกิดจากความไม่สมดุลระหว่างอนุมูลอิสระและระบบต้านอนุมูลอิสระ ส่งผลให้เกิดโรคร้ายหลายชนิด (Liguori et al., 2018) สารต้านอนุมูลอิสระจากธรรมชาติจึงได้รับความสนใจในการพัฒนาเป็นยาและผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร เอนไซม์ไทโรซิเนส (tyrosinase) มีบทบาทสำคัญในการสร้างเม็ดสีเมลานิน ซึ่งเกี่ยวข้องกับความผิดปกติของสีผิว สารยับยั้งเอนไซม์นี้จึงมีศักยภาพในการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ปรับสีผิว และดูแลปัญหาผิวพรรณ ขณะที่เอนไซม์แซนทีนออกซิเดส (xanthine oxidase) มีบทบาทในการเปลี่ยนฮิปแซนทีนเป็นกรดยูริก พร้อมกับการสร้างอนุมูลอิสระชนิด Reactive Oxygen Species (ROS) เกี่ยวข้องกับภาวะกรดยูริกสูง (hyperuricemia) และโรคเก๊าท์ (gout) (Dalbeth et al., 2016) สารยับยั้งเอนไซม์แซนทีนออกซิเดสจึงมีศักยภาพในการนำไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์สุขภาพ

จากองค์ประกอบทางพฤกษเคมีที่หลากหลาย โดยเฉพาะสารประกอบฟีนอลิกและฟลาโวนอยด์ ซึ่งเป็นสารที่สามารถต้านอนุมูลอิสระและยับยั้งเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการออกซิเดชัน เช่น ไทโรซิเนส จึงมีความเป็นไปได้ว่าสารกลุ่มเดียวกันนี้จะมีผลในการยับยั้งเอนไซม์แซนทีนออกซิเดสด้วย โดยกลไกสำคัญ ได้แก่ การจับกับตำแหน่ง active site ของเอนไซม์ หรือการแย่งจับกับไอออนโลหะที่จำเป็นต่อการออกฤทธิ์ (Cos et al., 2006; Umamaheswari et al., 2009) ถึงแม้จะมีการศึกษาฤทธิ์ทางชีวภาพของอีโกลในหลายด้าน แต่งานวิจัยก่อนหน้าทำการศึกษาเพียงส่วยใดส่วยหนึ่งของพืชชนิดนี้ และการศึกษาเปรียบเทียบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส ฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์แซนทีนออกซิเดส และฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียของสารสกัดจากส่วนต่างๆ ของอีโกล (ดอก ใบ และกิ่ง) ยังมีจำกัด โดยเฉพาะการศึกษาฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์แซนทีนออกซิเดสซึ่งยังมีรายงานน้อยมากและที่สำคัญในบริบทของพืชที่เติบโตในประเทศไทย ซึ่งมีสภาพภูมิอากาศและสภาพแวดล้อมเฉพาะที่อาจส่งผลต่อองค์ประกอบทางเคมีและฤทธิ์ทางชีวภาพของพืช การศึกษาในบริบทเฉพาะของประเทศไทยจึงมีความสำคัญในการค้นหาศักยภาพที่แท้จริงของพืชท้องถิ่น

ในการศึกษาสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากพืช กระบวนการเตรียมตัวอย่างและวิธีการสกัดเป็นขั้นตอนที่สำคัญ เนื่องจากมีผลต่อปริมาณและชนิดของสารที่สกัดได้ วิธีการหมัก (maceration) เป็นเทคนิคที่นิยมใช้สำหรับสกัดสารจากพืชสมุนไพร เนื่องจากเป็นวิธีที่ง่าย ไม่ใช้ความร้อนสูง และเหมาะกับการสกัดสารกลุ่มฟีนอลิกและฟลาโวนอยด์ที่ไวต่อความร้อน (Azwanida, 2015; Handa, 2008)



ความยาวคลื่น 765 นาโนเมตร ด้วยเครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ สำหรับชุดควบคุมใช้น้ำกลั่น หาปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดในสารสกัดหยาบตัวอย่างจากกราฟมาตรฐานของกรดแกลลิกในหน่วยมิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อกรัมน้ำหนักสารสกัดแห้ง (mg GAE/g extract) แต่ละตัวอย่างทำการทดลอง 3 ซ้ำ (VL, 1999)

#### การวิเคราะห์ปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมด

ซึ่งสารสกัดหยาบส่วนต่าง ๆ ของยี่โถ 10 มิลลิกรัม ละลายในเอทานอล 99% ปรับปริมาตรจนครบ 10 มิลลิลิตร นำสารสกัดตัวอย่างส่วนต่าง ๆ ของยี่โถมา 1 มิลลิลิตร เติมสารละลายอะลูมิเนียมไตรคลอไรด์ (10%  $AlCl_3$ ) 1 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 5 นาที เติมสารละลายอะซิติกแอซิด (10%  $CH_3COOH$ ) 0.5 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนครบ 5 มิลลิลิตร นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 420 นาโนเมตร ด้วยเครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ รุ่น Libra S70 เตรียมสารละลายมาตรฐานเคอร์ซีตินที่ความเข้มข้นเป็น 0.1, 0.2, 0.3, 0.4 และ 0.5 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ปีเปตสารละลายมาตรฐานแต่ละความเข้มข้น 1 มิลลิลิตร เติมสารละลายอะลูมิเนียมไตรคลอไรด์ (10%  $AlCl_3$ ) มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 5 นาที เติมสารละลายอะซิติกแอซิด (10%  $CH_3COOH$ ) 0.5 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนครบ 5 มิลลิลิตร นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 420 นาโนเมตร ด้วยเครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ สำหรับชุดควบคุมใช้น้ำกลั่น และทำการหาปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมดในสารสกัดหยาบตัวอย่างจากกราฟมาตรฐานของเคอร์ซีติน ในหน่วยมิลลิกรัมสมมูลของเคอร์ซีตินต่อกรัมน้ำหนักสารสกัดแห้ง (mg QE/g extract) แต่ละตัวอย่างทำการทดลอง 3 ซ้ำ (Prommuak et al., 2008)

#### การวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH

เตรียมสารละลายสารมาตรฐาน BHA (butylated hydroxyanisole), BHT (butylated hydroxytoluene) และแอลฟา-โทโคฟีรอล ( $\alpha$ -tocopherol) และสารสกัดหยาบตัวอย่างที่มีความเข้มข้น 25, 50, 250, 500 และ 1,000 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร หลังจากนั้นปีเปตสารละลายมาตรฐานและสารสกัดแต่ละความเข้มข้นที่ 50 ไมโครลิตร เติมสารละลาย DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) ความเข้มข้น 100 ไมโครโมลาร์ ในสารละลายเอ็บโซลูทเอทานอล (absolute ethanol) 10 ไมโครลิตร เขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ในที่มืดที่อุณหภูมิห้อง 30 นาที วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 516 นาโนเมตร ด้วยเครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ รุ่น Libra S70 โดยแต่ละตัวอย่างทำการทดลอง 3 ซ้ำ (Prommuak et al., 2008) คำนวณหา % radical scavenging จากสูตร

$$\% \text{ radical scavenging} = [(A_{\text{control}} - A_{\text{sample}})/A_{\text{control}}] \times 100$$

โดย  $A_{\text{Control}}$  คือ ค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้ของสารละลาย DPPH

$A_{\text{sample}}$  คือ ค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้ของสารตัวอย่างผสมกับ DPPH

ค่าที่ได้มาคำนวณหาค่า inhibitory concentration ( $IC_{50}$ ) หรือค่าความเข้มข้นของสารสกัดที่ทำให้สารอนุมูลอิสระลดลง 50% จากกราฟระหว่างความเข้มข้นของสารตัวอย่างกับ % Radical scavenging

#### การวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี ABTS decolorization scavenging effect

เตรียมสารละลาย ABTS (2,2'-azino-bis-3-ethylbenzthiazoline-6-sulphonic acid) ที่ความเข้มข้น 7.4 มิลลิโมลาร์ และสารละลายโพแทสเซียมเปอร์ซัลเฟต ( $K_2S_2O_8$ ) ที่ความเข้มข้น 2.6 มิลลิโมลาร์ ผสมสารละลาย ABTS และสารละลายโพแทสเซียมเปอร์ซัลเฟต ในอัตราส่วน 1:1 เก็บไว้ในที่มืดที่อุณหภูมิห้อง 12-16 ชั่วโมง จะได้สารละลาย ABTS radical นำมาเจือจางด้วยเอทานอล 99% ให้ได้ค่าการดูดกลืนคลีนแสงเท่ากับ  $0.70 \pm 0.02$  ที่ความยาวคลื่นที่ 734 นาโนเมตร ด้วยเครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ รุ่น Libra S70 เตรียมสารละลายตัวอย่างที่มีความเข้มข้น 25, 50, 250, 500 และ 1,000 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร นำสารละลายตัวอย่าง

แต่ละความเข้มข้น 50 ไมโครลิตร เติมสารละลาย ABTS radical 950 ไมโครลิตร ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 10 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 734 นาโนเมตร ด้วยเครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ รุ่น Libra S70 และทำการเตรียมสารละลายมาตรฐาน BHT, BHA และ แอลฟา-โทโคฟีรอล เหมือนสารตัวอย่าง ทำการทดลอง 3 ซ้ำ คำนวณหาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ABTS เปรียบค่าที่ได้กับกราฟมาตรฐานของ BHT, BHA และ แอลฟา-โทโคฟีรอล (Arao et al., 2001)

#### การวิเคราะห์ฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส ด้วยวิธี Dopachrome

ทำการทดสอบฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนสโดยใช้ Dopachrome method โดยเปรียบเทียบกับสารละลายมาตรฐานกรดโคจิก (kojic acid) ซึ่งเป็นสารควบคุมเชิงบวก เตรียมสารละลายตัวอย่างและสารละลายมาตรฐานกรดโคจิกที่ความเข้มข้น 25, 50 250 500 และ 1,000 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร ในเอทานอล 99% นำสารละลายตัวอย่างแต่ละความเข้มข้นมา 40 ไมโครลิตร สารละลายเอนไซม์ไทโรซิเนส 125 ยูนิท/มิลลิลิตร 40 ไมโครลิตร เติมสารละลายควบคุม (sodium phosphate buffer 50 มิลลิโมลาร์, pH 6.8) 80 ไมโครลิตร บ่มที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 นาที จากนั้นเติมสารละลาย L-DOPA (butylated hydroxyanisole) 40 ไมโครลิตร บ่มต่อที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 นาที วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 475 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง Microplate Reader รุ่น EnSpire 2300N สำหรับชุดควบคุมไม่เติมสารตัวอย่าง ทำการทดลอง 3 ซ้ำ (Zare et al., 2024; Derić et al., 2016; Napagoda et al., 2018) นำค่าที่ได้มาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนส (% tyrosinase Inhibition) ดังสมการ

$$\% \text{ tyrosinase Inhibition} = (A_{\text{control}} - A_{\text{sample}}) / A_{\text{control}} \times 100$$

สร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นแต่ละความเข้มข้นของสารสกัดกับ % tyrosinase Inhibition เพื่อคำนวณค่าความเข้มข้นของสารสกัดที่สามารถยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสได้ 50% (IC<sub>50</sub>)

#### การทดสอบฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์แซนทีนออกซิเดส

ทำการทดสอบฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์แซนทีนออกซิเดสของสารสกัดตัวอย่าง โดยผสมสารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ (Phosphate buffer 50 มิลลิโมลาร์, pH 7.5) 130 ไมโครลิตร กับสารสกัดตัวอย่างหรือสารมาตรฐานอัลโลพิวรินอล (allopurinol) (ความเข้มข้น 0.1-100 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร) 10 ไมโครลิตร และเอนไซม์แซนทีนออกซิเดส (xanthine oxidase) (0.1 ยูนิท/มิลลิลิตร) 10 ไมโครลิตร บ่มที่อุณหภูมิห้อง 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที เติมสารละลายแซนทีน (0.15 มิลลิโมลาร์) 100 ไมโครลิตร บ่มต่อที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที หยุดปฏิกิริยาเพื่อหยุดการทำงานของเอนไซม์ด้วยการเติมสารละลายกรดไฮโดรคลอริก (HCl) 1 โมลาร์ 20 ไมโครลิตร วัดค่าการดูดกลืนแสงซึ่งแสดงถึงปริมาณของกรดยูริกที่สร้างขึ้นที่ความยาวคลื่น 290 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง Microplate Reader รุ่น EnSpire 2300N ทำการทดลอง 3 ซ้ำ (Nguyen et al., 2004) ตัวควบคุมเชิงบวกคือ สารมาตรฐานอัลโลพิวรินอล คำนวณหาเปอร์เซ็นต์การยับยั้งเอนไซม์แซนทีนออกซิเดส (% xanthine oxidase Inhibition)

$$\% \text{ xanthine oxidase Inhibition} = (\Delta A_{\text{control}} - A_{\text{sample}}) / \Delta A_{\text{control}} \times 100$$

สร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นแต่ละความเข้มข้นของสารสกัดกับ % Xanthine oxidase Inhibition เพื่อคำนวณค่าความเข้มข้นของสารสกัดที่สามารถยับยั้งเอนไซม์แซนทีนออกซิเดสได้ 50% (IC<sub>50</sub>)

#### การทดสอบฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียของสารสกัดหยาบโดยวิธี agar well diffusion method

ทำการทดสอบฤทธิ์ยับยั้งเชื้อแบคทีเรียก่อโรคแกรมบวกได้แก่ *Staphylococcus aureus* TISTR746, *Bacillus cereus* TISTR 1449 และแกรมลบคือ *Salmonella typhimurium* TISTR1472 โดยวิธี agar well diffusion method เตรียมเชื้อแบคทีเรียทั้ง 3 ชนิด มาเพาะเลี้ยงในอาหารเหลว nutrient broth (NB)

บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส 18-24 ชั่วโมง ปรับความเข้มข้นของเชื้อให้ได้  $10^8$  CFU / มิลลิลิตร โดยทำการเทียบกับ McFarland standard #0.5 ด้วยอาหารเหลว NB หลังจากนั้นเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ Mueller Hinton broth (MHA) ในจานเพาะเชื้อปริมาตร 20 มิลลิลิตร รอให้อาหารแข็งตัว ใช้ไม้พันสำลีปราศจากเชื้อจุ่มลงในหลอดที่มีเชื้อแบคทีเรียที่ทำการทดสอบที่ปรับความขุ่นแล้ว นำมาป้ายลงบนผิวหน้าอาหารเลี้ยงเชื้อ MHA ให้ทั่วทั้งจาน โดยป้ายแบบ 3 ระบาย หมุนจานเพาะเชื้อ 60 องศา ในแต่ละระบาย เพื่อให้เชื้อกระจายสม่ำเสมอทั่วทั้งจาน ทำการเจาะหลุมโดยใช้ cork borer ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 มิลลิเมตร จำนวน 4 หลุมต่อจาน นำสารสกัดตัวอย่างแต่ละตัวอย่างที่ความเข้มข้น 50 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร โดยการเจือจางสารสกัดหยาบเข้มข้น (500 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ซึ่งได้จากการสกัดยีส 500 กรัมในเอทานอล 95% ปริมาตร 1000 มิลลิลิตร) ด้วย 1% DMSO (dimethyl sulfoxide) ในอัตราส่วน 1:10 เพื่อให้ได้ความเข้มข้นที่ต้องการ ใส่ในจานอาหารปริมาตร 50 ไมโครลิตร นำจานเพาะเชื้อไปวางที่อุณหภูมิห้องประมาณ 30 นาที เพื่อให้สารทดสอบแพร่ลงในอาหารเลี้ยงเชื้อก่อนนำไปเลี้ยงเชื้อบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส 24 ชั่วโมง เมื่อครบเวลา นำจานเพาะเชื้อมาตรวจผลโดยทำวัดเส้นผ่านศูนย์กลางของบริเวณยับยั้ง (inhibition zone) ด้วยเวอร์เนียคาลิเปอร์ หน่วย มิลลิเมตร โดยใช้ 1% DMSO เป็นตัวควบคุมเชิงลบ และใช้สเตรปโตมัยซิน (streptomycin) และเตตระไซคลิน (tetracycline) ที่ความเข้มข้น 10 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร เป็นตัวควบคุมเชิงบวก (positive control) ทำการประเมินผลการยับยั้งของสารสกัด ทำการทดลอง 3 ซ้ำ (Balouiri et al., 2016; Clinical & Laboratory Standards Institute, 2021)

**การศึกษาความเข้มข้นขั้นต่ำสุดในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย (minimum inhibition concentration; MIC) โดยวิธี tube dilution method**

ทำการเตรียมเชื้อแบคทีเรียเลี้ยงทั้ง 3 ชนิด โดยเพาะเลี้ยงในอาหารเหลว NB และบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18–24 ชั่วโมง ปรับความเข้มข้นของเชื้อให้ได้  $10^8$  CFU/มิลลิลิตร โดยเทียบกับ McFarland standard #0.5 แล้วทำการเจือจางเชื้อลง 100 เท่า ด้วยอาหารเหลว MHB เพื่อให้ได้ความเข้มข้น  $1.5 \times 10^6$  CFU/มิลลิลิตร จากนั้นเตรียมสารสกัดหยาบแต่ละตัวอย่าง ได้แก่ สารสกัดจากใบ ดอก และกิ่งของ ยี่โถ ในช่วงความเข้มข้น 1.562, 3.125, 6.25, 12.5, 25 และ 50 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร เตรียม 96-well microtiter plate โดยเติมอาหารเหลว MHB ลงในแต่ละหลุม ๆ ละ 100 ไมโครลิตร จากนั้นเติมเชื้อแบคทีเรียที่เตรียมไว้ลงไปในแต่ละหลุมที่ความเข้มข้น 1% (v/v) ปริมาตร 100 ไมโครลิตร และเติมสารสกัดในปริมาตร 100 ไมโครลิตร จากนั้นบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง โดยใช้ตัวควบคุมเชิงลบ คือ 1% DMSO ตัวควบคุมเชิงบวก คือ ไซยาปฏิวินอะมาตรฐาน เช่น เตตระไซคลิน และสเตรปโตมัยซิน และตัวควบคุม คือ ไม่มีการเติมเชื้อแบคทีเรีย หลังการบ่ม นำผลจาก microtiter plate ที่ผ่านการบ่มเชื้อมาใช้ เข้มเขี่ยเชื้อขีดเชื้อลงบนผิวหน้าอาหารแข็ง (MHA) และบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เพื่อตรวจสอบการเจริญของเชื้อแบคทีเรีย โดยพิจารณาค่า MIC จากความเข้มข้นต่ำสุดของสารสกัดที่ไม่ปรากฏการเจริญของเชื้อบนจานอาหาร ทั้งนี้ทำการทดลองจำนวน 3 ซ้ำ (Balouiri et al., 2016)

**การศึกษาค่าความเข้มข้นที่สามารถฆ่าเชื้อแบคทีเรียได้ (minimal bactericidal concentration; MBC) ด้วยวิธี plate dilution**

นำสารสกัดตัวอย่างมาทำการเจือจางลงในอาหาร MHB (mueller hinton broth) เพาะเชื้อแบคทีเรีย โดยบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง และนำมาตรวจการทำลายเชื้อทดสอบดูการกระจายเชื้อบนผิวอาหาร MHB ในปริมาตร 100 ไมโครลิตร บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส 24 ชั่วโมง

ตรวจสอบการเจริญของเชื้อเพื่อตรวจสอบฤทธิ์ทำลายเชื้อแบคทีเรีย อ่านค่า MBC โดยค่า MBC ที่อ่านได้คือ ค่าความเข้มข้นต่ำสุดของสารสกัดที่ทำให้ไม่ปรากฏการเจริญของเชื้อในจานอาหารที่ทดสอบ ทั้งนี้ทำการทดลอง 3 ซ้ำ (Balouiri et al., 2016)

#### การวิเคราะห์ทางสถิติ

นำผลการศึกษาที่ได้มาวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนด้วยวิธี ANOVA และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's multiple-range tests ที่ระดับ  $p < 0.05$

#### ผลการวิจัยและอภิปรายผล

##### ผลการสกัดสารจากส่วนต่างๆ ของยี่โถ

เมื่อนำส่วนต่างๆ ของยี่โถ ได้แก่ ใบ ดอก และกิ่ง มาอบแห้ง ทำการบดให้ละเอียด สกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอล 95 % เป็นเวลา 7 วัน หลังจากนั้นทำการกรองและระเหยแห้งด้วยเครื่องระเหยสารแบบหมุนภายใต้สุญญากาศ พบว่า สารสกัดที่สกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอล 95% จะได้เป็นส่วนสกัดหยาบที่มีลักษณะเป็นของเหลวข้นเหนียวสีน้ำตาล น้ำหนักและร้อยละของสารสกัดหยาบ ผลดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 น้ำหนักและร้อยละของสารสกัดหยาบจากใบ ดอก และกิ่งของยี่โถ

ชนิดของสารสกัดเอทานอล	น้ำหนักสารสกัดหยาบ (g)	ร้อยละสารสกัดหยาบ
ใบ	39.23	7.84
ดอก	42.59	8.51
กิ่ง	30.45	6.09

จากตารางที่ 1 เมื่อนำส่วนต่าง ๆ ของยี่โถ ได้แก่ ใบ ดอก และกิ่ง ไปทำการสกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอล พบว่า สารสกัดหยาบจากดอกยี่โถ มีน้ำหนักสารสกัดหยาบสูงที่สุด คิดเป็นร้อยละสารสกัดหยาบเท่ากับ 8.51 รองลงมาคือ สกัดหยาบจากใบยี่โถ คิดเป็นร้อยละสารสกัดหยาบ เท่ากับ 7.84 ผลการศึกษานี้พบว่า ร้อยละของสารสกัดหยาบที่ได้อยู่ในช่วงที่ใกล้เคียงกับการศึกษาของ Nithya et al., (2016) ซึ่งรายงานว่าร้อยละของสารสกัดเอทานอลจากพืชในวงศ์เดียวกันอยู่ในช่วง 5-10% ขึ้นอยู่กับชนิดของพืช ส่วนที่ใช้ และฤดูกาลที่เก็บตัวอย่าง ความแตกต่างของปริมาณสารสกัดในแต่ละส่วนของพืชอาจเนื่องมาจากหน้าที่ทางสรีรวิทยาที่แตกต่างกัน

##### ผลการวิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด และปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมด

ผลการวิเคราะห์หาปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดของสารสกัดหยาบส่วนต่าง ๆ ของยี่โถ ได้แก่ ใบ ดอก และกิ่ง พบว่า สารสกัดหยาบส่วนต่าง ๆ ของยี่โถ มีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดอยู่ระหว่าง  $31.66 \pm 2.27$  ถึง  $60.33 \pm 1.00$  mg GAE/g extract โดยสารสกัดหยาบดอกยี่โถมีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดสูงที่สุด เท่ากับ  $60.33 \pm 1.00$  mg GAE/g extract การวิเคราะห์หาปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมด พบว่า สารสกัดหยาบส่วนต่าง ๆ ของยี่โถ มีปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมดอยู่ระหว่าง  $25.65 \pm 3.31$  ถึง  $36.70 \pm 0.89$  mg QE/g extract โดยพบว่าสารสกัดหยาบดอกยี่โถมีปริมาณฟลาโวนอยด์สูงที่สุด  $36.70 \pm 0.89$  mg QE/g extract ผลดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดและฟลาโวนอยด์ทั้งหมดของสารสกัดหยาบจากใบ ดอก และกิ่งยี่โถ

สารสกัดหยาบ	ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด (mg GAE/g extract)	ปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมด (mg QE/g extract)
ใบยี่โถ	49.42 ± 0.75 <sup>B</sup>	30.34 ± 0.95 <sup>B</sup>
ดอกยี่โถ	60.33 ± 1.00 <sup>A</sup>	36.70 ± 0.89 <sup>A</sup>
กิ่งยี่โถ	31.66 ± 2.27 <sup>C</sup>	25.65 ± 3.31 <sup>C</sup>

หมายเหตุ: ตัวอักษรที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (p<0.05)

การที่ดอกยี่โถมีปริมาณสารฟีนอลิกและฟลาโวนอยด์สูงที่สุดอาจสัมพันธ์กับศักยภาพในการออกฤทธิ์ทางชีวภาพ โดย Teugwa et al., (2013) รายงานว่า ปริมาณสารฟีนอลิก และฟลาโวนอยด์ที่สูงในพืชวงศ์ Apocynaceae มีความสัมพันธ์โดยตรงกับฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ต้านการอักเสบ และต้านเบาหวาน ซึ่งมีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ Wen et al., (2017) ที่พบว่า พืชวงศ์ Apocynaceae ส่วนดอกจะมีการสะสมสารทุติยภูมิในปริมาณสูงกว่าส่วนอื่น ๆ เช่น สารกลุ่มฟีนอลิก และฟลาโวนอยด์ เนื่องจากส่วนดอกมีบทบาทสำคัญในการให้สี กลิ่น และป้องกันดอกจากการทำลายของรังสี UV และแมลงศัตรูพืช

การที่ส่วนดอกมีปริมาณสารฟีนอลิกและฟลาโวนอยด์สูงกว่าส่วนอื่นๆ อาจเกี่ยวข้องกับกลไกทางสรีรวิทยาของพืช โดย Zhang et al., (2007) ได้อธิบายว่า พืชจะมีการสะสมสารทุติยภูมิในปริมาณสูงในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการสืบพันธุ์ เช่น ดอก เพื่อป้องกันอวัยวะสืบพันธุ์และดึงดูดแมลงผสมเกสร ขณะที่ส่วนกิ่งซึ่งมีหน้าที่หลักในการลำเลียงน้ำและอาหาร อาจมีความจำเป็นในการสะสมสารเหล่านี้น้อยกว่า นอกจากนี้การที่ส่วนต่างๆ ของยี่โถมีปริมาณสารสำคัญแตกต่างกันอาจเกี่ยวข้องกับโครงสร้างทางพฤกษศาสตร์ระดับเซลล์ Gama et al. (2017) พบว่า ในพืชวงศ์ Apocynaceae มีโครงสร้างเฉพาะที่เรียกว่า laticifers ซึ่งเป็นท่อน้ำยางที่มีการสะสมสารทุติยภูมิในปริมาณสูง โดยส่วนดอกจะมีความหนาแน่นของโครงสร้างนี้มากกว่าส่วนอื่น ๆ ซึ่งอาจอธิบายการสะสมสารฟีนอลิก และฟลาโวนอยด์ที่สูงกว่าในส่วนดอก

#### ผลการวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

##### ผลการวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH assay

ผลการวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วย DPPH radical ของสารสกัดหยาบส่วนต่างๆ ของยี่โถ ได้แก่ ใบ ดอก และกิ่ง พบว่า สารสกัดหยาบดอกยี่โถมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงสุด โดยมีค่า IC<sub>50</sub> เท่ากับ 15.45 ± 0.34 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร รองลงมาคือ สารสกัดหยาบใบยี่โถ มีค่า IC<sub>50</sub> เท่ากับ 18.71 ± 0.45 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร เมื่อเทียบกับสารละลายมาตรฐาน BHA, BHT และ แอลฟา-โทโคฟีรอล โดยมีค่า IC<sub>50</sub> เท่ากับ 14.25 ± 0.35 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร 14.25 ± 0.35 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร และ 17.56 ± 0.41 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ผลดังตารางที่ 3

##### ผลการวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี ABTS assay

ผลการวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี ABTS assay ของสารสกัดหยาบส่วนต่างๆ ของยี่โถ ได้แก่ ใบ ดอก และกิ่ง พบว่า สารสกัดหยาบดอกยี่โถมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงสุด โดยมีค่า IC<sub>50</sub> เท่ากับ 13.94 ± 0.10 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร รองลงมาคือ สารสกัดหยาบใบยี่โถ มีค่า IC<sub>50</sub> เท่ากับ 16.80 ± 0.36 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร เมื่อเทียบกับสารละลายมาตรฐาน BHA, BHT และ แอลฟา-โทโคฟีรอล โดยมีค่า IC<sub>50</sub> เท่ากับ 14.76 ± 0.14 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร 13.86 ± 0.18 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร และ 15.52 ± 0.45 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ผลดังตารางที่ 3

ในการศึกษานี้ได้ใช้วิธี DPPH assay และ ABTS assay เพื่อประเมินฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดหายาจากส่วนต่าง ๆ ของยี่โถ ได้แก่ ใบ ดอก และกิ่ง เนื่องจากทั้งสองวิธีมีหลักการตรวจวัดที่แตกต่างกัน จึงให้ภาพรวมที่ครอบคลุมเกี่ยวกับศักยภาพในการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดได้ดียิ่งขึ้น โดยที่ DPPH assay เป็นวิธีที่อาศัยการถ่ายโอนโปรตอนหรือไฮโดรเจนจากสารต้านอนุมูลอิสระไปยังอนุมูลอิสระ DPPH• ซึ่งเป็นอนุมูลที่มีความเสถียรในตัวเอง และแสดงสีม่วงเข้ม การที่สารต้านอนุมูลอิสระสามารถเปลี่ยน DPPH• ให้กลายเป็นสารที่ไม่เป็นอนุมูลได้จะทำให้สีของสารละลายจางลง ซึ่งสามารถวัดค่าการเปลี่ยนแปลงของความเข้มแสงได้ โดยวิธีนี้เหมาะสำหรับประเมินสารที่มีคุณสมบัติ hydrogen-donating ability และวิธี ABTS assay อาศัยหลักการถ่ายโอนอิเล็กตรอน และโปรตอนไปยังอนุมูล ABTS•<sup>+</sup> ซึ่งสามารถละลายได้ดีทั้งในน้ำ และสารอินทรีย์ จึงเหมาะสำหรับการตรวจวัดสารออกฤทธิ์ทั้งที่มีขั้ว (polar) และไม่มีขั้ว (non-polar) อีกทั้งยังไวต่อสารที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในกลุ่มที่ละลายในน้ำ เช่น ฟีนอลิก และกลุ่มที่ละลายในไขมัน เช่น วิตามินอี ผลการทดลองทั้งสองวิธีสอดคล้องกันคือ สารสกัดหายาจากดอกยี่โถมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงสุด รองลงมาคือใบ และต่ำสุดคือกิ่ง สะท้อนถึงความสามารถในการบริจาคโปรตอนหรืออิเล็กตรอนเพื่อยับยั้งอนุมูลอิสระได้ดีของสารสกัดจากดอกยี่โถ ซึ่งมีค่า IC<sub>50</sub> ต่ำที่สุดในทั้งสองวิธี โดยเฉพาะเมื่อเปรียบเทียบกับสารมาตรฐาน เช่น BHA, BHT และแอลฟา-โทโคฟีรอล พบว่า สารสกัดจากดอกยี่โถมีฤทธิ์ใกล้เคียงกับ BHT และสามารถต้านอนุมูลอิสระได้ดีกว่าใบ และกิ่งอย่างมีนัยสำคัญ สาเหตุที่สารสกัดจากดอกยี่โถมีฤทธิ์สูงสุด สอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก และฟลาโวนอยด์ทั้งหมด ซึ่งพบว่า จะมีปริมาณสูงที่สุดในส่วนของดอก ทั้งนี้เนื่องจากดอกไม้เป็นอวัยวะที่สัมผัสกับรังสี UV โดยตรง และต้องการกลไกป้องกันตนเอง จึงมีการสะสมสารทุติยภูมิที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูง เช่น เคอซิทิน รูทีน และฟลาโวนอยด์ ชนิดอื่น ๆ มากกว่าส่วนอื่นของพืช (Lu et al., 2014) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Saeed et al. (2012) ที่อธิบายว่าสารประกอบฟีนอลิก และฟลาโวนอยด์มีความสามารถในการให้อะตอมไฮโดรเจนให้กับอนุมูลอิสระ และยับยั้งปฏิกิริยาลูกโซ่ของการเกิดออกซิเดชัน แม้ว่าทั้ง DPPH และ ABTS จะใช้หลักการประเมินที่คล้ายคลึงกัน แต่ความแตกต่างทางเคมีของอนุมูลที่ใช้ในแต่ละวิธี ทำให้สามารถแยกแยะความสามารถของสารออกฤทธิ์แต่ละกลุ่มได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น การใช้ทั้งสองวิธีร่วมกันจึงเป็นแนวทางที่เหมาะสมในการประเมินฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากพืชอย่างครอบคลุม

### ตารางที่ 3 ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดหายาจากใบ ดอก และกิ่งยี่โถ

สาร	ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ	
	DPPH assay IC <sub>50</sub> (มิลลิกรัม/มิลลิลิตร)	ABTS assay IC <sub>50</sub> (มิลลิกรัม/มิลลิลิตร)
สารสกัดหายาจากใบยี่โถ	18.71 ± 0.45 <sup>D</sup>	16.80 ± 0.36 <sup>D</sup>
สารสกัดหายาจากดอกยี่โถ	15.45 ± 0.34 <sup>B</sup>	13.94 ± 0.10 <sup>A</sup>
สารสกัดหายาจากกิ่งยี่โถ	21.19 ± 0.39 <sup>E</sup>	18.83 ± 0.24 <sup>E</sup>
สารมาตรฐานแอลฟา-โทโคฟีรอล	17.56 ± 0.41 <sup>C</sup>	15.52 ± 0.45 <sup>C</sup>
สารมาตรฐาน BHT	14.25 ± 0.35 <sup>A</sup>	13.86 ± 0.18 <sup>A</sup>
สารมาตรฐาน BHA	15.94 ± 0.51 <sup>B</sup>	14.76 ± 0.14 <sup>B</sup>

หมายเหตุ: ตัวอักษรที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ( $p < 0.05$ )

### ผลการวิเคราะห์ฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส

ผลการวิเคราะห์ฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสจากสารสกัดหยาบจากใบ ดอก และกิ่งยี่โถ พบว่า สารสกัดหยาบดอกยี่โถมีฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสสูงสุด โดยมีค่า  $IC_{50}$   $15.56 \pm 0.51$  มิลลิกรัม/มิลลิลิตร รองลงมาคือ สารสกัดหยาบใบยี่โถ โดยมีค่า  $IC_{50}$   $17.15 \pm 0.23$  มิลลิกรัม/มิลลิลิตร เมื่อเทียบกับสารละลายมาตรฐานกรดโคจิก โดยมีค่า  $IC_{50}$  เท่ากับ  $15.72 \pm 0.31$  มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ผลดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ฤทธิ์ต้านเอนไซม์ไทโรซิเนสของสารสกัดหยาบจากใบ ดอก และกิ่งยี่โถ

สารสกัดหยาบ	Tyrosinase Inhibitory activity $IC_{50}$ (มิลลิกรัม/มิลลิลิตร)
ใบยี่โถ	$17.15 \pm 0.23^B$
ดอกยี่โถ	$15.56 \pm 0.51^A$
กิ่งยี่โถ	$18.51 \pm 0.37^C$
สารมาตรฐานกรดโคจิก	$15.72 \pm 0.31^A$

หมายเหตุ: ตัวอักษรที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ( $p < 0.05$ )

สารสกัดหยาบจากดอกยี่โถมีฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสสูงกว่าส่วนอื่น ๆ สอดคล้องกับปริมาณสารฟีนอลิก และฟลาโวนอยด์ทั้งหมดที่พบสูงในดอก Zengin et al., (2014) รายงานว่า สารประกอบฟีนอลิก ฟลาโวนอยด์ มีบทบาทสำคัญในการยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสซึ่งเกี่ยวข้องกับการสร้างเม็ดสีเมลานิน โดยสาร เช่น เควอซิทิน และแคมเฟอรอล สามารถจับกับบริเวณเร่งของเอนไซม์ และยับยั้งการทำงานของฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสของสารสกัดดอกยี่โถที่ใกล้เคียงกับสารละลายมาตรฐานกรดโคจิก และสอดคล้องกับการศึกษาของ Muddathir et al., (2017) ที่พบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฟลาโวนอยด์กับฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสในพืชวงศ์ Apocynaceae ส่วนสารสกัดกิ่งมีฤทธิ์น้อยที่สุดสอดคล้องกับปริมาณสารฟีนอลิก และฟลาโวนอยด์ที่ต่ำ สารเหล่านี้ยับยั้งเอนไซม์โดยจับกับไอออนทองแดงในบริเวณเร่ง ผลการศึกษานี้แสดงถึงศักยภาพของสารสกัดดอกยี่โถในการพัฒนาเป็นสารยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสจากธรรมชาติสำหรับผลิตภัณฑ์ปรับสภาพผิวหรือด้านการเกิดรอยดำจากแสงแดด

### ผลการทดสอบฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์แซนทีนออกซิเดส

ผลการวิเคราะห์ฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์แซนทีนออกซิเดสจากสารสกัดหยาบจากใบ ดอก และกิ่งยี่โถ พบว่า สารสกัดหยาบดอกยี่โถมีฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์แซนทีนออกซิเดสสูงสุด โดยมีค่า  $IC_{50}$   $15.49 \pm 0.40$  มิลลิกรัม/มิลลิลิตร รองลงมาคือ สารสกัดหยาบใบยี่โถ โดยมีค่า  $IC_{50}$   $17.60 \pm 0.54$  มิลลิกรัม/มิลลิลิตร เมื่อเทียบกับสารละลายมาตรฐานอัลโลพูรินอล โดยมีค่า  $IC_{50}$  เท่ากับ  $16.23 \pm 0.00$  มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ผลดังตารางที่ 5

### ตารางที่ 5ฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์แซนทีนออกซิเดสของสารสกัดหยาบจากใบ ดอก และกิ่งของยี่โถ

สารสกัดหยาบ	xanthine oxidase inhibitory activity IC <sub>50</sub> (มิลลิกรัม/มิลลิลิตร)
ใบยี่โถ	17.60 ± 0.54 <sup>B</sup>
ดอกยี่โถ	15.49 ± 0.40 <sup>A</sup>
กิ่งยี่โถ	19.46 ± 0.43 <sup>C</sup>
สารมาตรฐานอัลโลพูรีนอล	16.23 ± 0.00 <sup>AB</sup>

หมายเหตุ: ตัวอักษรที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ( $p < 0.05$ )

สารสกัดหยาบจากดอกยี่โถมีฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์แซนทีนออกซิเดสสูงที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณสารฟีนอลิกและฟลาโวนอยด์ทั้งหมดที่สูงกว่าส่วนอื่น ปริมาณสารฟีนอลิกและฟลาโวนอยด์กับค่า IC<sub>50</sub> สอดคล้องกับงานวิจัยของ Havlik et al., (2010) ที่พบว่าพืชวงศ์ Apocynaceae มีสารกลุ่มฟลาโวนอยด์ ฟลาโวนอล และแทนนินที่ยับยั้งเอนไซม์แซนทีนออกซิเดส โดยส่วนดอกมักมีฤทธิ์สูงกว่าเนื่องจากการสะสมสารทุติยภูมิมากกว่า Cos et al., (1998) รายงานว่า ฟลาโวนอยด์ เช่น เควอซิทิน แคมเฟอร์อล และลูทีโอลิน มีฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์แซนทีนออกซิเดสซึ่งเกี่ยวข้องกับการสร้างกรดยูริก Nguyen et al., (2020) พบว่า กลไกการยับยั้งขึ้นอยู่กับโครงสร้างของฟลาโวนอยด์ โดยโครงสร้างที่มีหมู่ไฮดรอกซิลในตำแหน่ง C-5 และ C-7 และพันธะคู่ระหว่าง C-2 และ C-3 มีฤทธิ์สูง นอกจากนี้ Li et al., (2024) รายงานว่า quercetin และอนุพันธ์มีฤทธิ์ใกล้เคียงกับสารมาตรฐานอัลโลพูรีนอล ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาที่พบว่า สารสกัดดอกยี่โถมีฤทธิ์ใกล้เคียงกับสารมาตรฐานอัลโลพูรีนอลแสดงให้เห็นถึงศักยภาพในการพัฒนาเป็นสารยับยั้งเอนไซม์แซนทีนออกซิเดสจากธรรมชาติสำหรับรักษาโรคเก๊าท์

#### ผลการทดสอบฤทธิ์ยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย

ผลการทดสอบฤทธิ์ยับยั้งเชื้อแบคทีเรียของสารสกัดหยาบจากใบ ดอก และกิ่งยี่โถที่สกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอล ด้วยวิธี agar well diffusion พบว่า สารสกัดหยาบจากใบ ดอก และกิ่งยี่โถ มีฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย 3 ชนิด คือ *S. aureus* TISTR746 *S. typhimurium* TISTR1472 และ *B. cereus* TISTR1449 ซึ่งแบคทีเรียเหล่านี้เป็นแบคทีเรียที่ก่อโรคเกี่ยวกับอาหารเป็นพิษและโรคท้องร่วง โดยสารสกัดหยาบดอกยี่โถสามารถยับยั้งเชื้อ *S. aureus* TISTR746 ได้ดี โดยมีค่า Inhibition zone มากที่สุด เท่ากับ 7.45 ± 0.16 มิลลิเมตร รองลงมาคือ *B. cereus* TISTR1449 และ *S. typhimurium* TISTR1472 โดยมีค่าศูนย์กลางของบริเวณยับยั้ง เท่ากับ 6.84 ± 0.04 มิลลิเมตร และ 6.12 ± 0.09 มิลลิเมตร ตามลำดับ แต่ยังไม่สามารถยับยั้งได้ดี เมื่อเทียบกับสารปฏิชีวนะมาตรฐานสเตรปโตมัยซิน และเตตระไซคลิน และเมื่อเปรียบเทียบกับตัวควบคุมเชิงลบซึ่งใช้สารละลาย 1% DMSO ไม่พบการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย ผลดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ผลการทดสอบฤทธิ์ยับยั้งเชื้อแบคทีเรียของสารสกัดหยาบจากใบ ดอก และกิ่งยี่โถ

สาร	ผลฤทธิ์ยับยั้งเชื้อแบคทีเรียของสารสกัด (Inhibition zone, mm.± SD)		
	<i>S. aureus</i> TISTR746	<i>S. typhimurium</i> TISTR1472	<i>B. cereus</i> TISTR1449
สารสกัดหยาบจากใบยี่โถ	5.36 ± 0.05 <sup>D</sup>	4.09 ± 0.07 <sup>D</sup>	5.11 ± 0.09 <sup>D</sup>
สารสกัดหยาบจากดอกยี่โถ	7.45 ± 0.16 <sup>C</sup>	6.12 ± 0.09 <sup>C</sup>	6.84 ± 0.04 <sup>C</sup>
สารสกัดหยาบจากกิ่งยี่โถ	3.42 ± 0.22 <sup>E</sup>	2.81 ± 0.12 <sup>E</sup>	3.02 ± 0.02 <sup>E</sup>
1% DMSO	-	-	-
สเตรปโตมัยซิน	12.47 ± 0.19 <sup>A</sup>	10.39 ± 0.22 <sup>B</sup>	12.26 ± 0.10 <sup>A</sup>
เตตระไซคลิน	12.04 ± 0.06 <sup>B</sup>	10.42 ± 0.12 <sup>A</sup>	11.84 ± 0.11 <sup>B</sup>

หมายเหตุ: ตัวอักษรที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ( $p < 0.05$ )  
- ไม่พบฤทธิ์ยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย

สารสกัดหยาบดอกยี่โถมีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อแบคทีเรียสูงที่สุดเมื่อเทียบกับส่วนอื่น ๆ ของยี่โถ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Jahan et al. (2011) ที่พบว่า พืชวงศ์ Apocynaceae ส่วนดอกมีการสะสมสารทุติยภูมิที่มีฤทธิ์ต้านจุลชีพสูง Rahman et al. (2014) รายงานว่า สารสกัดจากพืชในวงศ์นี้มีประสิทธิภาพในการยับยั้ง *S. aureus* เนื่องจากมีสารที่ออกฤทธิ์เฉพาะต่อผนังเซลล์ของแบคทีเรียแกรมบวก Cushnie & Lamb (2005) พบความสัมพันธ์เชิงบวกระหว่างปริมาณสารฟีนอลิก และฟลาโวนอยด์กับฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียผ่านกลไกการยับยั้งการสังเคราะห์กรดนิวคลีอิก และการทำลายเยื่อหุ้มเซลล์ Simoes et al. (2009) อธิบายว่า สารสกัดจากพืชออกฤทธิ์ผ่านกลไกที่หลากหลายทำให้แบคทีเรียพัฒนาการดื้อยาได้ยากกว่ายาปฏิชีวนะมาตรฐาน Kozłowska et al. (2022) พบว่า สารสกัดพืชสามารถเสริมฤทธิ์กับยาปฏิชีวนะ และ Hussein et al. (2013) อธิบายว่า การที่กิ่งยี่โถมีฤทธิ์ต้านแบคทีเรียต่ำ เนื่องจากส่วนกิ่งมีลิกนิน และเซลลูโลสเป็นองค์ประกอบหลัก แต่มีสารทุติยภูมิน้อยกว่าส่วนดอก และใบซึ่งมีเมแทบอลิซึมสูง และมักสะสมสารต้านจุลชีพในปริมาณมากกว่า และผลจากการทดสอบกับตัวควบคุมเชิงลบซึ่งใช้สารละลาย 1% DMSO ไม่พบการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียใด ๆ ผลที่ได้ยืนยันว่าฤทธิ์ต้านแบคทีเรียที่ตรวจพบ เป็นผลจากสารออกฤทธิ์ที่มีอยู่ในสารสกัดยี่โถโดยตรง ไม่ใช่ผลข้างเคียงหรืออิทธิพลจากตัวทำละลายเอทานอลที่ใช้ในกระบวนการสกัด

ตารางที่ 7 ค่า minimal inhibitory concentration (MIC) และค่า minimal bactericidal concentration (MBC) ของสารสกัดหายาจากใบ ดอก และกิ่งยี่โถ

สารสกัดหายาจาก ส่วนต่างๆ ของยี่โถ	<i>S. aureus</i> TISTR746		<i>S. typhimurium</i> TISTR1472		<i>B. cereus</i> TISTR1449	
	MIC	MBC	MIC	MBC	MIC	MBC
	(มิลลิกรัม/ มิลลิลิตร)	(มิลลิกรัม/ มิลลิลิตร)	(มิลลิกรัม/ มิลลิลิตร)	(มิลลิกรัม/ มิลลิลิตร)	(มิลลิกรัม/ มิลลิลิตร)	(มิลลิกรัม/ มิลลิลิตร)
ใบยี่โถ	12.5	50	12.5	50	12.5	50
ดอกยี่โถ	12.5	50	12.5	50	12.5	50
กิ่งยี่โถ	25	50	25	50	25	50

จากตารางที่ 7 พบว่า สารสกัดหายาใบและดอกยี่โถมีค่า MIC เท่ากันที่ 12.5 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ต่อเชื้อแบคทีเรียทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ *S. aureus* TISTR746 *S. typhimurium* TISTR1472 และ *B. cereus* TISTR1449 ในขณะที่สารสกัดจากกิ่งยี่โถมีค่า MIC ที่ 25 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร และสารสกัดหายาจากทุกส่วนของยี่โถมีค่า MBC เท่ากันที่ 50 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ต่อเชื้อแบคทีเรียทั้ง 3 ชนิด ผลการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่า สารสกัดหายาจากใบ และดอกยี่โถมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียได้ดีกว่าสารสกัดจากกิ่งยี่โถ แต่อย่างไรก็ตามทุกส่วนของยี่โถมีความสามารถในการฆ่าเชื้อแบคทีเรียที่ความเข้มข้นเดียวกันคือ 50 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร

ค่า MBC ที่สูงกว่า MIC 2-4 เท่า สอดคล้องกับงานของ Abdallah (2020) ที่พบว่า สารสกัดพืชต้องใช้ความเข้มข้นสูงกว่าในการฆ่าเชื้อเมื่อเทียบกับการยับยั้ง เนื่องจากสารทุติยภูมิในพืชจะยับยั้งเมแทบอลิซึมมากกว่าทำลายโครงสร้างเซลล์โดยตรง ขณะที่ค่า MIC ที่เท่ากัน (12.5 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร) ของสารสกัดหายาใบ และดอกต่อแบคทีเรียทั้ง 3 ชนิด และสอดคล้องกับ Naz et al. (2021) ที่พบว่า พืชวงศ์ Apocynaceae มีฤทธิ์ต้านแบคทีเรียแบบกว้าง มีประสิทธิภาพใกล้เคียงกันทั้งต่อแบคทีเรียแกรมบวก และแกรมลบ โดยสารสกัดกิ่งมีค่า MIC สูงกว่า (25 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร) แต่มีค่า MBC เท่ากับส่วนอื่น (50 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร) อธิบายได้จาก Jaberian et al. (2013) ที่พบว่า องค์ประกอบทางเคมีที่แตกต่างในส่วนต่าง ๆ ของพืชส่งผลต่อกลไกการออกฤทธิ์ที่ต่างกัน ส่วนอัตราส่วน MBC:MIC ของสารสกัดใบ และดอก และกิ่ง แสดงถึงฤทธิ์ฆ่าเชื้อ (Bactericidal)

## สรุป

จากการศึกษาผลของสารสกัดหายายี่โถจากส่วนต่าง ๆ ที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส ฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์แซนทีนออกซิเดส และฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย โดยทำการสกัดส่วนต่าง ๆ ของยี่โถ ได้แก่ ใบ ดอก และกิ่งด้วยเอทานอล พบว่า ดอกให้ร้อยละสารสกัดสูงสุด และสารสกัดหายาดอกยี่โถมีปริมาณฟีนอลิก และฟลาโวนอยด์ทั้งหมดสูงสุด เมื่อเทียบกับสารสกัดหายาจากใบ และกิ่งยี่โถ เมื่อทดสอบฤทธิ์ทางชีวภาพ ได้แก่ ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส และฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์แซนทีนออกซิเดส สารสกัดหายาดอกยี่โถมีฤทธิ์ทางชีวภาพสูงเมื่อเทียบสารสกัดหายาจากใบ และกิ่งยี่โถ และฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย สารสกัดหายาจากดอก และใบดีกว่าสารสกัดจากกิ่ง ในขณะที่ฤทธิ์การฆ่าเชื้อแบคทีเรีย สารสกัดจากส่วนต่าง ๆ ทั้งสามส่วนไม่แตกต่างกัน

ข้อค้นพบที่สำคัญของงานวิจัยนี้คือ การแสดงให้เห็นว่า สารสกัดหยาบจากดอกยี่โถมีฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ แชนทีนออกซิเดสโดยมีค่าใกล้เคียงกับ allopurinol ที่เป็นยามาตรฐานในการรักษาโรคเก๊าท์ ซึ่งสารสกัดหยาบ ดอกยี่โถมีศักยภาพในการที่จะนำมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพ และความงาม โดยเฉพาะในด้านการต้านอนุมูลอิสระ การยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส และการยับยั้งเอนไซม์แชนทีนออกซิเดส อย่างไรก็ตาม การตรวจพบคาร์ดิแอกไกลโคไซด์ในทุกส่วนของยี่โถเป็นประเด็นที่ต้องคำนึงถึงความปลอดภัยในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ โดยอาจต้องมีการสกัดแยก บริสุทธิ์ หรือควบคุมปริมาณของสารกลุ่มนี้เพื่อลดความเสี่ยงจากความเป็นพิษ

ทั้งนี้ งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาขั้นต้น (preliminary study) ที่ดำเนินการในระดับห้องปฏิบัติการเท่านั้น จึงจำเป็นต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมในระดับคลินิก เพื่อประเมินประสิทธิภาพและความปลอดภัยในมนุษย์ก่อนนำไปใช้จริงในผลิตภัณฑ์ทางสุขภาพหรือเครื่องสำอาง

### ข้อเสนอแนะ

ควรศึกษาโครงสร้างทางเคมีของสารออกฤทธิ์บริสุทธิ์จากดอกยี่โถ กลไกการออกฤทธิ์ในระดับโมเลกุล การศึกษาด้านพิษวิทยา เพื่อความปลอดภัยในการใช้สมุนไพรชนิดนี้ต่อไป และนำไปสู่การพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ เพื่อสุขภาพ และความงาม และเป็นทางเลือกที่น่าสนใจในการใช้ประโยชน์จากพืชสมุนไพรไทยอย่างยั่งยืน

### กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณศูนย์วิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ ที่เอื้อเฟื้ออุปกรณ์ เครื่องมือ และสถานที่สำหรับการทดลอง

### เอกสารอ้างอิง

- Abdallah, E. M. (2020). Plants: An alternative source for antimicrobials. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 1(6), 16-20.
- Arnao, M. B., Cano, A., & Acosta, M. (2001). The hydrophilic and lipophilic contribution to total antioxidant activity. *Food Chemistry*, 73(2), 239-244.
- Azwanida, N. N. (2015). A review on the extraction methods use in medicinal plants, principle, strength and limitation. *Med aromat plants*, 4(196), 2167-0412.
- Balouiri, M., Sadiki, M., & Ibsouda, S. K. (2016). Methods for in vitro evaluating antimicrobial activity: A review. *Journal of Pharmaceutical Analysis*, 6(2), 71-79.
- Calderón-Montaño, J. M., Burgos-Morón, E., Orta, M. L., Mateos, S., & López-Lázaro, M. (2013). A hydroalcoholic extract from the leaves of *Nerium oleander* inhibits glycolysis and induces selective killing of lung cancer cells. *Planta Medica*, 79(12), 1017–1023.
- Clinical and Laboratory Standards Institute. (2021). *Performance standards for antimicrobial susceptibility testing* (31<sup>st</sup> ed.). CLSI supplement M100.
- Cos, P., Vlietinck, A. J., Vanden Berghe, D., & Maes, L. (2006). Anti-infective potential of natural products: How to develop a stronger in vitro 'proof-of-concept'. *Journal of Ethnopharmacology*, 106(3), 290–302.

- Cos, P., Ying, L., Calomme, M., Hu, J. P., Cimanga, K., Van Poel, B., Pieters, L., Vlietinck, A. J., & Vanden Berghe, D. (1998). Structure–Activity Relationship and Classification of Flavonoids as Inhibitors of Xanthine Oxidase and Superoxide Scavengers. **Journal of Natural Products**, 61(1), 71–76.
- Cushnie, T. P. T., & Lamb, A. J. (2005). Antimicrobial activity of flavonoids. **International Journal of Antimicrobial Agents**, 26(5), 343–356.
- Dalbeth, N., Merriman, T. R., & Stamp, L. K. (2016). Gout. **The Lancet**, 388(10055), 2039-2052.
- Deriňá, B., Sasinková, V., & Kováčová, E. (2016). The unravelling of the complex pattern of tyrosinase inhibition. **Scientific Reports**, 6(1), 34993.
- Gama, T. D. S. S., Rubiano, V. S., & Demarco, D. (2017). Laticifer development and its growth mode in *Allamanda blanchetii* A. DC.(Apocynaceae). **The Journal of the Torrey Botanical Society**, 144(3), 303-312.
- Handa, S. S. (2008). An overview of extraction techniques for medicinal and aromatic plants. **Extraction technologies for medicinal and aromatic plants**, 1(1), 21-40.
- Havlik, J., de la Huebra, R. G., Hejtmankova, K., Fernandez, J., Simonova, J., Melich, M., & Rada, V. (2010). Xanthine oxidase inhibitory properties of Czech medicinal plants. **Journal of ethnopharmacology**, 132(2), 461-465.
- Hussain, M., Bakhsh, H., Aziz, A., Majeed, A., Khan, I. A., Mujeeb, A., & Farooq, U. (2013). Comparative In vitro study of antimicrobial activities of flower and whole plant of *Jasminum officinale* against some human pathogenic microbes. **Journal of Pharmacy and Alternative Medicine**, 2(4), 33-43.
- Jahan, S., Gosh, T., Begum, M., & Saha, B. K. (2011). Nutritional profile of some tropical fruits in Bangladesh: specially anti-oxidant vitamins and minerals. **Bangladesh Journal of Medical Science**, 10(2), 95-103.
- Kozłowska, M., Ścibisz, I., Przybył, J. L., Laudy, A. E., Majewska, E., Tarnowska, K., Małajowicz, J., & Ziarno, M. (2022). Antioxidant and antibacterial activity of extracts from selected plant material. **Applied Sciences**, 12(19), 9871.
- Liguori, I., Russo, G., Curcio, F., Bulli, G., Aran, L., Della-Morte, D., Gargiulo, G., Testa, G., Cacciatore, F., Bonaduce, D., & Abete, P. (2018). Oxidative stress, aging, and diseases. **Clinical Interventions in Aging**, 13, 757-772.
- Li, J., Ni, Y., Li, J., & Fan, L. (2024). Xanthine oxidase inhibitory activity of quercetin and its derivatives: Interaction mechanism and evaluation methods. **Food Bioscience**, 59, 103982.
- Lu, Y., Knoo, T. J., & Wiart, C. (2014). Phytochemical analysis and antioxidant activity determination on crude extracts of *Melodinus eugeniifolus* barks and leaves from Malaysia. **Pharmacology & Pharmacy**, 5(8), 773–780.

- Mohadjerani, M. (2012). Antioxidant activity and total phenolic content of *Nerium oleander* L. grown in North of Iran. **Iranian Journal of Pharmaceutical Research**, 11(4), 1121-1126.
- Mouhcine, M., Amin, L., Saaid, A., Khalil, H., Laila, B., & Mohammed, E. M. (2019). Cytotoxic, antioxidant and antimicrobial activities of *Nerium oleander* collected in Morocco. **Asian Pacific Journal of Tropical Medicine**, 12(1), 32-37.
- Muddathir, A. M., Yamauchi, K., Mitsunaga, T., & Batubara, I. (2017). Anti-tyrosinase, total phenolic content and antioxidant activity of selected Sudanese medicinal plants. **South African Journal of Botany**, 109, 9-15.
- Naz, R., Ayub, H., Nawaz, S., Islam, Z. U., Yasmin, T., Bano, A., Wakeel, A., Zia, S., & Roberts, T. H. (2021). Antimicrobial activity, toxicity and anti-inflammatory potential of methanolic extracts of four ethnomedicinal plant species from Punjab, Pakistan. **BMC Complementary and Alternative Medicine**, 17(1), 302.
- Nguyen, M. T. T., Awale, S., Tezuka, Y., Tran, Q. L., Watanabe, H., & Kadota, S. (2004). Xanthine oxidase inhibitory activity of Vietnamese medicinal plants. **Biological and Pharmaceutical Bulletin**, 27(9), 1414-1421.
- Nithya, P. Y., Kala, S. J., & Mohan, V. R. (2016). Evaluation of total phenolics, flavonoid contents and in-vitro antioxidant properties of *Catharanthus pusillus* (Apocynaceae). **IJPSR**, 7, 3021-3027.
- Umamaheswari, M., Asokkumar, K., Sivashanmugam, A. T., Remyaraju, A., Subhadradevi, V., & Ravi, T. K. (2009). In vitro xanthine oxidase inhibitory activity of the fractions of *Erythrina stricta* Roxb. **Journal of ethnopharmacology**, 124(3), 646-648.
- Prommuak, C., D-Eknamkul, W. & Shotipruk, A. (2008). Extraction of flavonoids and carotenoids from thai silk waste and antioxidant activity of extract. **Separation and Purification Technology**, 62(2), 444-448.
- Rahman, M. M., Ahmad, S. H., Mohamed, M. T. M., & Ab Rahman, M. Z. (2014). Antimicrobial compounds from leaf extracts of *Jatropha curcas*, *Psidium guajava*, and *Andrographis paniculata*. **The Scientific World Journal**, 2014(1), 635240.
- Saeed, N., Khan, M. R., & Shabbir, M. (2012). Antioxidant activity, total phenolic and total flavonoid contents of whole plant extracts *Torilis leptophylla* L. **BMC complementary and alternative medicine**, 12(1), 221.
- Zare, F., Sadeghian, S., Khoshneviszadeh, M., Pasbani, M., Sabet, R., & Sadeghpour, H. (2024). Assessment of Anti-tyrosinase and Antioxidant Activities along with Molecular Docking Studies, and in silico ADME of Some 3-Hydroxypyridin-4-one Derivatives. **Trends in Pharmaceutical Sciences**, 10(3). 251.
- Simoes, M., Bennett, R. N., & Rosa, E. A. (2009). Understanding antimicrobial activities of phytochemicals against multidrug resistant bacteria and biofilms. **Natural product reports**, 26(6), 746-757.

- VL, S. (1999). Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. **Methods in Enzymology**, 299, 152-178.
- Teugwa, C. M., Mejiato, P. C., Zofou, D., Tchinda, B. T., & Boyom, F. F. (2013). Antioxidant and antidiabetic profiles of two African medicinal plants: *Picralima nitida* (Apocynaceae) and *Sonchus oleraceus* (Asteraceae). **BMC complementary and alternative medicine**, 13(1), 175.
- Jaberian, H., Piri, K., & Nazari, J. (2013). Phytochemical composition and in vitro antimicrobial and antioxidant activities of some medicinal plants. **Food chemistry**, 136(1), 237-244.
- Wen, L., Zhao, Y., Jiang, Y., Yu, L., Zeng, X., Yang, J., Tian, M., Liu, H., & Yang, B. (2017). Identification of a flavonoid C-glycoside as potent antioxidant. **Free Radical Biology and Medicine**, 110, 92–101.
- Napagoda, M. T., Kumari, M., Qader, M. M., De Soyza, S. G., & Jayasinghe, L. (2018). Evaluation of tyrosinase inhibitory potential in flowers of *Cassia auriculata* L. for the development of natural skin whitening formulation. **European Journal of Integrative Medicine**, 21, 39-42.
- Zengin, G., Uysal, A., Güneş, E., & Aktümsek, A. (2014). Survey of phytochemical composition and biological effects of three extracts from a wild plant (*Cotoneaster nummularia* Fisch. et Mey.): A potential source for functional food ingredients and drug formulations. **PLOS ONE**, 9(11), e113527.
- Zhang, J., Subramanian, S., Zhang, Y., & Yu, O. (2007). Flavone synthases from *Medicago truncatula* are flavanone-2-hydroxylases and are important for nodulation. **Plant Physiology**, 144(2), 741-751.

## PROTOTYPE GINGER SLICING MACHINE WITH PARAMETER CONTROL FOR IMPROVED PRODUCTION EFFICIENCY

Yotsawat Jantana<sup>1\*</sup>

Received : July, 7, 2025

Revised : December 15, 2025

Accepted : December 18, 2025

### Abstract

This research aimed to design and develop a ginger slicing machine with appropriate parameter control suitable for the Tid-Mai-Tid-Mue Community Enterprise. The study employed the principles of Design of Experiment (DoE) using a  $2^k$  Full Factorial Design to investigate the factors affecting the machine's performance. The experimental results revealed that the coefficient of determination (R-sq) was 99.61% and the adjusted R-sq was 98.23%, indicating excellent model fit. A two-tailed hypothesis test was conducted with the null hypothesis  $H_0: \mu = 78.63$  and the alternative hypothesis  $H_1: \mu \neq 78.63$ . The P-value was 0.809 at a significance level of 0.05 indicated that the results followed a normal distribution and met statistical validity requirements. A performance evaluation comparing manual slicing with the developed ginger slicing machine showed that manual labor required 486 seconds to slice 3 kilograms of ginger, whereas the developed machine achieved an 80.38% reduction in processing time, completing the same task in approximately 95 seconds. Implementation of the machine significantly reduced labor workload, production costs, and operator fatigue while increasing productivity. Additionally, it contributed to the enhancement of herbal product processing to better meet market and community enterprise demands.

**Keywords:** Community Enterprise, Design of Experiment, Ginger Slicing Machine, Parameter Control, Production Efficiency

---

<sup>1</sup> Department of Computer Engineering, Faculty of Agricultural Technology and Industrial Technology, Phetchabun Rajabhat University, e-mail: yotsawat.j@pcru.ac.th

\* Corresponding Author Email: yotsawat.j@pcru.ac.th

## Introduction

Community enterprises serve as primary mechanisms for strengthening the country's grassroots economy by generating income for the nation, creating employment opportunities, serving as instruments for addressing local poverty issues, and fostering entrepreneurship through the creation of occupational groups and new entrepreneurs (Wattapron et al., 2024). Community enterprises encompass business activities related to the production of goods, provision of services, or other operations conducted by individuals with established bonds who collaborate to generate income and promote self-reliance among families within communities and between communities (Sutthikhun & Jaimun, 2024).

Phetchabun Province comprises 1,022 community enterprises (Community Enterprise Promotion Division, 2024), with Khao Kho District hosting numerous community enterprises that predominantly collaborate to process agricultural products for value addition (Phueakbuakhao et al., 2021). The Tid-Mai-Tid-Mue Community Enterprise, represents one such agricultural processing enterprise within the district. Field interviews conducted with the Tid-Mai-Tid-Mue Community, revealed that the group specializes in ginger processing, leveraging the numerous therapeutic properties of ginger, including relief of gastric distension, treatment of digestive disorders, and alleviation of abdominal bloating and flatulence (Pali et al., 2020). The enterprise's primary product, brown sugar ginger, experiences substantial market demand; however, the group encounters significant challenges in developing processing technology for ginger products, resulting in production capacity that fails to meet market requirements.

In response to this identified problem, the researcher developed an interest in conducting a study to develop a prototype ginger slicing machine capable of appropriate parameter control (Thavornwat et al., 2022) through the application of analytical principles and control of variables affecting the ginger slicing process prior to processing operations (Saenjit et al., 2025). The objective was to achieve consistent quality output that aligns with community enterprise requirements, facilitating innovation analysis and design while conducting experimental studies of appropriate factors (Chanpahol & Jantana, 2022) for optimal ginger slicing machine configuration. This research employed quantitative decision-making technology based on mathematical models to implement Design of Experiment (DoE) (Puntanagornpat et al., 2024) methodology for systematic experimental planning and process control (Maneerat & Ngaoprasertwong, 2023). The study utilized a two-factor full factorial design ( $2^k$  Full Factorial Design) to examine the effects of factors influencing productivity (Kaddar et al., 2024) and to identify optimal parameters for agricultural product production and processing. This approach enables efficient development and control of production processes, ensures product quality confidence, and contributes significantly to production cost reduction while increasing productivity for the Tid-Mai-Tid-Mue Community Enterprise.

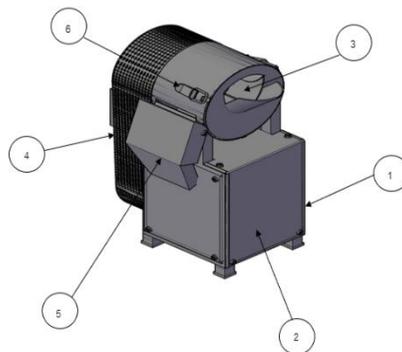
## Objectives

1. To design and construct a prototype ginger slicing machine with adjustable parameter control to improve processing efficiency.
2. To find the appropriate parameters using Design of Experimental ( $2^k$ ) for controlling Prototype Ginger Slicing Machine.

## Research Methodology

### 1. Design and Construction of a Ginger Slicing Machine

The operational principle of the ginger slicing machine employs blade-based slicing mechanisms utilizing centrifugal force to propel ginger heads (ginger rhizomes) into contact with cutting blades according to predetermined theoretical assumptions.



**Figure 1.** Structural design of the ginger slicing machine

As illustrated in Figure 1, the design of the principal components of the ginger slicing machine comprises the following equipment specifications: Component 1 represents the main structural framework of the ginger slicing machine; Component 2 consists of the electric motor and electrical control circuit housing; Component 3 encompasses the impeller and shaft assembly; Component 4 includes the pulley system, bearing cartridge assembly, belt installation mechanism, and protective belt cover; Component 5 comprises the cutting blades and ginger discharge channel; and Component 6 incorporates the ginger rhizome input chamber equipped with a locking cover for machine maintenance operations. The design methodology utilized computer-aided engineering software to facilitate the design process. The machine's main structural dimensions are depicted in Figure 2. The researcher selected stainless steel sheet material with a thickness of 2 mm, which was formed into a circular cylindrical configuration with a radius of 230 mm and welded to a base constructed from 1x1-inch stainless steel square

tubing. The overall dimensions measure 313 mm in width, 210 mm in length, and 584 mm in height. The internal blade mounting assembly features an adjustment slot measuring 150 mm in length and 40 mm in height. The cutting blade assembly for ginger slicing incorporates blades measuring 141 mm in length and 25 mm in width, designed to perform the cutting and slicing functions of ginger rhizomes. The system includes a ginger separator plate positioned at the discharge end, measuring 217 mm in width, 149 mm in length, and 102 mm in height, which functions to contain the processed ginger and direct the output flow to prevent material dispersion. Additionally, a control cabinet is provided for machine operation control, as demonstrated in Figure 3.



**Figure 2.** Machine Structural Configuration



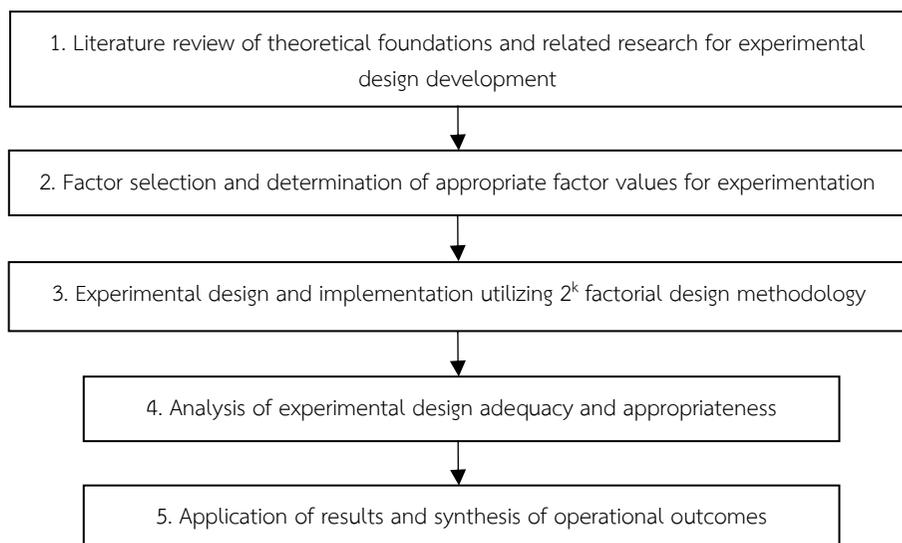
**Figure 3.** Prototype Ginger Slicing Machine

## 2. Experimental design

This research divided the experimental design into two principal components:

2.1 The identification of factors influencing the experimental process and factors affecting ginger slicing performance through factor screening utilizing a  $2^k$  factorial experimental design to eliminate non-significant main factors and retain the remaining significant main factors for further investigation to determine optimal conditions.

2.2 Experimentation to determine optimal factor levels through analysis of input parameters of the ginger slicing machine, which can be illustrated as a flowchart depicting the sequential steps of the experimental design procedure, as presented in Figure 4.



**Figure 4.** Experimental design flowchart

The experimental design for ginger slicing aims to achieve the predetermined target dimensions, whereby the ginger slices produced by the prototype machine must maintain a thickness ranging between 20-26 mm, as illustrated in Figure 5, to satisfy the specifications required for processing into value-added products within the ginger-based confectionery community enterprise.



Figure 5. Sample of ginger slices produced by the machine

### 3. Experimental Factor Selection

Five experts evaluated and scored the input factors influencing the ginger slicing performance to identify significant experimental variables. The evaluation revealed that the factors affecting ginger slicing performance include motor speed, blade angle, ginger size, blade length, and ginger moisture content. The assessment employed a scoring system and utilized a cause-and-effect matrix (Cause and Effect Diagram or Fishbone Diagram) (Pyzdek, 2003) to illustrate the relationships between quality characteristics and associated factors. Upon identification of the experimental input variables, the determination of principal factors for experimentation through factor analysis based on Pareto principles, applying the 80:20 rule to classify the relationships between factors in the experimental design process, as demonstrated in Figure 6.

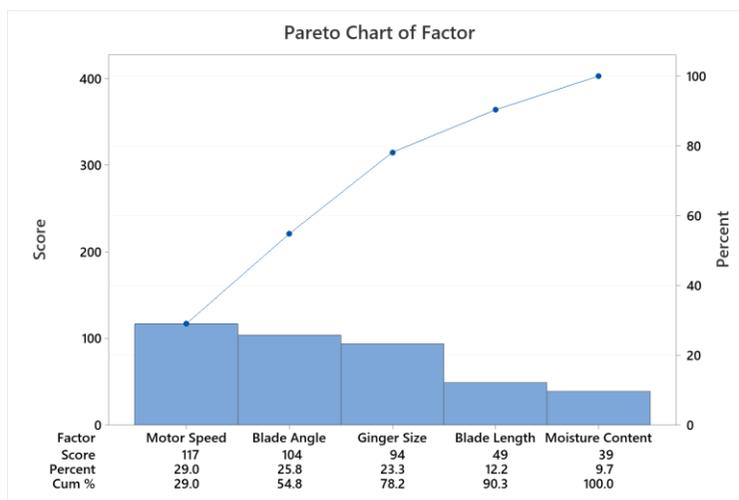


Figure 6. Pareto chart illustrating the relationship between factors for experimentation

Based on this rationale, the researcher concluded that the factors with the highest scores represent the input variables that are interrelated in the operation of the ginger slicing machine. Three primary factors were identified: motor speed, blade angle, and ginger size, which constitute controllable input variables. The motor speed for slicing ginger ranges from 210 to 310 rpm. Operating below this range results in incomplete slicing, while excessive speeds produce slices that do not meet the desired thickness. The selected motor speed aligns with the findings reported by (El-Haq et al, 2016). Each factor was designated to comprise two levels to achieve the desired output values, as presented in Table 1.

**Table 1:** Factors representing input variable relationships for experimental design

Factors	Level of Factors	Unit
Blade Angle	17 - 25	Degree
Motor Speed	210 – 310	Rpm
Ginger Size	100 - 200	Millimeter

#### 4. Design of Experiments for Optimizing Ginger Slicing Parameters

Although various experimental design techniques exist, this research employed a full factorial experimental design (Palaphan, 2017) for the investigation of two-level factors ( $2^k$  Full Factorial Design) Which is suitable for experiments involving a small number of factors and up to three levels per factor, due to its capability to simultaneously examine both main factor effects and interaction effects within a single experimental framework.

The experimental response variable (Pawaree et al., 2023) was defined as the processing time required for ginger slicing using the prototype machine. The objective was to control and optimize parameter settings for appropriate machine configuration in production operations. Experiments were conducted using 3 kg of ginger rhizomes per trial, with a total of 10 experimental runs, representing a cumulative quantity of 30 kg of ginger.

#### 5. Hypothesis Testing

Hypothesis testing is the statistical process employed to verify the parameters obtained from ginger slicing machine adjustments derived from experimental design. This process utilizes sampling techniques and statistical methods to assess the reliability of these values. The objective is to confirm whether the obtained values are accurate and consistent with statistical principles. The hypothesis framework is divided into two primary components:

- 1) Null Hypothesis ( $H_0$ )
- 2) Alternative Hypothesis ( $H_1$  or  $H_a$ )

If the hypothesis test results reject the null hypothesis ( $H_0$ ), the alternative hypothesis ( $H_1$ ) must be accepted by implication (Palaphan, 2017).

## Results and Discussion

The full factorial experiment investigated three factors at two levels each. The experimental design consisted of  $2^3 = 8$  factorial runs, supplemented by 2 center point (Ct Pt) experiments to enhance experimental accuracy through the identification of central values for analyzing design relationships appropriately using Minitab software version 19. The total experimental runs comprised 10 trials. The results of the factor correlation analysis are presented in Table 2.

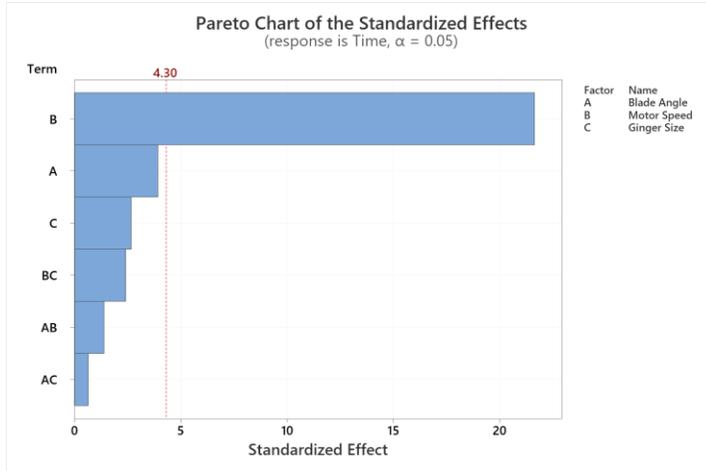
**Table 2:** Results factor to analysis of variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Model	7	3963.97	566.28	72.48	0.014
Linear	3	3830.37	1276.79	163.43	0.006
Blade Angle	1	120.13	120.13	15.38	0.059
Motor Speed	1	3655.13	3655.13	467.86	0.002
Ginger Size	1	55.13	55.13	7.06	0.117
2-Way Interactions	3	63.37	21.12	2.70	0.281
Blade Angle*Motor Speed	1	15.12	15.12	1.94	0.299
Blade Angle*Ginger Size	1	3.13	3.13	0.40	0.592
Motor Speed*Ginger Size	1	45.13	45.13	5.78	0.138
Curvature	1	70.22	70.22	8.99	0.096
Error	2	15.62	7.81		
Lack-of-Fit	1	3.12	3.12	0.25	0.705
Pure Error	1	12.50	12.50		
<b>Total</b>	<b>9</b>	<b>3979.60</b>			

Analysis of Table 2 revealed that the main effects comprise blade angle, motor speed, and ginger size. It can be concluded that among the main effects, the motor speed factor significantly influences the response variable, as evidenced by a P-value less than 0.05. Table 3 demonstrates that the variance analysis from the designed experiment yielded an R-squared value of 99.61% and an adjusted R-squared value of 98.23%, both exceeding 70% (Palaphan, 2017), indicating that this experimental design is accurate and appropriate. Consequently, the researcher determined that the motor speed factor exerts the greatest influence on the experimental response.

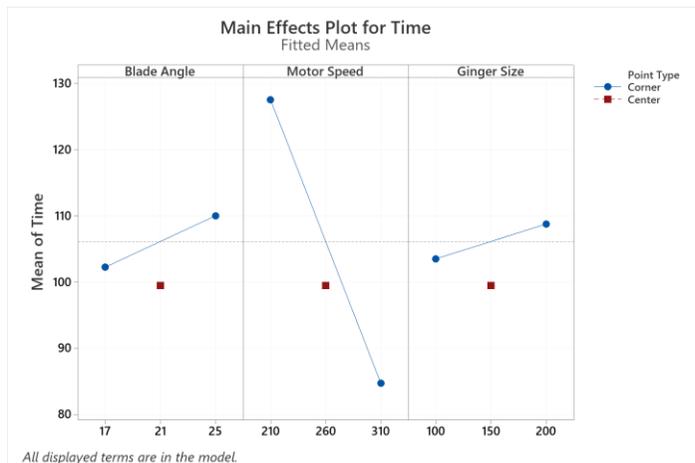
**Table 3:** Model summary analysis results

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
2.79508	99.61%	98.23%	93.72%



**Figure 7.** Pareto chart displaying factor terms

From Figure 7, the Pareto chart demonstrates that the effect value of the rotational speed factor substantially exceeds the critical line, indicating that the rotational speed factor significantly influences the response. However, second-order interactions must also be considered. The central position of the main factor lies within the linear range, the result indicates no significant curvature, thus the linear model is adequate. The primary factor of rotational speed demonstrates a significantly greater effect on the response compared to other factors. Low rotational speed results in extended production time, while high rotational speed leads to reduced production time, as illustrated in Figure 8.



**Figure 8.** Main effects influencing the outcomes

Based on the examination of the interaction plot between two factors, as presented in Figure 9, it can be explained that the terms Blade Angle\*Motor Speed, Blade Angle\*Ginger Size, and Motor Speed\*Ginger Size represent factor interactions that exhibit significant combined effects between each respective term.

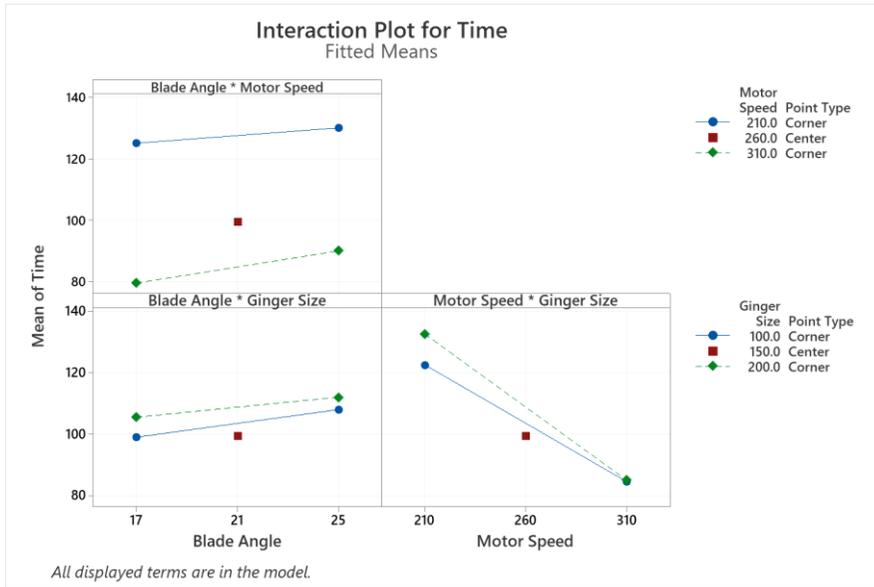


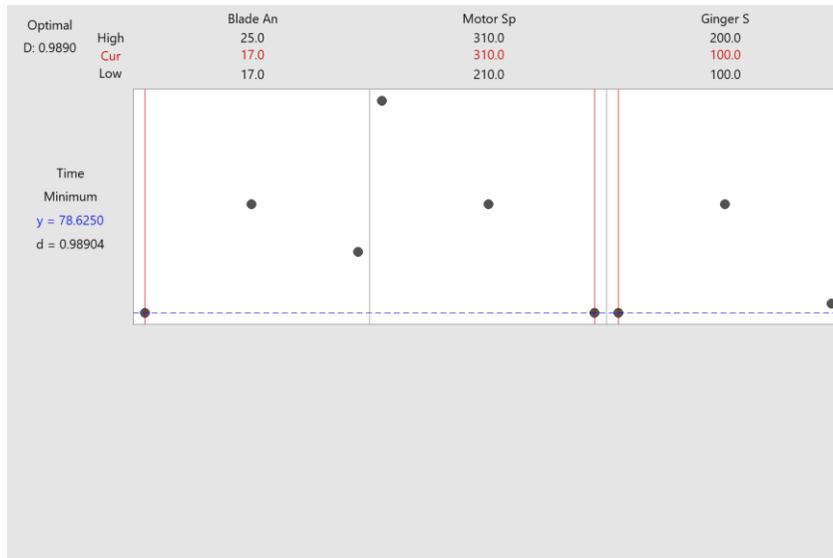
Figure 9. Effects of factor interactions on outcomes

Table 4: Results of multiple response prediction analysis

Variable	Setting			
Blade Angle	17			
Motor Speed	310			
Ginger Size	100			
Response	Fit	SE Fit	95% CI	95% PI
Time	78.63	2.61	(67.38, 89.87)	(62.16, 95.09)

From Table 4, the experimental results obtained through the Minitab program yielded optimal parameter settings for maximizing the efficiency of the ginger slicing prototype machine. The optimal configuration was determined to be: blade angle of 17 degrees, ginger size of 100 mm, and motor speed of 310 rpm. As demonstrated in Figure 10, the experimental outcome yielded a processing time of 78.63 seconds, which enabled the experimental design results to

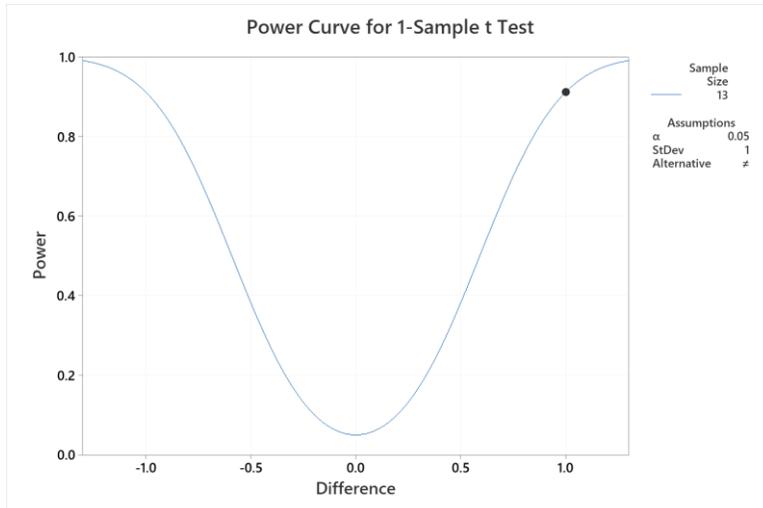
achieve ginger characteristics that satisfied the aforementioned hypothesis requirements while maximizing ginger throughput per operational cycle.



**Figure 10.** Optimal factor level analysis (Response Optimizer)

The optimal factor level analysis (Response Optimizer) to determine parameter settings that minimize the ginger slicing time of the prototype machine. As illustrated in Figure 10, the overall satisfaction of the appropriate factor levels, expressed as Composite Desirability (D), equals 0.9890, indicating a correlation between factor values and response values of 98.90%. This value, being close to unity, is considered to represent an excellent level of optimization.

Hypothesis testing to validate the accuracy of the optimal values through a one-sample t-test. The machine was configured according to the performance-affecting factor values, and hypothesis testing was performed using a randomly selected sample size of 13 trials to determine the number of ginger slicing tests at a significance level of 0.05. The experimental results obtained through the Minitab program are presented in Figure 11.



**Figure 11.** Sample size determination results for testing

Hypothesis testing to validate the values obtained from the ginger slicing machine configuration derived from the experimental design. The machine parameters were set to: blade angle of 17 degrees, ginger size of 100 mm, and motor speed of 310 rpm. A two-tailed hypothesis test (not equal) was employed with random sampling, targeting a processing time of 78.63 seconds per 3 kg of ginger slicing. The significance level was established at 0.05, with the following hypotheses:

Null hypothesis  $H_0: \mu = 78.63$

Alternative hypothesis  $H_1: \mu \neq 78.63$

A two-tailed hypothesis test was performed to confirm the experimental results. The statistical analysis yielded a sample mean of 80.385 seconds, a standard deviation of 3.070 seconds, and a 95% confidence interval ranging from 78.530 to 82.240 seconds. The results indicated that the null hypothesis could not be rejected, as demonstrated in Figures 12 and 13.

**Descriptive Statistics**

N	Mean	StDev	SE Mean	95% CI for $\mu$
13	80.385	3.070	0.851	(78.530, 82.240)

$\mu$ : population mean of Sample Test

**Figure 12.** Hypothesis Test Result

Subsequently, the ginger slicing machine was tested using the experimental design configuration through 13 randomized trials, processing 3 kg of ginger per trial. The machine settings were adjusted according to the experimental design results, with a confidence level set

at 95%. The resulting data were analyzed using the Minitab program, yielding a P-value of 0.809, which exceeds the significance threshold of 0.05. This result confirms that the dataset follows a normal distribution, as illustrated in Figure 13.

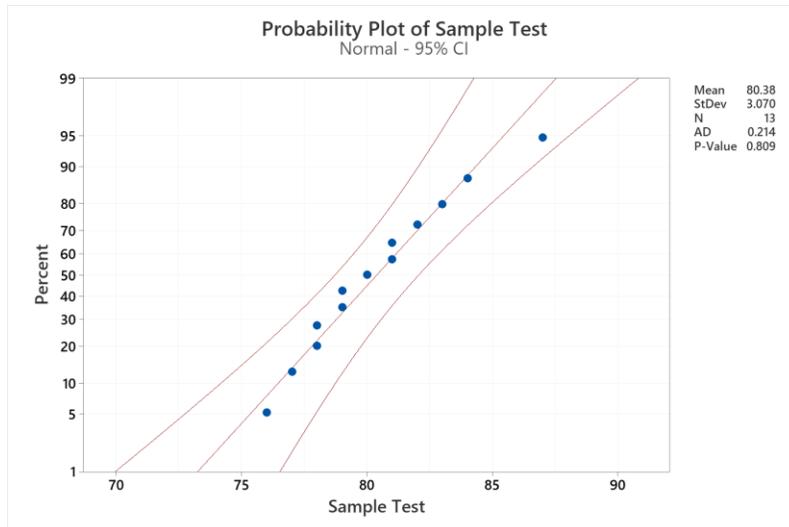


Figure 13. Normal distribution test results

## Conclusions

This research successfully designed and developed a prototype ginger slicing machine equipped with adjustable parameters to enhance processing efficiency for the Tid-Mai-Tid-Mue Community Enterprise. A full factorial experimental design was applied to identify key factors—motor speed, blade angle, and ginger size—affecting machine performance. Experimental results showed that motor speed had the most significant impact, and the optimal configuration was determined to be a blade angle of 17°, ginger size of 100 mm, and motor speed of 310 rpm. The higher motor speed increases centrifugal force, enhancing cutting efficiency while maintaining slice uniformity, enabling the ginger slicing machine to slice ginger according to design specifications while achieving the most suitable ginger slicing time. The researchers conducted a two-tailed hypothesis test (Two Tail Test, Not equal) with null hypothesis  $H_0: \mu = 78.63$  and alternative hypothesis  $H_1: \mu \neq 78.63$ , obtaining a P-value of 0.809 at a significance level of 0.05. Normality of residuals was separately verified using a probability plot, indicating that the experimental results were complete and appropriate. The machine was able to slice 3 kg of ginger in just 80.38 seconds, a six-fold improvement over manual slicing, which takes 486 seconds. This performance significantly reduces labor effort, increases production capacity, and lowers processing costs. The implementation of this machine supports the development of efficient, scalable, and cost-effective processing methods for ginger-based herbal products. As

a result, it offers a practical solution for improving local agricultural processing and increasing income for community enterprises.

## Recommendations

### Recommendations from research findings

To ensure optimal machine performance and slicing quality, ginger rhizomes should be pre-cut to a length of 100-200 mm. This size range allows for smooth feeding into the slicing chamber and results in slices that meet product quality standards required for market distribution.

### Recommendations for future research

Future design enhancements should include an integrated product collection or discharge system. Such a feature would streamline post-slicing handling, reduce material dispersion, improve hygiene, and enhance overall processing efficiency for end users.

## Acknowledgments

The authors gratefully acknowledge the Faculty of Agricultural and Industrial Technology, Research and Development Institute, Phetchabun Rajabhat University, for providing research funding support. Special appreciation is extended to the Tid-Mai-Tid-Mue Community Enterprise, Khao Kho District, Phetchabun Province, for their valuable cooperation and assistance in data collection throughout the course of this research investigation.

## References

- Chanpahol, A., & Jantana, Y. (2022). Optimization for Compress Rubber Screen Machine Setup Using Design of Experiment. *Journal of Engineering and Innovation*, 15(2), 156-164.
- Community Enterprise Promotion Division. (2024). **Summary of the Number of Community Enterprises and Enterprise Networks 2024**. Retrieved from <http://www.agriinfo.doae.go.th/year66/sceb.pdf>
- El-Haq, A., Osama, M., Khater, E. S. G., Bhansawi, A., & El-Ghobashy, H. M. (2016). Design and Development of a Potato Slicing Machine. *Misr Journal of Agricultural Engineering*, 33(1), 123-150.
- Kaddar, L. B., Khelifa, S., & Zareb, M. E. M. (2024). Integration of Statistical Methods and Neural Networks for Temperature Regulation Parameter Optimization. *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, 35(1), 124-132.
- Maneerat, T., & Ngaoprasertwong, J. (2023). Application of Design of Experiments to Reducing Defects in Tablet Packing Process. *Srinakharinwirot University Engineering Journal*, 18(2), 1-16.

- Palaphan, P. (2017). **A Handbook for Statistical Data Analysis and Management Using Minitab**. Nonthaburi: IDC Premier.
- Pali, J., Kamteja, S., & Lakerd, C. (2020). The Utilization of the Family Zingiberaceae Based on Local Wisdom in Chiang Saen District, Chiang Rai Province and its Micropropagation for Conservation. **Ramkhamhaeng Research Journal of Sciences and Technology**, 23(1), 27-38.
- Phueakbuakhao, W., Phueakbuakhao, S., & Sripradit, P. (2021). Achievement of Network Model to Strengthen the Community Enterprise of Processed Pineapple at Ruam Thai Village, Kui Buri District, Prachuap Khiri Khan Province. **Journal of Buddhist Anthropology**, 6(3), 178-193.
- Pawaree, N., Phukapak, S., Puapant, A., & Phukapak, C. (2023). The Spray Dryer Optimization Factor for Yanang Process in small enterprises. **Journal of Science and Technology, Rajabhat Maha Sarakham University**, 6(1), 88-103.
- Puntanagornpat, N., Nilpan, B., & Saisuwan, N. (2024). Waste Reduction in Wooden Furniture Manufacturing to Enhance Logistics Efficiency Using Design of Experiments. **Journal of Bansomdej Engineering and Industrial Technology**, 5(2), 39-52.
- Pyzdek, T. (2003). **The SixSigma Handbook**. New York: McGraw-Hill.
- Saenjit, P., Thurapaeng, C., & Tonglim, T. (2025). Structural Equation Model of Factors Influencing the Adoption of Technology and Innovation in Community Enterprises of the Food and Beverage Industry in The Eastern Region, Group 2. **VRU Research and Development Journal Science and Technology**, 20(1), 183-199.
- Sutthikhun, P., & Jaimun, P. (2024). Sustainable Community-Based Creative Tourism Model. **Journal of Human Society**, 14(1), 61-86.
- Thavornwat, S., Jongwuttanaruk, K., Kanchana, R., & Sangkatip, R. (2022). Defective Reduction in Carton Box Manufacturing Using Design of Experiment (DoE). **Journal of Advanced Development in Engineering and Science**, 12(33), 41-55.
- Wattthapron, S., ArunSutalangkarn, P., & Chimhad, P. (2024). Grassroots Economy: Community Enterprise Development. **Journal of MCU Nakhondhat**, 11(9), 222-231.

## การศึกษาเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ต้นแบบสมุนไพรสเปรย์ไพลแอรโซล

ศิวพงษ์ ตันสุวรรณวงศ์<sup>1</sup> มณฑนา คำอ้าย<sup>2</sup> ณิชรา ชัยวงศ์<sup>3</sup> ธีรนนท์ ธัญชัย<sup>4\*</sup>

Received : May 15, 2025

Revised : December 11, 2025

Accepted : December 18, 2025

## บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาและพัฒนาสูตรตำรับของผลิตภัณฑ์ต้นแบบสมุนไพรสเปรย์ไพลแอรโซล 2) ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ต้นแบบ โดยการพัฒนาสูตรและสัดส่วนของตัวยาน้ำมันและสารขับดันให้เหมาะสมด้วยวิธีการทดลองแบบลองผิดลองถูก จากนั้นตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ สี กลิ่น ความหนืด ค่า pH และตรวจการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคทางผิวหนัง ผลการศึกษาพบว่า สูตรตำรับยาน้ำมันไพลสำหรับเตรียมทาสเปรย์ไพลแอรโซลมี 2 ส่วน ส่วนที่ 1 ประกอบด้วยน้ำมันไพลและน้ำมันหอมระเหยไพล ส่วนที่ 2 ประกอบด้วยน้ำมันมะพร้าว พิมเสน การบูร และเมนทอล เมื่อทั้ง 2 ส่วนผสมกันแล้วนำไปบรรจุในกระป๋องสเปรย์ขนาด 100 มิลลิลิตร โดยมีสัดส่วนของตัวยาน้ำมันและสารขับดันที่ใช้คือแก๊สชีวเทนอยาลงร้อยละ 40 และมีพื้นที่ว่างในกระป๋องร้อยละ 20 ซึ่งเป็นสัดส่วนที่เหมาะสม เมื่อทดสอบสเปรย์ไพลแอรโซลพบว่าตัวยาน้ำมันไม่เหนียวเหนอะหนะ มีจำนวนครั้งเฉลี่ยของการฉีดพ่น  $69.00 \pm 1.48$  ครั้งต่อ 1 กระป๋อง แต่ละครั้งมีปริมาณยาเฉลี่ย  $1.05 \pm 0.05$  มิลลิลิตร คุณสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ต้นแบบพบว่าตัวยามีสีเหลือง กลิ่นหอมไพลอ่อนๆ ตัวยามีค่าความหนืด 20cST และค่าความเป็นกรด-ด่าง  $3.95 \pm 0.01$  นอกจากนี้การตรวจสอบการปนเปื้อนของจุลินทรีย์หลังการบรรจุทันที และเมื่อเก็บสเปรย์ไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 3 และ 6 เดือน ตามลำดับ พบว่า ไม่มีการปนเปื้อนจุลินทรีย์ก่อโรคทางผิวหนังทั้งยีสต์และรา แบคทีเรียรวม *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* และ *Clostridium* spp. ผลการศึกษารังนี้ได้อันแบบสเปรย์ไพลแอรโซลที่มีสัดส่วนเหมาะสมสำหรับบรรจุลงกระป๋องสเปรย์ สามารถใช้แก้อาการปวดเมื่อยกล้ามเนื้อได้สะดวกกว่าการใช้ยาน้ำมันไพลในรูปแบบของเหลว เนื่องจากซึมผ่านผิวหนังได้ดีกว่า ไม่เหนียวเหนอะหนะ จึงเป็นโอกาสพัฒนาสเปรย์ไพลแอรโซลเพื่อดูแลรักษาสุขภาพและส่งเสริมมูลค่าของไพลต่อไป

คำสำคัญ: ผลิตภัณฑ์ต้นแบบ สมุนไพร สเปรย์ไพล แอรโซล

<sup>1</sup> หลักสูตรการแพทย์แผนไทย วิทยาลัยการแพทย์พื้นบ้านและการแพทย์ทางเลือก มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

อีเมล: siwapong201@hotmail.com

<sup>2</sup> หลักสูตรการแพทย์แผนไทย วิทยาลัยการแพทย์พื้นบ้านและการแพทย์ทางเลือก มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

อีเมล: manthana.kha@crru.ac.th

<sup>3</sup> หลักสูตรการแพทย์แผนไทย วิทยาลัยการแพทย์พื้นบ้านและการแพทย์ทางเลือก มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

อีเมล: news\_doctor@hotmail.com

<sup>4</sup> หลักสูตรการแพทย์แผนไทย วิทยาลัยการแพทย์พื้นบ้านและการแพทย์ทางเลือก มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

อีเมล: elfe.tananchai@gmail.com

\* ผู้นิพนธ์หลัก อีเมล: elfe.tananchai@gmail.com

## A STUDY ON THE DEVELOPMENT OF A PROTOTYPE FOR PLAI HERBAL AEROSOL SPRAY

Siwamong Tansuwanwong<sup>1</sup> Manthana Kham-ai<sup>2</sup> Nissara Chaiwong<sup>3</sup> Teeranan Tananchai<sup>4\*</sup>

### Abstract

The objectives of this research were to 1) study and develop the formula of the product prototype for Plai aerosol spray and 2) study the physical and microbial properties of product prototype. Developing formula and proportion of Plai oil and propellant was appropriately carried out using trial-and-error method. Then physical properties of the product prototype were determined including color, odor, viscosity, pH value and skin-pathogenic microbial contamination. The results of the study showed that the Plai oil formula for preparing Plai aerosol spray consisted of two components including, firstly, Plai essential oil and Plai oil and secondly, coconut oil, borneol, camphor and menthol. When two components were mixed, they would be packaged in a 100-milliliter aerosol spray can. The proportion of drug and butane gas used as the propellant was 40% each and another 20% was an empty space. It was the appropriate proportion for mixing before spraying aerosol. When Plai aerosol spray was tested, it showed non-sticky texture. The average number of sprays was  $69.00 \pm 1.48$  times per can and each spray provided an average dosage of  $1.05 \pm 0.05$  milliliters. The physical properties of product prototype exhibited light-yellow color and a subtle fragrance of Plai with a viscosity of 20cST and a pH of  $3.95 \pm 0.01$ . In addition, microbial contamination was checked immediately after packaging and when the spray was stored at room temperature for 3 and 6 months, respectively. It was found that there was no contamination with skin pathogenic microorganisms of yeast and mold, total bacteria, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* and

---

<sup>1</sup> Thai Traditional Medicine Program, School of Traditional and Alternative Medicine, Chiang Rai Rajabhat University, e-mail: siwamong201@hotmail.com

<sup>2</sup> Thai Traditional Medicine Program, School of Traditional and Alternative Medicine, Chiang Rai Rajabhat University, e-mail: manthana.kha@crru.ac.th

<sup>3</sup> Thai Traditional Medicine Program, School of Traditional and Alternative Medicine, Chiang Rai Rajabhat University, e-mail: news\_doctor@hotmail.com

<sup>4</sup> Thai Traditional Medicine Program, School of Traditional and Alternative Medicine, Chiang Rai Rajabhat University, e-mail: elfe.tananchai@gmail.com

\* Corresponding author, e-mail: elfe.tananchai@gmail.com

*Clostridium* spp. The results of this study gained a prototype of a Plai aerosol spray with the suitable proportion for filling into spray can. It was able to relieve muscle pain more conveniently than using Plai oil in liquid form. It also penetrated the skin more easily than liquid form. Therefore, it was an opportunity to develop Plai aerosol spray for healthcare and promote the benefit of Plai herb.

**Keywords:** Product prototype, Herbs, Plai spray, Aerosol

## บทนำ

ไพล (*Zingiber cassumunar*) เป็นพืชสมุนไพรที่เป็นส่วนประกอบสำคัญในตำรับยาแผนไทยทั้งที่ใช้ในการรักษาโรคระบบกระดูกกล้ามเนื้อ และระบบไหลเวียนโลหิต ซึ่งตำราการแพทย์แผนไทยมีการระบุใช้ไพลอยู่ 5 รูปแบบ ได้แก่ ยาปั้นเป็นแท่ง ยาน้ำมัน ยาประคบ ยาขี้ผึ้ง และยาผง (พรนิภา สิทธิสระดู และคณะ, 2565) โดยมีสรรพคุณแก้ปวดเมื่อยกล้ามเนื้อ เคล็ดขัดยอก ฟกช้ำ ลดอาการอักเสบ บวม เส้นตึง เมื่อยขบ เหน็บชา และลดอาการปวด มีฤทธิ์เป็นยาชาเฉพาะที่ เป็นส่วนประกอบในยาประคบ ญวนดตัว บำรุงผิวพรรณ (คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2567) ปัจจุบันมีการนำไพลมาใช้ในหลากหลายรูปแบบ เช่น การนำเหง้าไพลมาคั้นน้ำแล้วทาบริเวณที่ปวดมีประสิทธิภาพในการลดอาการปวดคอ บ่า ไหล่ได้เทียบเท่ากับการใช้น้ำมันไพล (อำพล บุญเพียร และคณะ, 2562) การใช้ไพลในรูปแบบยาพอกสำหรับผู้ป่วยเข้าเสื่อมของโรงพยาบาลสปรอบจ.ลำปาง โดยปรับสูตรมาจากหม้อพื้นบ้านซึ่งมีส่วนประกอบได้แก่ ไพล ขมิ้นชัน ขิง ข่าและตะไคร้ เป็นต้น (วิวัฒน์ ตันตติบริรักษ์ และคณะ, 2566) นอกจากนี้ ไพลยังถูกใช้เป็นยาพื้นบ้านในรูปแบบยาเดี่ยวและยาดำรับในหลายประเทศแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ โดยเฉพาะอินโดนีเซีย มาเลเซีย และไทย เพื่อใช้รักษาโรคหรืออาการต่างๆ เช่น หืดหอบ ไข้หวัดใหญ่ ภาวะอาหารอักเสบ อาการปวดกล้ามเนื้อ เป็นต้น (Musdja, 2021; Al-Amin et al., 2012)

อาการปวดเมื่อยกล้ามเนื้อมีได้หลายลักษณะ เช่น ปวดมากจนขยับร่างกายส่วนนั้นไม่ได้เลย ปวดหนัก ปวดเสียว ปวดเมื่อยล้า ปวดตึง เมื่อเอื้อมแขนหรือยกแขน ปวดเมื่อเอี้ยวตัว เป็นต้น อาการปวดดังกล่าวอาจไม่ได้เกิดตลอดเวลาแต่เกิดบางครั้งบางคราว เป็นๆ หายๆ เช่น ในช่วงเช้าหลังตื่นนอนแล้วรู้สึกตึง ขยับลำบาก หรือเมื่อยล้ามากในช่วงเย็น ในบางคนอาจมีอาการชาบริเวณที่ปวดร่วมด้วยจนทำให้กลัวว่าจะเป็นอัมพฤกษ์ อัมพาต ซึ่งอาการปวดเมื่อยของกล้ามเนื้อมักพบได้บ่อยทั้งในคนทำงานนั่งโต๊ะและผู้ใช้แรงงาน ถ้าไม่ได้จัดการกับอาการปวดเมื่อยและล้าอย่างเหมาะสม อาการอาจมากขึ้นจนกลายเป็นอาการปวดเรื้อรังของกล้ามเนื้อ (Myofascial pain) การยืดกล้ามเนื้อเป็นวิธีหนึ่งซึ่งช่วยป้องกันและรักษาอาการปวดกล้ามเนื้อได้ (สำนักงานกองทุนสนับสนุน

การสร้างเสริมสุขภาพ, 2561) พฤติกรรมการแก้ปัญหาเพื่อจัดการอาการปวดที่นิยมมากที่สุดคือการใช้ยาแก้ปวด โดยเฉพาะประชาชนที่มีฐานะยากจน เนื่องจากการกินยาบรรเทาอาการปวดเพื่อให้สามารถทำงานต่อไปได้จึงเป็นสิ่งสำคัญกว่าการแสวงหาทางรักษา ส่วนวิธีการจัดการโดยไม่ใช้ยาที่มีการปฏิบัติสืบทอดกันมาตั้งแต่อดีตคือการนวดไทย (จุลจิรา ชีรชิตกุล และคณะ, 2555) อย่างไรก็ตาม ด้วยภูมิปัญญาการแพทย์แผนไทยที่มีการสืบทอดต่อกันมายาวนาน และได้ถูกส่งเสริมให้มีบทบาทเพื่อเป็นทางเลือกในการดูแลสุขภาพของคนปัจจุบัน จึงมีความนิยมหันกลับมาใช้ยาสมุนไพรเพิ่มขึ้น ทั้งนี้โพลเป็นหนึ่งในสมุนไพรที่มีการบันทึกใช้ในตำราการแพทย์แผนไทยและมีงานวิจัยที่ยืนยันประสิทธิภาพของน้ำมันโพลและน้ำมันหอมระเหยโพลต่อการบรรเทาอาการปวดกล้ามเนื้อและกระดูกของผู้สูงอายุ (อำพล บุญเพียร และคณะ, 2562; อาริสร์ กาญจนศิลาพันธ์ และคณะ, 2564; ปฎิภาณี ชันธโชคและคณะ, 2564; พรนิภา สิทธิสระตุ้ และคณะ, 2565) ดังนั้นตำรับยาน้ำมันโพลจึงถูกนำมาใช้เพื่อดูแลสุขภาพอาการปวดเมื่อยกล้ามเนื้อ และมีโอกาสใช้ทดแทนการทานยาแก้ปวด ซึ่งเป็นการลดความเสี่ยงจากการรับประทานยาแก้ปวดเป็นประจำเนื่องจากยาแก้ปวดกลุ่ม NSAIDs ส่งผลให้เกิดอาการข้างเคียงที่สำคัญคือ ผลในกระเพาะอาหารและโรคระบบหัวใจและหลอดเลือด และทำให้เกิดการแพ้ยา เช่น ผื่นลมพิษ อาการบวมบริเวณเยื่อหุ้มตา หรือริมฝีปากได้ (นพพร ชัยพิชิต, 2564) จากพฤติกรรมการใช้ยาแก้ปวดเมื่ออย่างไม่ต้อง มีโอกาสก่อผลเสีย โดยเฉพาะอันตรายต่อสุขภาพ การสิ้นเปลืองทางเศรษฐกิจ ตลอดจนการเจ็บป่วยอื่นๆ เพิ่ม (อัครเดช เลาทูไรกุล, 2562)

จากการให้บริการของแพทย์แผนไทยในโรงพยาบาลสาธิตการแพทย์แผนไทย วิทยาลัยการแพทย์พื้นบ้านและการแพทย์ทางเลือก มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย รวมถึงคลินิกสูงวัยในเครือข่าย ได้ให้บริการรักษาโรคด้วยการแพทย์แผนไทย 5 กลุ่มโรค ได้แก่ กลุ่มโรคกระดูกและข้อ เช่น เข่าเสื่อมระยะเริ่มต้น ไหล่ติด นิ้วล็อก เป็นต้น กลุ่มโรคลมและเลือดลม เช่น วิงเวียนศีรษะ หน้ามืด เป็นต้น กลุ่มโรคระบบทางเดินอาหาร เช่น อาการจุกเสียด โรคกระเพาะอาหาร โรคกรดไหลย้อนเรื้อรัง เป็นต้น กลุ่มโรคระบบทางเดินหายใจ เช่น หืดหอบ ภูมิแพ้ อากาศ เป็นต้น และกลุ่มโรคผิวหนัง เช่น สะเก็ดเงิน เริม-งูสวัด กลาก-เกลื้อน เป็นต้น (ปริพัช เงินงาม และคณะ, 2566; ปริพัช เงินงาม และคณะ, 2564; นิตยา นามวิเศษ และคณะ, 2566; สายฝน สมภูสาร และคณะ, 2562) โดยในส่วนของผู้ป่วยกลุ่มโรคกระดูกและข้อ มักจะมีการปวดเมื่อยกล้ามเนื้อร่วมด้วย แพทย์แผนไทยจึงได้ใช้ตำรับยาน้ำมันโพลเพื่อบรรเทาอาการปวดเมื่อยกล้ามเนื้อ อย่างไรก็ตามพบว่าการใช้ตำรับยาน้ำมันโพลในรูปแบบของเหลวมีข้อจำกัดในการใช้คือหลังการใช้ผิวจะมัน เหนียวเหนอะหนะ มีโอกาสทำให้เสื้อผ้าเปรอะเปื้อนจากน้ำมันโพล และยังไม่สะดวกต่อการพกพาในรูปแบบของเหลว ซึ่งไม่เหมาะสมสำหรับสังคมยุคใหม่ที่ต้องการความสะดวกสบายในการทำงาน ด้วยเหตุนี้คณะผู้วิจัยจึงวางแผนวิจัยเพื่อพัฒนาให้ตำรับยาน้ำมันโพลอยู่ในรูปแบบสเปรย์แอโรซอลที่คาดหวังว่าจะสามารถใช้งานได้ง่าย พกพาสะดวก แต่ยังคงประสิทธิภาพของยาตามตำรับยาของแพทย์แผนไทย โดยรูปแบบสเปรย์แอโรซอลจะต้องอาศัยสารขับเคลื่อนที่เป็นแก๊สเพื่อช่วยดันผลิตภัณฑ์

ออกจากหัวฉีด ซึ่งแก๊สบิวเทน (Butane) เป็นสารที่นิยมใช้กับผลิตภัณฑ์ที่เป็นของเหลว (Johnsen, 2009) ทั้งนี้ การปรับปรุงแบบจากยาของเหลวเป็นยาสเปรย์แอโรซอลจำเป็นต้องวิจัยเพื่อหาสัดส่วนปริมาณยาและปริมาณสารขับเคลื่อนที่เหมาะสมต่อการบรรจุในขวดสเปรย์และตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพและจลนศาสตร์ของยาในรูปแบบสเปรย์แอโรซอล ซึ่งยังไม่มีการวิจัยที่พัฒนาการใช้ยาน้ำมันไพลให้อยู่ในรูปแบบสเปรย์แอโรซอล จึงเป็นที่มาของงานวิจัยเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ต้นแบบสเปรย์ไพลแอโรซอลในครั้งนี้

### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาและพัฒนาสูตรตำรับของผลิตภัณฑ์ต้นแบบสมุนไพรสเปรย์ไพลแอโรซอล
2. เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและจลนศาสตร์ของผลิตภัณฑ์ต้นแบบสมุนไพรสเปรย์ไพลแอโรซอล

### วิธีดำเนินการวิจัย

1. การศึกษาและพัฒนาสูตรตำรับของผลิตภัณฑ์ต้นแบบสมุนไพรสเปรย์ไพลแอโรซอล มีรายละเอียด ดังนี้
  - 1.1. การสกัดน้ำมันไพลและการกลั่นน้ำมันหอมระเหยไพล โดยล้างทำความสะอาดหัวไพลให้สะอาด หั่นเป็นชิ้นเล็กๆ แล้วแบ่งเป็น 2 ส่วน

ไพลส่วนที่ 1 นำไปเคี่ยวกับน้ำมันมะพร้าวในอัตราส่วน 1:1 ใช้ไฟอ่อนๆ เคี่ยวจนไพลกรอบ แล้วกรองเอาแต่น้ำมัน ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น

ไพลส่วนที่ 2 นำไปใส่ในเครื่องกลั่นไอน้ำใช้อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 ชั่วโมงจนได้น้ำมันหอมระเหยไพล เก็บน้ำมันหอมระเหยใส่ขวดสีชา

- 1.2 การพัฒนาผลิตภัณฑ์ต้นแบบในรูปแบบสเปรย์ละอองลอย

- 1.2.1 นำสารสกัดสมุนไพรที่ได้ทั้งหมดมาผสมตามสูตรตำรับมาตรฐาน

- 1.2.2 ทดสอบสัดส่วนการบรรจุเนื้อยาลงบรรจุภัณฑ์ในรูปแบบกระป๋องสเปรย์ละอองลอย โดยใช้แก๊สบิวเทนเป็นสารขับเคลื่อนในกระป๋องสเปรย์ ใช้วิธีการทดลองแบบลองผิดลองถูก (Trial and error) จนได้สัดส่วนที่เหมาะสม

2. การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและจลนศาสตร์ของผลิตภัณฑ์ต้นแบบสมุนไพรสเปรย์ไพลแอโรซอล มีรายละเอียด ดังนี้

- 2.1 การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพประกอบด้วย สี กลิ่น ความหนืด และค่ากรด-เบส

- 2.1.1 การตรวจสอบสี โดยวิธีการสังเกตลักษณะของสีของผลิตภัณฑ์ต้นแบบฯ ก่อนและหลังบรรจุสเปรย์ และเปรียบเทียบระดับสีด้วยแถบสีมาตรฐาน อ้างอิงจาก ชื่อสีไทยและค่าสีไทยไทเทเนียม (พิกทอเมตริก, 2560)

2.1.2 การตรวจสอบกลิ่น โดยวิธีการดมกลิ่นและระบுகลิ้นที่เด่นชัดของผลิตภัณฑ์ต้นแบบ

2.1.3 การตรวจสอบค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) โดยใช้เครื่อง pH จุ่มลงในผลิตภัณฑ์ต้นแบบฯ และอ่านค่าจากเครื่อง

2.1.4 การตรวจสอบค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์ต้นแบบฯ โดยใช้ถ้วย Zahn Cup บรรจุตัวอย่างของผลิตภัณฑ์ต้นแบบฯ ให้เต็มและปล่อยให้ไหลออกจากถ้วยจนหมด และบันทึกเวลาที่ตัวอย่างไหลหมดถ้วย

2.2 การตรวจสอบการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ต้นแบบ ณ วันที่เริ่มบรรจุลงกระป๋องสเปรย์และหลังผ่านการเก็บรักษาเป็นเวลา 3 และ 6 เดือน เลือกใช้วิธีตรวจวิเคราะห์จำนวนจุลินทรีย์ด้วยเทคนิควิธี Spread plate (ศิวพงษ์ ตันสุวรรณวงศ์ และคณะ, 2567) โดยนำตัวอย่างผลิตภัณฑ์ต้นแบบมาทำการเจือจางให้ได้ความเข้มข้น  $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$  และ  $10^{-3}$  เพื่อนำมาทดสอบในอาหารเลี้ยงเชื้อที่เตรียมไว้แต่ละชนิดคือ อาหารเลี้ยงเชื้อ Potato dextrose agar สำหรับตรวจสอบเชื้อราและยีสต์ อาหารเลี้ยงเชื้อ Trypticase soy broth สำหรับตรวจสอบแบคทีเรียรวม อาหารเลี้ยงเชื้อ Clostridial agar สำหรับตรวจสอบเชื้อ *Clostridium* spp. อาหารเลี้ยงเชื้อ Mannitol salt agar สำหรับตรวจสอบ *Staphylococcus aureus* อาหารเลี้ยงเชื้อ Cetrimide agar สำหรับตรวจสอบ *Pseudomonas aeruginosa* ทำการบ่มเชื้อในตู้ควบคุมอุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง เมื่อครบเวลา ทำการตรวจนับโคโลนี โดยเปรียบเทียบจำนวนโคโลนีของอาหารเลี้ยงเชื้อที่ไม่ได้ใส่ตัวอย่าง (Negative Control) กับที่ใส่ตัวอย่าง จำนวน 3 ซ้ำ (Triplicate) และรายงานผลเป็นโคโลนีต่อกรัม (Colony Forming Units หรือ CFU/g) โดยการสุ่มสเปรย์ตัวอย่างแล้วทำการตรวจสอบ 3 ครั้ง

## ผลการวิจัยและอภิปรายผล

### ผลการวิจัย

#### 1. การศึกษาและพัฒนาสูตรตำรับของผลิตภัณฑ์ต้นแบบสมุนไพรมะนาวไฟลแอโรซอล

ตำรับยาน้ำมันไฟลเป็นตำรับยาที่บันทึกในตำราการแพทย์แผนไทยและเป็นตำรับยาที่ถูกระบุในบัญชียาแห่งชาติกลุ่มยาสมุนไพรมะนาวไฟล ปัจจุบันได้นำมาใช้รักษาโรกระบบกล้ามเนื้อ กระดูกและข้อ จากงานวิจัยของพรนิภา สิทธิสระดู และคณะ (2565) ได้ทำการรวบรวมและตรวจสอบความซ้ำซ้อนของตำรับยาที่มีไฟลเป็นส่วนประกอบในตำราการแพทย์แผนไทย จำนวน 9 เล่มพบว่า มีตำรับยาไทยที่มีไฟลเป็นส่วนประกอบสำหรับรักษาอาการของโรกระบบกระดูกและกล้ามเนื้อจำนวน 12 ตำรับ เมื่อทำการตรวจสอบความซ้ำซ้อนของตำรับยาโดยพิจารณาเปรียบเทียบจากชื่อตำรับยา ส่วนประกอบของตำรับยา รูปแบบวิธีการปรุงยา วิธีการใช้ยา และสรรพคุณ จึงคงเหลือตำรับยาไทยที่มีไฟลเป็นส่วนประกอบและใช้รักษาโรค ระบบกระดูกและกล้ามเนื้อที่ผ่านการตรวจสอบความซ้ำซ้อน จำนวน 9 ตำรับ ดังนั้น การศึกษาครั้งนี้ได้คัดเลือกเอาสูตรตำรับยาเข้าน้ำมันที่ระบุไว้

ในตำราแพทย์แผนไทยโบราณทั่วไป สาขาเภสัชกรรม ของกองประกอบโรคศิลปะ มาปรับปรุงและพัฒนาให้มีฤทธิ์และสรรพคุณยาในการรักษาโรคให้ดีขึ้น โดยยังคงสูตรตำรับตามโครงสร้างยาเดิมไว้ทุกประการ ซึ่งองค์ประกอบของตำรับยาน้ำมันไพล มี 2 กลุ่ม ได้แก่

1) กลุ่มยาที่เป็นยาหลัก มีสรรพคุณรักษาโรคโดยตรง แก้เคล็ดขัดยอก แก้ปวดเมื่อยตามกล้ามเนื้อและเส้นเอ็น คือ ไพล มีตัวยา 2 รูปแบบ คือ (1) รูปแบบน้ำมันหอมระเหย (Essential oil) ที่มีฤทธิ์เป็นยาเฉพาะที่ และ (2) รูปแบบสารสีเหลืองกลุ่ม Curcumin ที่มีฤทธิ์ลดการอักเสบ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ นรินทร์ทร พันธุ์สวัสดิ์ และคณะ (2566) ที่ได้ทำการพัฒนาแผ่นแปะผิวหนังจากสารสกัดลูกประคบสมุนไพรและพอบองค์ประกอบสำคัญของไพล 3 ชนิด คือ Turmerone, Curcumin และ 6-Gingerol ในแผ่นแปะซึ่งเป็นสารสีเหลือง มีฤทธิ์ช่วยต้านอนุมูลอิสระและต้านการอักเสบได้

2) กลุ่มยาที่เป็นยารองและยาแต่งกลิ่น คือ พิมเสน การบูรและเมนทอล นอกจากแต่งกลิ่นให้รู้สึกเย็น สดชื่นขณะที่ใช้แล้ว ยังมีสรรพคุณช่วยไล่เลือดลม ขับลมในเส้นเอ็น

#### การพัฒนาสัดส่วนการบรรจุผลิตภัณฑ์ต้นแบบสมุนไพรสเปรย์ไพลแอรโซล

การทดลองเพื่อพัฒนาสัดส่วนองค์ประกอบของผลิตภัณฑ์ต้นแบบสมุนไพรสเปรย์ไพลแอรโซล ได้เลือกใช้แก๊สชีวเทนเป็นสารขับเคลื่อนในกระป๋องสเปรย์ จึงต้องทดลองปรับสัดส่วนของตัวยาดำรับน้ำมันไพล แก๊สชีวเทนและพื้นที่ว่างในกระป๋องเพื่อหาสัดส่วนที่เหมาะสมต่อการบรรจุในกระป๋องสเปรย์ขนาด 100 มิลลิลิตร ได้ผลการทดสอบดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงสัดส่วนของส่วนประกอบในผลิตภัณฑ์ต้นแบบสมุนไพรสเปรย์ไพลแอรโซล

ส่วนประกอบ	ปริมาณที่ใช้ (กรัม)		
	สัดส่วน 1	สัดส่วน 2	สัดส่วน 3
น้ำมันไพล (ตัวยา)	50	50	40
แก๊สชีวเทน (สารขับเคลื่อน)	50	40	40
พื้นที่ในกระป๋อง	0	10	20

การพัฒนาสัดส่วนในการบรรจุผลิตภัณฑ์ต้นแบบสมุนไพรสเปรย์ไพลแอรโซลระหว่างน้ำมันไพลที่ทำหน้าที่เป็นตัวยา แก๊สชีวเทนทำหน้าที่เป็นสารขับเคลื่อน และพื้นที่ว่างในกระป๋อง โดยการปรับสัดส่วนของส่วนประกอบเป็น 3 รูปแบบ พบว่าการบรรจุปริมาณน้ำมันไพลและแก๊สชีวเทนตามสัดส่วนอย่างละร้อยละ 50 (สัดส่วน 1) โดยไม่ให้มีพื้นที่ว่างในกระป๋อง จะไม่สามารถฉีดพ่นสเปรย์น้ำมันออกมาได้ จึงได้ปรับเป็นสัดส่วน 2 โดยการเพิ่มพื้นที่ว่างในกระป๋องร้อยละ 10 ของทั้งหมด ทำให้สามารถฉีดพ่นตัวยาวออกมาได้แต่พบว่าแก๊สชีว

เทนจะหมตก่อนน้ำมันไพล ทำให้น้ำมันไพลยังคงเหลือค้างในกระป๋อง จึงได้ทำการปรับเป็นสัดส่วน 3 โดยให้ปริมาณของน้ำมันไพลและแก๊สชีวเทนผสมในสัดส่วนที่เท่ากันอย่างละร้อยละ 40 และเพิ่มพื้นที่ว่างในกระป๋องเป็นร้อยละ 20 ของทั้งหมด เมื่อทำการฉีดพ่นสเปรย์ไพลจนหมดกระป๋อง พบว่าน้ำมันไพลและแก๊สชีวเทนออกจากกระป๋องพร้อมกันและหมดพร้อมกันพอดี จึงสรุปว่าสัดส่วน 3 เหมาะสมที่สุด

## 2. การตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพและจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ต้นแบบสมุนไพрсเปรย์ไพลแอโรซอล

### 2.1 ผลการตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพ

เมื่อทำการบรรจุผลิตภัณฑ์ต้นแบบสมุนไพрсเปรย์ไพลแอโรซอลตามสัดส่วนที่เหมาะสมแล้ว ได้สุ่มกระป๋องสเปรย์จำนวน 5 กระป๋องเพื่อตรวจสอบปริมาณยาสเปรย์ไพลแอโรซอลที่ออกมาจากการฉีดพ่น 1 ครั้ง โดยการฉีดสเปรย์ลงบนกระดาษกรองที่ระยะห่าง 7 เซนติเมตร จากหน้ากระดาษกรองและเปรียบเทียบน้ำหนักของขวดสเปรย์ก่อนและหลังการฉีดพ่น ทำซ้ำ 3 ครั้งเพื่อหาค่าเฉลี่ย (รินทรลดา วัชรเลิศวานิช และคณะ, 2564) และทำการฉีดพ่นจนหมดขวดเพื่อนับจำนวนครั้งที่สามารถฉีดพ่นได้ต่อ 1 กระป๋อง โดยมีผลการศึกษแสดงดังตารางที่ 2 ร่วมกับทำการตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ต้นแบบสมุนไพрсเปรย์ไพลแอโรซอลได้แก่ 1) สีของน้ำมันไพลที่ฉีดพ่นออกมา เพื่อดูการคงสภาพของน้ำมันไพลที่อยู่ในกระป๋องหลังจากบรรจุเสร็จ รวมถึงการเข้ากันของตัวยาและสารขับเคลื่อนที่ใช้ 2) กลิ่นของผลิตภัณฑ์ว่าหลังจากผสมกับสารขับเคลื่อนแล้วมีการเปลี่ยนแปลงของกลิ่นที่แตกต่างจากน้ำมันไพลรูปแบบเดิมหรือไม่ 3) ความหนืดของสเปรย์ไพลที่ถูกฉีดพ่นออกมาเพื่อดูลักษณะความหนืดของเนื้อสเปรย์ไพลที่ถูกฉีดพ่นที่สอดคล้องกับการดูดซึมของกล้ามเนื้อ 4) ค่าความเป็นกรด-ด่างของสเปรย์ไพลหลังจากบรรจุในกระป๋องเพื่อดูความเหมาะสมและความปลอดภัยต่อการใช้บริเวณกล้ามเนื้อ ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบปริมาณยาสเปรย์ไพลแอโรซอลต่อการฉีดพ่น 1 ครั้งและจำนวนครั้งที่ฉีดต่อกระป๋อง

ลำดับ	รายการทดสอบ	กระป๋อง ที่ 1	กระป๋อง ที่ 2	กระป๋อง ที่ 3	กระป๋อง ที่ 4	กระป๋อง ที่ 5	mean±S.D.
1	ปริมาณสเปรย์ (กรัม)						
	ครั้งที่ 1	1.04	1.18	1.18	1.06	1.13	-
	ครั้งที่ 2	1.02	0.97	0.97	1.03	1.15	-
	ครั้งที่ 3	0.95	0.98	1.22	0.96	0.97	-
	ค่าเฉลี่ย	1.00	1.04	1.12	1.01	1.08	1.05±0.05
2	จำนวนครั้งที่ฉีด (ครั้ง)	69	67	69	71	70	69.00±1.48

### ตารางที่ 3 ผลการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ต้นแบบสมุนไพรสเปรย์ไพลแอร์โซล

ลำดับ	รายการทดสอบ	ผลที่ได้
1	สี	สีเหลือง ระดับ 3
2	กลิ่น	หอมไพลอ่อนๆ
3	ค่าความหนืด	20 cST.
4	ค่าความเป็นกรด-เบส (pH)	3.95±0.01

จากผลการตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพทั้งหมด 4 รายการ พบว่าสีของสเปรย์ไพลหลังการบรรจุกระป๋องและผสมกับสารขั้ต้น เมื่อฉีดพ่นออกมาในภาชนะแล้วตรวจสอบสีจะได้สีเหลืองระดับ 3 รหัส C:2 M:3 Y:100 K:0 มีความขุ่นซึ่งแตกต่างจากลักษณะของน้ำมันไพลรูปแบบดั้งเดิมที่มีสีเหลืองระดับ 2 รหัส C:6 M:0 Y:84 K:0 มีลักษณะใส โปร่งแสง กลิ่นของสเปรย์ไพลมีความโดดเด่นของไพลตามด้วยกลิ่นเมนทอลที่ให้ความรู้สึกสดชื่น ไม่เหม็นหืน ความหนืดของสเปรย์ไพลอยู่ที่ 20 cST เป็นผลิตภัณฑ์สเปรย์ที่มีความหนืดต่ำไม่เหนียวเหนอะหนะขณะใช้งาน ทำให้มีโอกาสดูดซึมเข้าสู่กล้ามเนื้อได้ (คัทลียา เมฆจรสกุล, 2560) และค่าความเป็นกรด-ด่างเฉลี่ยอยู่ที่ 3.95±0.01 ซึ่งเป็นค่าความเป็นกรด-ด่างที่ใกล้เคียงกับค่าแนะนำในการผลิตผลิตภัณฑ์เฉพาะที่ซึ่งควรมีค่าค่อนข้างไปทางความเป็นกรด โดยมีค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ระหว่าง 4-6 (Lukic et al., 2021) อย่างไรก็ตามควรมีข้อควรระวังในการใช้ระบุให้กับผู้ใช้ผลิตภัณฑ์ โดยหลีกเลี่ยงใช้บริเวณผิวหนังที่บอบบาง

#### 2.2 ผลการตรวจสอบการปนเปื้อนจุลินทรีย์

การทดสอบการปนเปื้อนจุลินทรีย์ก่อโรคของผลิตภัณฑ์ต้นแบบสมุนไพรสเปรย์ไพลแอร์โซลได้พิจารณาตามเกณฑ์ของประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง เกณฑ์มาตรฐาน ค่าความบริสุทธิ์หรือคุณลักษณะอื่นอันมีความสำคัญต่อคุณภาพสำหรับตำรับผลิตภัณฑ์สมุนไพรที่ขึ้นทะเบียน แจ้งรายละเอียดหรือจัดแจ้ง พ.ศ. 2564 (กระทรวงสาธารณสุข, 2564) สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ได้กำหนดการทดสอบการปนเปื้อนจุลินทรีย์ก่อโรคออกเป็น 2 ระยะ คือ ภายหลังจากบรรจุเนื้อยาลงในกระป๋องสเปรย์ทันที และภายหลังจากการบรรจุไปแล้ว 3 และ 6 เดือนตามลำดับ โดยผลการทดสอบพบว่าผลิตภัณฑ์ต้นแบบสมุนไพรสเปรย์ไพลแอร์โซลไม่มีการปนเปื้อนของเชื้อก่อโรค ดังแสดงผลในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 แสดงผลการตรวจสอบการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์

รายการทดสอบ	หลังบรรจุทันที	หลังบรรจุ (3 เดือน)	หลังบรรจุ (6 เดือน)
ยีสต์และราทั้งหมด (Total combined yeasts and molds count)	ไม่พบเชื้อ	ไม่พบเชื้อ	ไม่พบเชื้อ
แบคทีเรียรวม (Total aerobic bacteria)	ไม่พบเชื้อ	ไม่พบเชื้อ	ไม่พบเชื้อ
สแตฟิโลคอคคัส ( <i>Staphylococcus</i> spp.)	ไม่พบเชื้อ	ไม่พบเชื้อ	ไม่พบเชื้อ
ซูโดโมนาส แอโรจิโนซ่า ( <i>Pseudomonas aeruginosa</i> )	ไม่พบเชื้อ	ไม่พบเชื้อ	ไม่พบเชื้อ
คลอสทริเดียม ( <i>Clostridium</i> spp.)	ไม่พบเชื้อ	ไม่พบเชื้อ	ไม่พบเชื้อ

จากการตรวจสอบคุณภาพจากการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ต้นแบบสเปรย์โฟลแอโรซอลในระยะที่บรรจุเสร็จทันที และหลังบรรจุ 3 และ 6 เดือน ไม่พบการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคในกลุ่มผลิตภัณฑ์ยาใช้ภายนอก ทั้งยีสต์และราทั้งหมด แบคทีเรียรวม *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* และ *Clostridium* spp. ซึ่งแสดงถึงความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์ที่จะนำไปใช้งานต่อไป

#### อภิปรายผล

การศึกษาวิจัยนี้ใช้สารขับเคลื่อนที่มีราคาถูกและนิยมใช้มากที่สุดได้แก่ บิวเทน (Butane) ซึ่งเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่นิยมใช้กับสินค้าที่เป็นของเหลว มีความหนาแน่นน้อยจึงลอยตัวอยู่เหนือสารอื่นภายในกระป๋อง เหมาะกับผลิตภัณฑ์ที่มีความหนืดเล็กน้อย เพราะต้องอาศัยสารช่วยการฉีดพ่น (Propellant) ซึ่งบิวเทนจะทำหน้าที่ช่วยอัดหรือช่วยดันผลิตภัณฑ์ออกจากหัวฉีด ถูกอัดให้เป็นของเหลวดันเข้าไปอยู่ในกระป๋องสเปรย์ร่วมกับผลิตภัณฑ์ เมื่อกดหัวฉีดทำให้เกิดช่องว่างขึ้นในท่อฉีด บิวเทนจะขยายตัวดันผลิตภัณฑ์ให้ออกมาจากหัวฉีดในลักษณะเป็นฝอยละเอียด (Johnsen, 2009) ดังนั้นก่อนจะใช้งานทุกครั้งจะต้องมีการเขย่ากระป๋องเพื่อให้ส่วนผสมทั้ง 2 รวมตัวกัน เมื่อกดหัวฉีดพ่นก็จะสามารถขับเคลื่อนออกมาจากกระป๋องด้วยแรงดันของแก๊ส บิวเทน การพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์ต้นแบบจึงต้องคำนึงถึงสัดส่วนการบรรจุกระป๋องของสินค้าหรือตัวยาที่เป็นสารออกฤทธิ์และสารขับเคลื่อนให้เหมาะสมกันเพื่อให้ส่วนผสมทั้งสองสามารถรวมตัวเป็นเนื้อเดียวกันและถูกฉีดพ่นออกมาพร้อมกันโดยไม่แยกชั้น ซึ่งสัดส่วนที่เหมาะสมของตัวยา สารขับเคลื่อนและพื้นที่ว่าง คือ ตัวยาร้อยละ 40 สารขับเคลื่อนร้อยละ 40 และพื้นที่ว่างในกระป๋องร้อยละ 20 เมื่อทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ต้นแบบพบว่าผลิตภัณฑ์มีค่า pH เท่ากับ  $3.95 \pm 0.01$  ซึ่งมีความเป็นกรดอ่อนๆ จึงเป็นข้อควรระวังในการใช้กับบริเวณผิวหนังที่บอบบาง ทั้งนี้การใช้ผลิตภัณฑ์ที่มีความเป็นกรด อยู่ที่ 3.7 -4.0 ไม่ได้ส่งผลอันตรายต่อผิวหนังอย่างมาก แต่ยังช่วยลดการสูญเสียน้ำในชั้นผิวหนังกำพร้า (Epidermis) และช่วยปรับปรุงการทำงานของเกราะ

ป้องกันผิวให้ดีขึ้นอีกด้วย (Schreml et al., 2014) จึงมีความปลอดภัยต่อการใช้กับผิวหนังในช่วงเวลาที่มีอาการปวดได้ ดังนั้นผลิตภัณฑ์ต้นแบบสเปรย์ไฟลอรูปแบบแอโรซอลสามารถเป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในการดูแลผู้สูงอายุที่นิยมใช้สมุนไพรในเรื่องลดอาการปวดด้วยตนเองได้ ซึ่งไฟลเป็นสมุนไพรใน 10 ชนิดที่นิยมนำมาใช้มากที่สุดในการบรรเทาความผิดปกติของกล้ามเนื้อและกระดูกตามภูมิปัญญาพื้นบ้านตามงานวิจัยของปฎิภาณี ชันธโศก และคณะ (2564)

## สรุป

การศึกษาและพัฒนาสูตรตำรับของผลิตภัณฑ์ต้นแบบสมุนไพรสเปรย์ไฟลอรูปแบบแอโรซอลได้สัดส่วนขององค์ประกอบสำคัญ 3 อย่าง ได้แก่ 1) ตัวยา 2) สารขับดัน และ 3) พื้นที่ว่างภายในกระป๋อง ที่เหมาะสม คือ ตัวยาร้อยละ 40 สารขับดันชนิดบิวเทนร้อยละ 40 และพื้นที่ว่างในกระป๋องร้อยละ 20 เมื่อทดสอบจำนวนครั้งของการฉีดพ่นสเปรย์ไฟลอรูปแบบแอโรซอลขนาด 100 มิลลิลิตร จะมีจำนวนครั้งเฉลี่ยของการฉีดพ่น  $69.00 \pm 1.48$  ครั้งต่อสเปรย์ 1 กระป๋อง แต่ครั้งละครั้งมีปริมาณยาประมาณ  $1.05 \pm 0.05$  มิลลิลิตร โดยมีคุณสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ต้นแบบ คือ ตัวยามีสีเหลือง กลิ่นหอมไฟลอ่อนๆ มีค่าความหนืดที่  $20\text{cST}$  และมีค่า pH เท่ากับ  $3.95 \pm 0.01$  ซึ่งมีความเป็นกรดอ่อนๆ จึงเป็นข้อควรระวังในการใช้กับบริเวณผิวหนังที่บอบบาง นอกจากนี้ผลการตรวจสอบการปนเปื้อนของจุลินทรีย์หลังการบรรจุทันทีและเมื่อเก็บสเปรย์ไว้ที่ 3 และ 6 เดือนตามลำดับ พบว่าไม่มีการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ก่อโรคทางผิวหนังทั้ง ยีสต์และรา แบคทีเรียรวม *Staphylococcus spp.*, *Pseudomonas aeruginosa* และ *Clostridium spp.*

## ข้อเสนอแนะ

### 1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

การศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนาต้นแบบสเปรย์ไฟลอรูปแบบแอโรซอล ซึ่งเป็นการพัฒนาตำรับยาน้ำมันไฟลจากรูปแบบของเหลวให้อยู่ในรูปแบบสเปรย์ละอองลอย เพื่อมุ่งหวังให้อยู่ในรูปแบบที่ทันสมัย พกพาสะดวก และเพิ่มมูลค่าให้กับพืชสมุนไพรจากสมุนไพรสดแปรรูปมาเป็นผลิตภัณฑ์สเปรย์ไฟลที่มีอายุการเก็บรักษาอย่างน้อย 6 เดือน อย่างไรก็ตามการศึกษานี้เป็นเพียงการพัฒนาเพื่อให้ได้ต้นแบบสเปรย์ไฟลอรูปแบบแอโรซอล

### 2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรต้องมีการทดสอบความปลอดภัยทางผิวหนังในผู้ป่วยอาสาสมัคร และมีการติดตามประเมินผลประสิทธิภาพของสเปรย์ไฟลอรูปแบบแอโรซอลต่อการรักษาระบบโครงสร้างกล้ามเนื้อ กระดูกและข้อสำหรับบรรเทาอาการปวดในผู้ป่วยอาสาสมัคร ตลอดจนศึกษาความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อการใช้ผลิตภัณฑ์ต้นแบบนี้

2.2 ควรพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์สเปรย์ไฟลแอโรซอลบรรเทาอาการปวดเมื่อย และจัดแจ้งเป็นผลิตภัณฑ์สมุนไพร ตามพระราชบัญญัติผลิตภัณฑ์สมุนไพร พ.ศ. 2562 ต่อไป

### กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการทำวิจัยจากมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย และคณะผู้วิจัยขอขอบคุณวิทยาลัยการแพทย์พื้นบ้านและการแพทย์ทางเลือก มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงรายที่ให้ความอนุเคราะห์การใช้อุปกรณ์และสถานที่ในการทำวิจัย

### เอกสารอ้างอิง

- คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. (2567). กานพลู. สืบค้นจาก <https://phar.ubu.ac.th/herb-DetailThaicrudedrug/18>
- คัทลียา เมฆจรัสกุล. (2560). การดูดซึมทางผิวหนัง (Percutaneous absorption). ศูนย์การศึกษาต่อเนื่องทางเภสัชศาสตร์ สภาเภสัชกรรม. สืบค้นจาก [https://ccpe.pharmacycouncil.org/index.php?option=article\\_detail&subpage=article\\_detail&id=390](https://ccpe.pharmacycouncil.org/index.php?option=article_detail&subpage=article_detail&id=390)
- จุลจิรา ธีรชิตกุล, ชนิษฐา นาคะ, และปิ่นภรณ์ บุญพัฒน์. (2555). การจัดการอาการปวดเมื่อยกล้ามเนื้อของผู้สูงอายุที่มีอาชีวกรีดยางพารา. วารสารสภาการพยาบาล, 27(2), 134-147.
- นทพร ชัยพิชิต. (2564). การแพทย์ด้านการอักเสบที่ไม่ใช่สเตียรอยด์. คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา.
- นรินทร์ทร พันธุ์สวัสดิ์, ลัดดาวัลย์ ชูทอง, และกัญญ์ชยา อัครศิริฐรัตน์. (2566). การพัฒนาแผ่นแปะผิวหนังจากสารสกัดลูกประคบสมุนไพร. วารสารวิจัยและพัฒนา วไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 18(2), 1-14.
- นิตยา นามวิเศษ, ศิริพัทธ์ จันทร์สังสา, จิราพร หัตถผะสุ, และกรรณิกา นันตา. (2566). การศึกษาแนวทางการรักษาโรคลมในผู้สูงอายุตามตำราการแพทย์แผนไทย. วารสารบัณฑิตศึกษามหาจุฬาราชมนตรี, 10(2), 50-61.
- ปฎิภาณี ชันธโกศ, นพวรรณ ธีระพันธ์เจริญ, อัมมันดา ไชยกาญจน์, ปวีณา รัตนเสนา, ชลวิภา สุกข์ขณานุรักษ์, อุน ตะสิงห์, และเนตรนภา สาสังข์. (2564). การใช้ภูมิปัญญาพื้นบ้านในการบรรเทาความผิดปกติของกล้ามเนื้อและกระดูกของผู้สูงอายุ ตำบลมหาตไทย อำเภอเมืองอ่างทอง จังหวัดอ่างทอง. วารสารวิจัยและพัฒนา วไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 16(2), 103-116.

- กระทรวงสาธารณสุข. (2564). ประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง เกณฑ์มาตรฐาน ค่าความบริสุทธิ์ หรือ คุณลักษณะอื่นอันมีความสำคัญต่อคุณภาพ สำหรับตำรับผลิตภัณฑ์สมุนไพรที่ขึ้นทะเบียน แจ้ง รายละเอียด หรือจัดแจ้ง พ.ศ. 2564. ราชกิจจานุเบกษา, เล่ม 138, ตอนพิเศษ 294 ง, วันที่ 1 ธันวาคม 2564. สืบค้นจาก <https://ratchakitcha.soc.go.th/>
- ปริพัช เงินงาม, จักรกฤษณ์ คณาธิย์, ณิชพร พิมจันทร์, และศิวพงษ์ ต้นสุวรรณวงศ์. (2564). การศึกษา แนวทางการปรุงยาเสริมการรักษาโรคหืดให้สอดคล้องกับภาวะของผู้ป่วยแต่ละรายด้วยการแพทย์แผนไทย. *วารสารรัฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหามกุฏราชวิทยาลัย*, 1(1), 1-15.
- ปริพัช เงินงาม, ชัยนรินทร์ เรือนเจริญ, พรพรรณ มณีวรรณ, สุวพันธ์ แก้วจันทา, และศิวพงษ์ ต้นสุวรรณวงศ์. (2566). การพัฒนารูปแบบยาหนุ่มาประสานกายสำหรับเสริมการรักษาโรคหืด. *วารสารสุขภาพ และสิ่งแวดล้อมศึกษา*, 8(3), 79-87.
- พรนิภา สิทธิสระคู, กนกวรรณ วงศ์แก้ว, และมณฑนา คำอ้าย. (2565). การศึกษาการใช้โพลีในตำรับยาไทย สำหรับรักษาโรคระบบกระดูกและกล้ามเนื้อ. *วารสารมหาลาภานาครทรรศน์*, 9(5), 462-475.
- ไพโรจน์ พิทยเมธี. (2560). การสร้างประสบการณ์ทางสุนทรียะจากสีไทย. *Silpakorn University Journal of Fine Arts*, 5(1), 75-105.
- สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ (สสส.). (2561). ป้องกันอาการปวดกล้ามเนื้อ. สืบค้นจาก <https://www.thaihealth.or.th/ป้องกันอาการปวดกล้ามเนื้อ-2>
- รินทร์ลดา วัชรเลิศวานิช, ราชีดา เอมวัธนา, ภัทราพร ปานรักษา, และเพ็ญศักดิ์ จันทราวุธ. (2564). การพัฒนาสเปรย์ชนิดกึ่งฟิล์มต้านมลพิษเพื่อใช้ทางผิวหนัง กรณีศึกษา: การพัฒนาตำรับเภสัชภัณฑ์ในรูปแบบสเปรย์ชนิดกึ่งฟิล์ม. *Thai Bulletin of Pharmaceutical Sciences*, 16(2), 47-59.
- วีรวัดน์ ดันติบริรักษ์, ธัญญาวดี มูลรัตน์, และชิริวิภาจจ์ ธัญญ์จณธรณ์. (2566). ประสิทธิภาพการบรรเทา อาการปวดของยาพอกสมุนไพรร่วมกับกายบริหารด้วยท่าฤๅษีดัดตน 4 ท่า สำหรับผู้ป่วยปวดข้อเข่า หรือข้อเข่าเสื่อมในโรงพยาบาลสพปราช จังหวัดลำปาง. *วารสารวิชาการสาธารณสุข*, 32(4), 636-644.
- ศิวพงษ์ ต้นสุวรรณวงศ์, วนิษา ปันฟ้า, ดวงนภา แดนบุญจันทร์, สุวคิน พลนรัตน์, และนรวรัตน์ วิริยะเชชม. (2567). การตรวจสอบคุณภาพทางจุลินทรีย์และเอกลักษณ์ทางเคมีของเครื่องดื่มนมกระชาย. *วารสารสุขภาพและสิ่งแวดล้อมศึกษา*, 9(1), 319-327.
- สายฝน สมภูสาร, กัญยานุช เทาประเสริฐ, ยิ่งยง เทาประเสริฐ, และศิวพงษ์ ต้นสุวรรณวงศ์. (2562). ผลการรักษาโรคเรื้อนทางด้วยกรรมวิธีการแพทย์แผนไทย. *วารสารการวิจัยกาสะลองคำ*, 13(1), 95-101.
- อัครเดช เลหาทุโรกุล. (2562). การศึกษาพฤติกรรมการใช้ยาแก้ปวดเมื่อยของประชาชนในเขตอำเภอท่าใหม่ จังหวัดจันทบุรี. *วารสารสภาการสาธารณสุขชุมชน*, 1(1), 1-11.

- อารีสรุ กัญจนศิลาพันธ์, โพลิน เผือกประคอง, และวุฒิไกร น้อยพันธ์. (2564). ผลของการนวดด้วยน้ำมันหอมระเหยชนิดโพลต่อความรุนแรงของอาการปวด และการเคลื่อนไหวของคอในพนักงานสำนักงานที่มีอาการปวดคอเรื้อรัง. **วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ**, 13(3), 95-105.
- อำพล บุญเพียร, ธิดารัตน์ แจ่มปรีชา, และนิภาพร แสนสุรินทร์. (2562). ผลของการนวดน้ำมันกระดูกไก่และน้ำมันโพลต่ออาการปวดกล้ามเนื้อคอ บ่า ไหล่ จากออฟฟิศซินโดรม. **วารสารการแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือก**, 17(1), 95-105.
- Al-Amin, M., Sultana, G.N.N., & Hossain, C.F. (2012). Antiulcer principle from *Zingiber montanum*. **Journal of Ethnopharmacology**, 141(1), 57-60.
- Johnsen, M. (2009). **Aerosol containers**. In Yam, K.L. (Ed.), *The Wiley Encyclopedia of Packaging Technology*.
- Lukic, M., Pantelic, I., & Savic, S.D. (2021). Towards optimal pH of the skin and topical formulations: From the current state of the art to tailored products. **Cosmetics**, 8(3), 1-18. <https://doi.org/10.3390/cosmetics8030069>
- Musdja, M.Y. (2021). Potential bangle (*Zingiber montanum* J.König) rhizome extract as a supplement to prevent and reduce symptoms of Covid-19. **Saudi Journal of Biological Sciences**, 28(4), 2245-2253.
- Schreml, S., Kemper, M., & Abels, C. (2014). Skin pH in the elderly and appropriate skin care. **European medical journal Dermatology**, 2(1), 86-94.

## การพัฒนาหนังเทียมจากกากกล้วยเพื่อการออกแบบผลิตภัณฑ์ชุมชนเชิงสร้างสรรค์ของจังหวัดเพชรบูรณ์

นิรุต ชันทร<sup>1\*</sup> ธเนศ เรืองเดช<sup>2</sup> กฤษณา เกตุคำ<sup>3</sup>

Received : June, 27, 2025

Revised : December 16, 2025

Accepted : December 18, 2025

## บทคัดย่อ

วัสดุหนังเทียมจากเส้นใยธรรมชาติกำลังเป็นทางเลือกทดแทนหนังสังเคราะห์ แต่ยังมีข้อจำกัดด้านความแข็งแรงและความยืดหยุ่น งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อพัฒนาหนังเทียมจากกากกล้วยผสมยางธรรมชาติในการออกแบบผลิตภัณฑ์ชุมชนเชิงสร้างสรรค์ 2) ศึกษาสมบัติเชิงกลของหนังเทียมจากกากกล้วยต่อความเหมาะสมในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ และ 3) ออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์จากหนังเทียมกากกล้วยที่ตอบโจทย์ความต้องการของผู้บริโภค ดำเนินการคัดเลือกวัสดุกากกล้วยจากชุมชนเกษตรกรในจังหวัดเพชรบูรณ์ มาผ่านกระบวนการเตรียมเส้นใย ก่อนนำมาผสมกับยางธรรมชาติเพื่อพัฒนาเป็นแผ่นหนังเทียมในอัตราส่วน 0, 10, 20, 30 และ 40 phr เพื่อศึกษาสมบัติวัสดุและพัฒนาผลิตภัณฑ์ต้นแบบ ผลการพัฒนาพบว่า สามารถสร้างวัสดุหนังเทียมที่มีพื้นผิวสวยงาม มีความยืดหยุ่นและความแข็งแรง สามารถผลิตได้จากวัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่น เป็นการเพิ่มมูลค่าและสร้างรายได้เสริมให้เกษตรกรในชุมชนได้ ผลการทดสอบสมบัติเชิงกลพบว่าการเติมเส้นใยกากกล้วย ในระดับ 10 phr ให้ผลดีที่สุด โดยเพิ่มค่าความแข็งแรงจาก 36.30 เป็น 70.20 Shore A และให้ค่าความต้านทานต่อการฉีกขาดสูงสุด 38.90 N/mm ในขณะที่ยังคงความยืดหยุ่นและรูปลักษณะที่เหมาะสมต่อการใช้งาน ผลลัพธ์แสดงให้เห็นว่าเส้นใยกากกล้วยสามารถทำหน้าที่เป็นวัสดุเสริมแรงในยางธรรมชาติได้ และมีศักยภาพในการใช้ทดแทนเส้นใยธรรมชาติชนิดอื่นได้ สำหรับการออกแบบผลิตภัณฑ์หนังเทียมจากกากกล้วยถูกนำมาพัฒนาเป็นกระเป๋า 3 รูปแบบ ได้แก่ Shopping Bag, Trapeze Bag และ Semi-circle Clutch Bag ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้บริโภคพบว่าอยู่ในระดับมากที่สุด โดยเฉพาะกระเป๋ารูปแบบ Shopping Bag มีคะแนนเฉลี่ยรวมสูงสุด 4.51 และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แสดงให้เห็นถึงศักยภาพของหนังเทียมจากกากกล้วยในการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เครื่องหนังเชิงสร้างสรรค์ที่ตอบสนองต่อความต้องการของผู้บริโภครุ่นใหม่

**คำสำคัญ:** การพัฒนาผลิตภัณฑ์ ยางธรรมชาติ สมบัติเชิงกล เส้นใยกากกล้วย หนังเทียม

<sup>1</sup> หลักสูตรสาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์  
อีเมล: nirut.khan@pcru.ac.th

<sup>2</sup> หลักสูตรสาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์  
อีเมล: panning1234@gmail.com

<sup>3</sup> หลักสูตรสาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์  
อีเมล: krisana.ket@pcru.ac.th

\* ผู้นิพนธ์หลัก อีเมล: nirut.khan@pcru.ac.th

## DEVELOPMENT OF BANANA PSEUDOSTEM FIBER-BASED FAUX LEATHER FOR CREATIVE COMMUNITY PRODUCT DESIGN IN PHETCHABUN PROVINCE

Nirut Khantaree<sup>1\*</sup> Thanet Ruangdech<sup>2</sup> Krisana Ketkham<sup>3</sup>

### Abstract

Natural fiber-based faux leather has emerged as a sustainable alternative to synthetic leather but continues to face limitations in strength and flexibility. This research aimed to: (1) develop banana pseudostem fiber-reinforced natural rubber-based faux leather for creative community product design; (2) investigate the mechanical properties of the developed material to determine its suitability for product development; and (3) design and develop consumer-oriented products using banana pseudostem-based faux leather. Banana pseudostem fibers sourced from farming communities in Phetchabun Province were processed and blended with natural rubber at ratios of 0, 10, 20, 30, and 40 phr (parts per hundred rubber) to form composite faux leather sheets for material characterization and prototype development. The results demonstrated that the developed material possessed a smooth surface, appropriate flexibility, and sufficient strength while being producible from local agricultural waste, thereby adding value and generating supplementary income for local farmers. Mechanical property testing revealed that the 10 phr formulation exhibited optimal performance, increasing hardness from 36.30 to 70.20 Shore A and achieving maximum tear resistance of 38.90 N/mm, while maintaining desirable flexibility and aesthetic quality. These findings confirm that banana pseudostem fiber can effectively function as a natural reinforcing agent in natural rubber and has potential as a viable substitute for other natural fibers. Three bag prototypes were developed from the optimized material: Shopping Bag, Trapeze Bag, and Semicircle Clutch Bag. Consumer satisfaction evaluation revealed very high levels across all aspects, with the Shopping Bag receiving the highest overall mean score of 4.51 ( $p < 0.05$ ), demonstrating statistically significant superiority. These results highlight the potential of banana pseudostem-based faux leather as

---

<sup>1</sup> Home Economics, Faculty of Agricultural and Industrial Technology, Phetchabun Rajabhat University, e-mail: nirut.khan@pcru.ac.th

<sup>2</sup> Home Economics, Faculty of Agricultural and Industrial Technology, Phetchabun Rajabhat University, e-mail: panning1234@gmail.com

<sup>3</sup> Home Economics, Faculty of Agricultural and Industrial Technology, Phetchabun Rajabhat University, e-mail: krisana.ket@pcru.ac.th

\* Corresponding author, e-mail: nirut.khan@pcru.ac.th

an eco-friendly creative material that responds to the demands of younger consumers while adding value to local agricultural residues and supporting sustainable community-based economic development.

**Keywords:** Product development, Natural rubber, Mechanical properties, Banana pseudostem fiber, Faux leather

## บทนำ

กล้วยเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญต่อประเทศไทย ทั้งในแง่การบริโภคภายในประเทศและการส่งออก (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2566) ขณะเดียวกันในจังหวัดเพชรบูรณ์ มีการส่งเสริมการปลูกกล้วยเพื่อการบริโภค การแปรรูป และการเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์อย่างกว้างขวาง จากข้อมูลของกลุ่มเกษตรกรและวิสาหกิจชุมชนในจังหวัดเพชรบูรณ์ พบว่ามีการปลูกกล้วยหิน มากกว่า 1,000 ต้นต่อราย จำนวนเกษตรกรผู้ปลูกกว่า 22 ราย รวมพื้นที่ปลูก ราว 40 ไร่ โดยปลูกเพื่อจำหน่ายผลผลิตและแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ท้องถิ่นหลากหลายรูปแบบ ซึ่งช่วยสร้างรายได้และส่งเสริมของชุมชนเป็นอย่างมาก อย่างไรก็ตามส่วนของต้นกล้วย โดยเฉพาะกาบกล้วย (pseudo-stem) ยังคงถูกทิ้งเป็นวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรในพื้นที่เป็นจำนวนมาก ทั้งที่เป็นแหล่งของเส้นใยธรรมชาติที่มีศักยภาพสูง โดยเส้นใยกาบกล้วยมีองค์ประกอบทางเคมี เช่น เซลลูโลส ประมาณ 56.4 % เฮมิเซลลูโลส 24.7 % และลิกนิน 12 % ซึ่งมีโครงสร้างและสมบัติที่เหมาะสมแก่การนำมาใช้งานคอมโพสิตและสิ่งทอ (Diarsa & Gupte, 2021) เส้นใยกล้วยจึงได้รับความสนใจในหลายอุตสาหกรรม เช่น อุตสาหกรรมสิ่งทอได้นำเส้นใยกล้วยมาผลิตเป็นผ้าหยาบจนไปถึงผ้าที่มีความละเอียดสูง รวมถึงสิ่งทอเชิงนวัตกรรมจากเส้นใยสมบัติพิเศษด้านการดูดซับความชื้นและทนทานต่อสภาพแวดล้อม (Ahmed & Abbas, 2018 ; Deepika & Sunny, 2024) นอกจากนี้ ในอุตสาหกรรมคอมโพสิต ได้ใช้เส้นใยกล้วยเสริมแรงในวัสดุต่างๆ เช่น เฟอร์นิเจอร์ และวัสดุก่อสร้าง เพื่อเพิ่มความแข็งแรงให้กับวัสดุ ควบคู่กับความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม (Vigneswaran et al., 2015)

อุตสาหกรรมการผลิตหนังสัตว์ในปัจจุบันใช้สารเคมีที่เป็นพิษในปริมาณมาก ส่งผลให้เกิดน้ำเสียก่อนมลพิษต่อสิ่งแวดล้อมโดยรอบ และเพิ่มความเสี่ยงต่อโรคต่อผิวหนังของผู้ปฏิบัติงาน จึงทำให้อุตสาหกรรมหนังเทียมทั่วโลกเติบโตอย่างรวดเร็ว โดยมีมูลค่าตลาดราว 41 พันล้านดอลลาร์ในปี 2024 และคาดว่าจะเพิ่มเป็น 115 พันล้านดอลลาร์ในปี 2033 (Grand View Research, 2025) อย่างไรก็ตามหนังเทียมส่วนใหญ่ในท้องตลาดยังมีกระบวนการผลิตที่ไม่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมากนัก เนื่องจากมีการใช้สารตั้งต้นจากปิโตรเลียม เช่น โพลียูรีเทน (PU) และโพลีไวนิลคลอไรด์ (PVC) ในการผลิต (Basak et al., 2025) จึงทำให้เกิดแรงขับเคลื่อนของความนิยมในวัสดุที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและสามารถย่อยสลายได้ตามธรรมชาติ โดยมีแนวโน้มการพัฒนาขยาย

ไปสู่วัสดุชีวภาพ (Bio-based Leather) และหนังจากพืช (Plant-based Leather) ซึ่งใช้วัตถุดิบเหลือทิ้งทางการเกษตร มีการเติบโตเฉลี่ย 13.9% ต่อปี สะท้อนแนวโน้มการตลาดหนังสัตว์ด้วยวัสดุเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม (Basak et al., 2025) รายงานว่า วัสดุคอมโพสิตยึดหยุ่นจากเส้นใยธรรมชาติ เช่น ปอ ป่านรามี่ กัญชง ใยสับปะรด ไยมะพร้าว และ ฝ้าย ที่เสริมในเมทริกซ์พอลิเมอร์ชีวภาพและยางธรรมชาติ พบว่าวัสดุเหล่านี้ให้สมบัติทางกลที่ดี เช่น ความยืดหยุ่นสูง ทนแรงดึง และ ย่อยสลายได้ทางชีวภาพ จึงเหมาะต่อการใช้แทนหนังสัตว์ที่ยังตอบสนองแนวโน้มวัสดุยั่งยืน อย่างไรก็ตาม ยังไม่พบงานวิจัยที่นำเส้นใยกากกล้วยมาพัฒนาเป็นหนังเทียมเพื่อการออกแบบผลิตภัณฑ์เครื่องหนังโดยตรง การนำเส้นใยกากกล้วยไปใช้พัฒนาเป็นวัสดุหนังเทียมจึงเป็นแนวทางการวิจัยที่น่าสนใจสำหรับวัสดุทางเลือกเพื่อการออกแบบผลิตภัณฑ์ชุมชนเชิงสร้างสรรค์ การพัฒนาหนังเทียมจากกากกล้วยผสมร่วมกับยางธรรมชาติจะช่วยเสริมความยืดหยุ่น และความสามารถในการคืนรูปของวัสดุได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้การใช้ยางพาราไทยเป็นฐานวัสดุของหนังเทียมจะเป็นทางเลือกที่เป็นมิตรต่อชุมชนและสอดคล้องกับทรัพยากรในประเทศ และเมื่อเสริมด้วยเส้นใยกากกล้วยซึ่งมีความแข็งแรงจะช่วยเพิ่มสมบัติเชิงกล เช่น ความแข็งแรง ความทนทานต่อการฉีกขาดของหนังเทียมได้ดียิ่งขึ้น งานวิจัยนี้จึงมุ่งศึกษาการนำเส้นใยกากกล้วยมาพัฒนาเป็นแผ่นหนังเทียม ศึกษาสมบัติเชิงกลของหนังเทียม และออกแบบผลิตภัณฑ์กระเป๋าให้สอดคล้องกับผลิตภัณฑ์เครื่องหนังเชิงพาณิชย์ที่มีมูลค่าตลาดสูงและเติบโตต่อเนื่องในกลุ่มผู้บริโภครุ่นใหม่ที่สำคัญกับแฟชั่นเชิงยั่งยืน และวัสดุเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม การพัฒนาหนังเทียมจากกากกล้วยเพื่อใช้ในผลิตภัณฑ์กระเป๋าจึงตอบโจทย์ทั้งด้านเทคโนโลยีวัสดุ และสะท้อนอัตลักษณ์ท้องถิ่นผ่านการออกแบบเชิงสร้างสรรค์ ช่วยสร้างโอกาสในการใช้วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรเพื่อเสริมศักยภาพการผลิตเชิงชุมชนอย่างยั่งยืน

### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาหนังเทียมจากกากกล้วยผสมยางธรรมชาติในการออกแบบผลิตภัณฑ์ชุมชนเชิงสร้างสรรค์
2. เพื่อศึกษาสมบัติเชิงกลของหนังเทียมจากกากกล้วยต่อความเหมาะสมในการพัฒนาผลิตภัณฑ์
3. เพื่อออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์จากหนังเทียมกากกล้วยที่ตอบโจทย์ความต้องการของผู้บริโภค

### วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยเป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) ที่มีการออกแบบการทดลองทางวัสดุศาสตร์ ผสานกับแนวทางการวิจัยและพัฒนา เพื่อสร้างนวัตกรรมวัสดุและผลิตภัณฑ์ชุมชนเชิงสร้างสรรค์จากทรัพยากรท้องถิ่น โดยแบ่งการดำเนินการออกเป็น 4 ขั้นตอนหลัก ดังนี้

1. การพัฒนาหนังเทียมจากกากกล้วย มีกระบวนการพัฒนาด้วยวิธีการผลิตหนังเทียมจากยางธรรมชาติ โดยใช้ต้นกล้วยพันธุ์กล้วยหิน (*Musa acuminata* × *balbisiana* (ABB Group)) ของกลุ่ม

เกษตรกรในอำเภอลำลูกกา จังหวัดปทุมธานี ใช้ส่วนของกากกล้วยตากทุกกาบมาแยกเส้นใยด้วยสารโซเดียมไฮดรอกไซด์ 20% ของน้ำหนักกากกล้วยแห้ง ที่อุณหภูมิ 95–100°C เป็นเวลา 3 ชั่วโมง โดยดัดแปลงวิธีการแยกเส้นใยจาก รัตนา และคณะ (2553) เพื่อกำจัดเฮมิเซลลูโลสและลิกนินของกากกล้วยทำให้เส้นใยสะอาดและยึดเกาะกับยางได้ดีขึ้น จากนั้นล้างให้สะอาด อบแห้ง และปั่นเส้นใยให้สั้นลง เส้นใยที่ได้ถูกนำไปผสมกับยางธรรมชาติและสารเคมี โดยวัสดุและสารเคมีการวิจัยได้แก่ ยางแท่ง STR 5L, Stearic acid, ZnO และ Sulphur ผลิตโดยการยางแห่งประเทศไทย BHT ผลิตโดยพิษณุเคมีคอล จำกัด และ TBBS ผลิตโดยบริษัท เค.เอส. มาซูกิจ จำกัด โดยสูตรการผลิตหนึ่งเทียบจากกากกล้วย จะแปรปริมาณเส้นใยกากกล้วยที่ 0, 10, 20, 30 และ 40 phr ดังตารางที่ 1 แล้ววัสดุของแผ่นหนึ่งเตรียมได้ผ่านกระบวนการวัลคาไนซ์ จึงขึ้นรูปด้วยวิธีการอัดเข้า โดยวิจัยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design : CRD) จำนวนการทดลอง 3 ซ้ำ

ตารางที่ 1 ส่วนผสม และลำดับการผสมของการเตรียมแผ่นหนึ่งเทียบจากกากกล้วย

สารเคมี	ปริมาณ phr	ลำดับการใส่สาร	เวลาผสม (นาที)
STR 5L	100	1	2
Stearic acid	1	2	1
ZnO	5	3	10
Banana fibers	0, 10, 20, 30 & 40 phr	3	10
BHT	1	4	1
TBBS	1	5	1
Sulphur	2.5	6	2

2. การศึกษาสมบัติเชิงกลของหนึ่งเทียบจากกากกล้วย โดยทดสอบสมบัติเชิงกลของแผ่นหนึ่งเทียบ ได้แก่ ความต้านทานต่อแรงดึง (Tensile strength) ตามมาตรฐาน ASTM D412-16 ความต้านทานต่อการฉีกขาด (Tear resistance) ตามมาตรฐาน ISO 34-1:2015 ค่าการสึกหรอ (Abrasion loss) ตามมาตรฐาน ISO 4649:2017 การเสียรูปจากแรงกด (Compression set) ตามมาตรฐาน ASTM D395-18 และความแข็ง (Hardness) ตามมาตรฐาน ASTM D2240-15

3. การออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ โดยศึกษารูปแบบผลิตภัณฑ์จากแนวคิดการออกแบบผลิตภัณฑ์เชิงสร้างสรรค์ โดยคำนึงถึงความคิดสร้างสรรค์และเอกลักษณ์ของวัสดุ การใช้งาน ความสวยงาม ความเป็นไปได้ในการผลิต และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม (Chitale & Gupta, 2011) จึงออกแบบร่างผลิตภัณฑ์หนึ่งเทียบจากกากกล้วยจำนวน 9 รูปแบบ ให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาประเมินจากแบบสอบถาม คัดเลือกเหลือ 3 รูปแบบที่เหมาะสมที่สุด และตัดเย็บเป็นผลิตภัณฑ์ต้นแบบ จึงนำไปประเมินความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อไป

4. การประเมินความพึงพอใจของผู้บริโภค โดยเก็บข้อมูลจากกลุ่มผู้บริโภค ด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบบังเอิญ (accidental sampling) ของนักท่องเที่ยวที่มาในงาน “อินผาลัม & บอลลูน เฟสติวล เพชรบูรณ์” จำนวน 100 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบสอบถามข้อมูลทั่วไป เช่น เพศ อายุ ระดับการศึกษา อาชีพ และรายได้เฉลี่ยต่อเดือน และแบบประเมินความพึงพอใจของผลิตภัณฑ์ ด้านรูปแบบและความสวยงาม และด้านประโยชน์การใช้งาน ซึ่งผ่านการตรวจสอบความเชื่อมั่น (Cronbach's alpha = 0.975) วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนา โดยวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยคะแนนความพึงพอใจ และกำหนดความหมายค่าเฉลี่ย ดังนี้

4.21 – 5.00 หมายถึง พึงพอใจมากที่สุด 3.41 – 4.20 หมายถึง พึงพอใจในมาก 2.61 – 3.40 หมายถึง พึงพอใจในปานกลาง 1.81 – 2.60 หมายถึง พึงพอใจในน้อย 1.00 – 1.80 หมายถึง พึงพอใจในน้อยที่สุด และการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-Way ANOVA) ของค่าเฉลี่ยคะแนนความพึงพอใจพร้อมทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วย LSD

### ผลการวิจัยและอภิปรายผล

1. พัฒนาหนังสือจากกากกล้วยผสมยางธรรมชาติให้เป็นวัสดุทางเลือกในการออกแบบผลิตภัณฑ์ชุมชนเชิงสร้างสรรค์ โดยหนังสือจากกากกล้วยพัฒนาจากต้นกล้วยเหลือทิ้งทางการเกษตรหลังจากการเก็บเกี่ยวผลกล้วยอายุต้นกล้วย 10-12 เดือน โดยเป็นพันธุ์กล้วยหิน (*Musa acuminata* × *balbisiana* (ABB Group)) นำมาเข้ากระบวนการแยกเส้นใยโดยขั้นตอนที่ 1) นำกากกล้วยหินทุกกาบมาหั่นและตากให้แห้ง 2) ต้มกากกล้วยด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ 20% ของน้ำหนักกากกล้วยแห้ง ที่อุณหภูมิ 95–100°C เป็นเวลา 3 ชั่วโมง 3) ล้างเส้นใยให้สะอาดผ่านตระแกรงเพื่อป้องกันการสูญเสียเส้นใย 4) นำเส้นใยอบแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ และ 5) ปั่นเส้นใยให้สั้นลงด้วยเครื่องบดไฟฟ้าความเร็ว 3,200 รอบ/นาที (rpm.) เวลา 15 วินาที จะได้เส้นใยความยาว 1.8–3 มม. และมีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 70–75 ไมครอน ขั้นตอนการแยกสกัดเส้นใยจากกากกล้วยได้เส้นใยที่มีลักษณะสะอาด กระจายตัวได้ดี หลังจากการล้าง ปั่นไล่น้ำ และอบแห้ง พบว่าเส้นใยที่ได้มีความแห้งสนิท เหมาะสมต่อการนำไปปั่นและกระจายตัวได้ดีเมื่อผสมกับยางพาราและวัสดุเคมีในกระบวนการผลิตหนังสือพิมพ์ สอดคล้องกับ รัตนา ต้นช.เทอดธรรม และคณะ (2553) ที่นำกากมะพร้าวและทะเลายปาล์ม ต้มด้วยสารโซเดียมไฮดรอกไซด์ 25% ของน้ำหนักวัตถุดิบแห้ง ต้มในอุณหภูมิ 100 °C เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และบดละเอียด เส้นใยที่ได้สามารถใช้เป็นสารเติมเสริมแรงของวัสดุคอมโพสิตกักยางธรรมชาติได้



ภาพที่ 1 ขั้นตอนการแยกเส้นใยจากกล้วย

กระบวนการเตรียมแผ่นหนังเทียม โดยนำเส้นใยจากกากกล้วยบดผสมกับยางธรรมชาติ (STR 5L) และสารเคมีตามสูตร โดยตัดแปรสูตรจาก สูตรเดช มัจฉาเวช และคณะ (2562) ดังตารางที่ 1 และ ภาพที่ 2 แปรปริมาณเส้นใยกากกล้วยที่ 0, 10, 20, 30 และ 40 phr พบว่า สามารถกระจายเส้นใยได้อย่างสม่ำเสมอและมองเห็นเส้นใยกล้วยภายในเนื้อยาง จากนั้นนำยางที่บดผสมกับเส้นใยกากกล้วยที่เตรียมได้ รีดออกมาเป็นแผ่นวางทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง อย่างน้อย 12 ชั่วโมง จะได้เป็นยางคอมปาวด์ จึงนำไปทำการทดสอบสมบัติการวัลคาไนซ์ ด้วยเครื่อง MDR2000 เพื่อหาเวลาการอัดเข้าขั้นรูป โดยแผ่นหนังเทียมที่ได้มีความหนา 1 มิลลิเมตร



ภาพที่ 2 ขั้นตอนการเตรียมแผ่นหนังเทียมจากกากกล้วย

ตารางที่ 2 สมบัติวัลคาไนซ์ของยางคอมปาวด์ผสมเส้นใยกากกล้วย

Banana fiber content (phr)	$t_{s1}$ (min)	$t_{c90}$ (min)	ML (dN.m)	M <sub>H</sub> (dN.m)	M <sub>H</sub> -H <sub>L</sub> (dN.m)
0	1.38	3.94	1.08	7.22	6.15
10	1.05	3.04	1.05	10.92	9.87
20	1.00	2.79	1.70	14.43	12.73
30	0.15	2.79	1.44	17.31	15.87
40	0.98	2.85	2.54	19.70	17.16

จากตารางที่ 2 แสดงสมบัติและพฤติกรรมการวัลคาไนซ์ของยางคอมปาวด์ผสมเส้นใยกากกล้วยในปริมาณต่าง ๆ ด้วยเครื่องทดสอบ MDR2000 ที่อุณหภูมิ 160 องศาเซลเซียส พบว่า การเพิ่มปริมาณเส้นใยกากกล้วยส่งผลให้ค่าทอร์กต่ำสุด (ML) และค่าทอร์กสูงสุด (MH) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน โดยเมื่อไม่เติมเส้นใย (0 phr) ค่า ML เท่ากับ 1.08 dN.m และ MH เท่ากับ 7.22 dN.m ขณะที่การเติมเส้นใย 40 phr ค่า ML และ MH เพิ่มขึ้นเป็น 2.54 dN.m และ 19.70 dN.m ตามลำดับ ส่งผลให้ค่าผลต่างของแรงบิด (MH - ML) ซึ่งสะท้อนถึงความหนาแน่นของพันธะเชื่อมโยงภายในยางวัลคาไนซ์ มีค่าเพิ่มขึ้นจาก 6.15 dN.m ในตัวควบคุม เป็น 17.16 dN.m ในกลุ่มที่เติมเส้นใยสูงสุด นอกจากนี้ ยังพบว่าเวลาในการสุกของยาง ( $t_{s1}$ ) และเวลาวัลคาไนซ์ ( $t_{c90}$ ) มีแนวโน้มลดลงเมื่อเพิ่มปริมาณเส้นใยกากกล้วย โดยไม่เติมเส้นใยมีค่า  $t_{s1}$  และ  $t_{c90}$  เท่ากับ 1.38 และ 3.94 นาที ในขณะที่กลุ่มที่เติมเส้นใย 30 phr มีค่า  $t_{s1}$  และ  $t_{c90}$  ลดลงต่ำสุดเป็น 0.15 และ 2.79 นาที แสดงให้เห็นว่าการเติมเส้นใยส่งผลให้ยางสามารถวัลคาไนซ์ได้เร็วขึ้น อย่างไรก็ตามสูตรที่เติมเส้นใย 40 phr มีค่า  $t_{s1}$  และ  $t_{c90}$  มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเป็น 0.98 และ 2.85 นาที อาจเกิดจากเส้นใยมีปริมาณมากเกินไป ทำให้กระจาย

ตัวไม่สม่ำเสมอหรือเกิดการรวมตัวของเส้นใย ซึ่งการอัดแน่นของเส้นใยทำให้ยางคอมปาวด์มีความหนืดสูงขึ้น ส่งผลให้การกระจายของสารวัลคาไนซ์ยากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อวัสดุเสริมแรงมีสมบัติในการดูดซับสารเร่งปฏิกิริยา หรือสารสร้างพันธะเชื่อมโยงบนผิวของเส้นใย จึงทำให้เกิดโครงข่ายการเสริมแรงที่จำกัดการเคลื่อนที่ของโมเลกุลภายในเนื้อคอมปาวด์ สอดคล้องกับรายงานของ Zhou et al. (2015) รายงานว่า การเติมเส้นใยลิกโนเซลลูโลสในปริมาณมากเกินไปจะทำให้กระบวนการวัลคาไนซ์ช้าลง เนื่องจากการแพร่ของสารวัลคาไนซ์ถูกจำกัดและเวลาการวัลคาไนซ์เพิ่มขึ้น อีกทั้งยังสอดคล้อง Omar et al. (2025) ที่รายงานความจำเป็นในการปรับสภาพผิวของเส้นใยธรรมชาติเพื่อป้องกันการเกิดผลห่นงของกระบวนการวัลคาไนซ์ อันเกิดจากการดูดซับหรือกระจายตัวของ cure package ที่ไม่เหมาะสมภายในเนื้อยาง ทั้งนี้จากภาพรวมของผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่า การเติมเส้นใยกابกล้วยส่งผลต่อสมบัติวัลคาไนซ์ของยางคอมปาวด์อย่างมีนัยสำคัญ โดยค่าทอร์กสูงสุด (MH) และผลต่างของแรงบิด (MH - ML) ที่เพิ่มขึ้น สะท้อนถึงความหนืดและความแข็งของวัสดุที่เพิ่มขึ้น อันเป็นผลมาจากโครงสร้างของเส้นใยกابกล้วยที่มีความแข็งแรง สามารถช่วยเสริมโครงสร้างภายในเนื้อวัสดุและเกิดปฏิกิริยาระหว่างเส้นใยกับโซโมเลกุลของยาง ส่งผลให้ความหนาแน่นของพันธะเชื่อมโยง กับสายโซ่ของยางธรรมชาติในยางวัลคาไนซ์ดีขึ้น สอดคล้องกับ สุรเดช มัจฉาเวช และคณะ (2562) รายงานว่าการเติมเส้นใยกระดาษลงในยางธรรมชาติส่งผลให้ค่าผลต่างของแรงบิดเพิ่มขึ้นตามปริมาณเส้นใยที่เติม เนื่องจากเส้นใยมีความแข็งมากกว่ายาง และทำหน้าที่เป็นโครงสร้างเสริมแรงภายในวัสดุ นอกจากนี้การที่เวลาในการสุกของยาง ( $t_{s1}$ ) และเวลาวัลคาไนซ์ ( $t_{c90}$ ) ลดลงเมื่อเพิ่มปริมาณเส้นใยกابกล้วย สะท้อนให้เห็นว่าเส้นใยมีผลในการเร่งปฏิกิริยาวัลคาไนซ์ของยางธรรมชาติ ซึ่งเป็นผลมาจากการลดการเคลื่อนที่ของสายโซ่มอเลกุลของยางในระหว่างกระบวนการวัลคาไนซ์ สอดคล้องกับผลการศึกษาของ รัตนา ต้นขเทอดธรรม และคณะ (2553) ที่พบว่า การเติมเส้นใยพืช เช่น กาบมะพร้าว และทะเลสาปาล์มน้ำมัน ลงในคอมโพลีเมอร์ยางธรรมชาติส่งผลให้ค่าผลต่างของแรงบิดเพิ่มขึ้น และเวลาการวัลคาไนซ์ลดลงจากผลการทดลองและแนวโน้มที่สังเกตได้ แสดงให้เห็นว่าการใช้เส้นใยกابกล้วยเป็นส่วนผสมในสูตรยางธรรมชาติสามารถเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการวัลคาไนซ์ และเสริมสมบัติทางกลได้ เป็นแนวทางที่เหมาะสมต่อการเพิ่มมูลค่าของวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรและการพัฒนาผลิตภัณฑ์ จึงทำการศึกษาสมบัติเชิงกลของหนังเทียมจากกابกล้วยที่เตรียมได้ต่อความเหมาะสมในการพัฒนาผลิตภัณฑ์

### ตารางที่ 3 สมบัติเชิงกลของหนังเทียมจากกابกล้วย

รายการทดสอบ	ปริมาณของเส้นใยกابกล้วย (phr)				
	0	10	20	30	40
100% modulus (MPa)	0.80 ± 0.03	1.60 ± 0.05	2.40 ± 0.05	2.90 ± 0.11	3.20 ± 0.12
	2.00 ± 0.10	2.60 ± 0.12	3.30 ± 0.25	3.80 ± 0.25	4.30 ± 0.24
Tensile strength (MPa)	25.40 ± 0.73	20.80 ± 1.17	17.00 ± 1.01	10.40 ± 0.63	8.70 ± 0.42

ตารางที่ 3 สมบัติเชิงกลของหนังเทียมจากกากกล้วย (ต่อ)

รายการทดสอบ	ปริมาณของเส้นใยกากกล้วย (phr)				
	0	10	20	30	40
Elongation at break (%)	727 ±	662 ±	617 ±	537 ±	467 ± 26.04
	27.01	23.95	42.67	21.34	
Tear strength (N/mm)	35.35 ±	38.90 ±	36.59 ±	35.33 ±	34.93 ± 1.63
	0.92	0.81	0.38	0.97	
Compression set (%)	34.09 ±	62.50 ±	65.77 ±	63.60 ±	60.72 ± 1.64
	0.26	1.71	2.20	1.21	
Abrasion loss (mg/cycle)	0.08 ±	0.12 ±	0.17 ±	0.19 ±	0.20 ± 0.02
	0.04	0.02	0.01	0.01	
Hardness (Shore A)	36.30 ±	49.20 ±	57.80 ±	65.80 ±	70.20 ± 0.16
	0.71	0.23	0.72	0.55	

## 2. ผลการศึกษาสมบัติเชิงกลของหนังเทียมจากกากกล้วยต่อความเหมาะสมในการพัฒนาผลิตภัณฑ์

จากการทดสอบสมบัติเชิงกลของยางวัลคาไนซ์ จึงนำไปอัดเข้าขึ้นรูปและศึกษาสมบัติเชิงกลของหนังเทียมจากกากกล้วย จากตารางที่ 3 แสดงผลการทดสอบสมบัติเชิงกลของหนังเทียมจากกากกล้วย พบว่าการเติมเส้นใยกากกล้วยในสูตรยางส่งผลให้คุณสมบัติทางกลของหนังเทียมมีการเปลี่ยนแปลงอย่างชัดเจนในหลายด้าน ได้แก่ ค่าโมดูลัสที่ระยะยืด 100% และ 300% พบว่าค่าโมดูลัสของหนังเทียมจากกากกล้วยหมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามปริมาณของเส้นใยกากกล้วยที่เติม โดยค่าโมดูลัสที่ระยะยืด 100% เพิ่มจาก 0.80 MPa (0 phr) เป็น 3.20 MPa (40 phr) และค่าโมดูลัสที่ระยะยืด 300% เพิ่มจาก 2.00 MPa (0 phr) เป็น 4.30 MPa (40 phr) ตามลำดับ ค่าความต้านทานต่อแรงดึง (Tensile Strength) มีแนวโน้มลดลงเมื่อเพิ่มปริมาณเส้นใยจาก 25.40 MPa (0 phr) ลดลงเหลือ 8.70 MPa (40 phr) ความสามารถในการยืดจนขาด (Elongation at Break) ลดลงจาก 727% (0 phr) เป็น 467% (40 phr) ค่าความต้านทานต่อการฉีกขาด (Tear Strength) พบว่าเพิ่มขึ้นสูงสุดที่เติมเส้นใย 10 phr (38.90 N/mm) ก่อนจะมีแนวโน้มลดลงเมื่อเพิ่มปริมาณเส้นใยสูงกว่า 20 phr ค่าการเสียรูปเนื่องจากการกด (Compression Set) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจาก 34.09% (0 phr) เป็น 60.72% (40 phr) ค่าการสึกหรอ (Abrasion Loss) ค่าน้ำหนักที่หายไปจากการทดสอบการสึกหรอเพิ่มขึ้นเล็กน้อยจาก 0.08 mg/cycle เป็น 0.20 mg/cycle ตามลำดับของปริมาณเส้นใยที่เติม และค่าความแข็ง (Hardness) เพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนจาก 36.30 Shore A (0 phr) เป็น 70.20 Shore A (40 phr)

จากผลการศึกษาการเติมเส้นใยกากกล้วยในสูตรยางธรรมชาติมีผลต่อสมบัติเชิงกลของหนังเทียมหลายด้าน ซึ่งสอดคล้องกับแนวโน้มของค่าทอร์กจากการทดสอบวัลคาไนซ์ที่เพิ่มขึ้นตามปริมาณเส้นใย โดยเฉพาะการเพิ่มขึ้นของค่าโมดูลัสที่ระยะยืด 100% และ 300% รวมถึงค่าความแข็ง (Hardness) ของวัสดุ

ซึ่งบ่งชี้ว่าหนังเทียมจากกากกล้วยมีความแข็งแรงและคงรูปได้ดีขึ้นตามปริมาณของเส้นใย สอดคล้องกับผลการศึกษาของ สุรเดช มัจฉาเวช และคณะ (2562) ที่พบว่า การเติมเส้นใยธรรมชาติเข้าไปในสูตรยางช่วยเพิ่มค่าความแข็งของวัสดุ ทั้งนี้ เนื่องจากโครงสร้างของเส้นใยกากกล้วยมีความแข็งแรงมากกว่ายางธรรมชาติ จึงช่วยเสริมแรงและเพิ่มพันธะเชื่อมโยงภายในวัสดุ ส่งผลให้ค่าโมดูลัสและค่าความแข็งสูงขึ้น อย่างไรก็ตามการเพิ่มปริมาณเส้นใยส่งผลให้ค่าความต้านทานต่อแรงดึง และความสามารถในการยืดจนขาดลดลง ซึ่งเป็นข้อจำกัดที่มักพบในวัสดุที่มีการเติมเส้นใยธรรมชาติ เนื่องจากเส้นใยที่เติมลงไปอาจเกิดการรวมตัวของเส้นใยในเนื้อยาง ส่งผลต่อโครงสร้างตาข่ายของยางธรรมชาติให้มีความเปราะบางมากขึ้น ทำให้ความสามารถในการยืดตัวลดลง และเกิดจุดอ่อนภายในวัสดุ (De et al., 2004) ทั้งนี้ แม้ค่าความต้านทานต่อแรงดึงและความสามารถในการยืดจนขาดจะลดลง แต่ยังคงอยู่ในระดับที่เหมาะสมสำหรับผลิตภัณฑ์ ซึ่งให้ความแข็งแรงและความคงรูปมากกว่าความยืดหยุ่นสูง สำหรับค่าความต้านทานต่อการฉีกขาด พบว่ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในช่วงที่เติมเส้นใย 10 phr ก่อนจะลดลงเมื่อปริมาณเส้นใยเพิ่มสูงกว่า 20 phr อธิบายได้ว่า ในปริมาณเส้นใยที่เหมาะสม เส้นใยทำหน้าที่ช่วยเสริมโครงสร้างวัสดุให้ทนทานต่อการฉีกขาดได้ดี แต่หากปริมาณเส้นใยมากเกินไป อาจเกิดการรวมตัวเป็นกลุ่มก้อน ซึ่งส่งผลให้เกิดจุดอ่อนในเนื้อวัสดุและทำให้ความสามารถในการต้านทานการฉีกขาดลดลง (Ismail et al., 1997) ในส่วนค่าการเสีรูปเนื่องจากการกด และค่าการสึกหรอ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามปริมาณเส้นใยที่เติม ซึ่งเป็นผลจากโครงสร้างวัสดุที่แข็งขึ้นแต่มีความเปราะมากขึ้นในบางกรณี จึงส่งผลให้วัสดุเกิดการเสีรูปและสึกหรอได้ง่ายขึ้นภายใต้แรงกดหรือแรงเสียดทาน ดังนั้นการเติมเส้นใยกากกล้วยในปริมาณที่เหมาะสม คือ 10 -20 phr ส่งผลให้วัสดุมีคุณสมบัติเชิงกลที่ช่วยเสริมสมบัติบางด้านของหนังเทียม ได้แก่ ความแข็ง ความต้านทานต่อการฉีกขาด และความเหนียวของวัสดุ ซึ่งเหมาะสมต่อการนำไปพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่ต้องการความแข็งแรงและความทนทาน เช่น กระเป๋า หรือของใช้ที่ต้องการโครงสร้างแข็งแรง ในขณะที่เดียวกันต้องพิจารณาปริมาณการเติมเส้นใยอย่างเหมาะสมเพื่อรักษาความยืดหยุ่นและสมบัติโดยรวมให้เหมาะสมกับการใช้งาน

3. ผลของการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์หนังเทียมจากกากกล้วย จากข้อมูลด้านแนวโน้มของผลิตภัณฑ์เครื่องหนังและวัสดุทางเลือกเพื่อสิ่งแวดล้อม พบว่า ผลิตภัณฑ์ “กระเป๋า” มีศักยภาพทางการตลาดสูงและเหมาะสมกับการนำวัสดุหนังเทียมจากกากกล้วย ผู้วิจัยจึงเลือกผลิตภัณฑ์ประเภทกระเป๋าเพื่อการออกแบบ โดยกำหนดกลุ่มเป้าหมายสำคัญ คือ ผู้บริโภครุ่นใหม่ที่มีวิถีชีวิตเชิงอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม (Eco-friendly lifestyle consumers) ซึ่งให้ความสำคัญต่อแนวคิดความยั่งยืน ความสวยงามด้านการออกแบบ และความโดดเด่นเฉพาะตัวของวัสดุ โดยเฉพาะในกลุ่มสตรีวัยทำงานและผู้บริโภคยุคใหม่ที่มีกำลังซื้อระดับปานกลางถึงสูง ซึ่งมีแนวโน้มให้ความสำคัญผลิตภัณฑ์แฟชั่นที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและสะท้อนอัตลักษณ์เชิงสร้างสรรค์ของวัสดุจากธรรมชาติ สำหรับแนวคิดสำคัญที่ใช้ในการออกแบบ ได้แก่ แนวคิดการออกแบบผลิตภัณฑ์เชิงสร้างสรรค์ โดยต้องคำนึงถึงความคิดสร้างสรรค์และเอกลักษณ์ของวัสดุ การใช้งาน ความสวยงาม ความเป็นไปได้ในการผลิต และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม (Chitale & Gupta, 2011) กระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่ครอบคลุมตั้งแต่การศึกษาตลาด การพัฒนาแนวคิด การออกแบบร่าง ตลอดจนการพัฒนาต้นแบบและทดสอบผลิตภัณฑ์

(Ulrich & Eppinger, 2016) แนวคิดการออกแบบเพื่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งส่งเสริมการใช้วัสดุธรรมชาติหรือวัสดุเหลือทิ้งเพื่อลดของเสียและเพิ่มมูลค่าทรัพยากรท้องถิ่น (Bhamra & Lofthouse, 2007) โดยให้ความสำคัญกับความต้องการของผู้บริโภคในการพัฒนาและประเมินผลิตภัณฑ์ จากแนวคิดดังกล่าว จึงทำการออกแบบร่างผลิตภัณฑ์เป็น 3 ประเภท ประเภทละ 3 รูปแบบ รวมแบบร่างผลิตภัณฑ์กระเป๋าจำนวน 9 รูปแบบ ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 แบบร่างผลิตภัณฑ์กระเป๋าหนึ่งเทียบจากกบกล้วยหิน

จากผลการออกแบบร่างพัฒนาผลิตภัณฑ์หนึ่งเทียบจากกบกล้วย โดยผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์ 3 ท่าน ประเมินความเหมาะสมแบบร่างร่วมกับแผ่นวัสดุหนึ่งเทียบจากกบกล้วยที่เตรียมได้ โดยใช้แบบประเมินระดับความเหมาะสม 5 ระดับ (Rating Scale) พิจารณาคัดเลือกให้ได้ประเภทละ 1 รูปแบบ รวมแบบร่างผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการคัดเลือกจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 รูปแบบ ผลการประเมิน พบว่า 1) กระเป๋าขนาดใหญ่ รูปแบบที่ 3 Shopping Bag มีค่าเฉลี่ยความเหมาะสมสูงสุด 4.50 รองลงมาได้แก่ รูปแบบที่ 1 ค่าเฉลี่ย 4.17 และรูปแบบที่ 3 ค่าเฉลี่ย 4.00 2) กระเป๋าขนาดกลาง รูปแบบที่ 3 Trapeze Bag มีค่าเฉลี่ยความเหมาะสมสูงสุด 4.49 และ รองลงมาได้แก่ รูปแบบที่ 1 ค่าเฉลี่ย 4.06 และรูปแบบที่ 2 ค่าเฉลี่ย 3.94 3) กระเป๋าขนาดเล็ก รูปแบบที่ 1. Semi-circle Clutch Bag มีค่าเฉลี่ยความเหมาะสมสูงสุด 4.50 รองลงมาได้แก่ รูปแบบที่ 3 ค่าเฉลี่ย 4.00 และรูปแบบที่ 2 ค่าเฉลี่ย 3.78 จึงนำผลการคัดเลือกแบบร่างผลิตภัณฑ์ที่ออกแบบ จัดทำผลิตภัณฑ์ต้นแบบด้วยวิธีการตัดเย็บเช่นเดียวกับผลิตภัณฑ์หนึ่งเทียบ จำนวน 3 รูปแบบ ด้วยได้ผลดังนี้



1. Shopping Bag



2. Trapeze Bag



3. Semi-circle Clutch Bag

#### ภาพที่ 4 ต้นแบบผลิตภัณฑ์กระเป๋าหนังเทียมจากกากกล้วย

จากภาพที่ 4 ผลการพัฒนาต้นแบบผลิตภัณฑ์กระเป๋าหนังเทียมจากกากกล้วย พบว่า 1) กระเป๋าขนาดใหญ่ (Shopping Bag) มีขนาดความกว้าง 10 ซม. ความยาว 30 ซม. ความสูง 38 ซม. และสายกระเป๋ายาว 15 ซม. ออกแบบให้มีโครงสร้างแข็งแรง สามารถบรรจุสิ่งของได้มาก ใช้หนังเทียมจากกากกล้วยสีน้ำตาลแดงและสีธรรมชาติของกากกล้วยเพื่อให้เห็นเส้นใย เหมาะสำหรับการจับจ่ายหรือเป็นกระเป๋าสำหรับสินค้าเกษตรของชุมชน 2) กระเป๋าขนาดกลาง (Trapeze Bag) มีขนาดความกว้าง 8 ซม. ความยาว 25 ซม. ความสูง 20 ซม. และสายกระเป๋ายาว 9 ซม. ใช้หนังเทียมจากกากกล้วยสีธรรมชาติและสีขาว ออกแบบให้มีรูปทรงกระชับแต่ขยายพื้นที่บรรจุภายในได้ ตอบโจทย์ผู้บริโภคที่ต้องการกระเป๋าขนาดกลางที่มีเอกลักษณ์ และ 3) กระเป๋าขนาดเล็ก (Semi-circle Clutch Bag) มีขนาดความกว้าง 6 ซม. ความยาว 19 ซม. ความสูง 15 ซม. และสายกระเป๋ายาว 13 ซม. ใช้หนังจากกากกล้วยสีเทาเข้มและสีธรรมชาติที่เน้นลวดลายของเส้นใยกากกล้วย ออกแบบให้มีขนาดกะทัดรัด เหมาะกับการพกพา เพิ่มความสะดวกด้วยสายคล้องมือ ทั้งนี้การเลือกใช้โทนสีของหนังเทียมจากกากกล้วย ทั้งสีธรรมชาติของเส้นใย สีน้ำตาล สีขาว และสีเทาเข้ม เพื่อสร้างความโดดเด่นให้กับผลิตภัณฑ์ เพิ่มความรู้สึกถึงความเป็นธรรมชาติ ลวดลายเส้นใยกากกล้วยบนผิวหนังเทียม ช่วยเพิ่มมูลค่าสอดคล้องกับแนวคิดด้านการออกแบบเชิงสร้างสรรค์และวัสดูริ์กษโลก สะท้อนให้เห็นถึงศักยภาพของหนังเทียมจากกากกล้วยในการนำไปพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่ตอบโจทย์ความต้องการของผู้บริโภค

4. ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้บริโภค จากผู้ตอบแบบประเมินความพึงพอใจจำนวน 100 คน พบว่า ข้อมูลพื้นฐานของผู้บริโภค ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง (70%) อายุระหว่าง 21–30 ปี (63%) จบการศึกษาระดับปริญญาตรี (65%) ประกอบอาชีพข้าราชการและพนักงานเอกชน (26% และ 24%) และมีรายได้เฉลี่ยต่อเดือน 20,001–30,000 บาท (33.00%) รองลงมาคือ รายได้มากกว่า 30,001 บาทขึ้นไป (25%) โดยความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์หนังเทียมจากกากกล้วย ได้ผลดังนี้

ตารางที่ 4 ผลค่าเฉลี่ยความพึงพอใจของผู้บริโภค

รายการประเมิน	รูปแบบที่1		รูปแบบที่2		รูปแบบที่3	
	$\bar{X}$	พึงพอใจ	$\bar{X}$	พึงพอใจ	$\bar{X}$	พึงพอใจ
<b>ด้านรูปแบบและความสวยงาม</b>						
1. รูปทรงกระเป๋า มีความสวยงาม	4.54 ± 0.56	มากที่สุด	4.05 ± 0.70	มาก	4.37 ± 0.66	มากที่สุด
2. สี สันความสวยงามและเหมาะสม	4.46 ± 0.63	มากที่สุด	4.21 ± 0.66	มากที่สุด	4.33 ± 0.65	มากที่สุด
3. รูปแบบมีความแปลกใหม่	4.55 ± 0.59	มากที่สุด	4.23 ± 0.71	มากที่สุด	4.36 ± 0.64	มากที่สุด
4. รูปทรงกระเป๋า มีความสมดุล	4.49 ± 0.58	มากที่สุด	4.22 ± 0.63	มากที่สุด	4.27 ± 0.65	มากที่สุด
5. น่าสนใจในการเลือกซื้อ	4.42 ± 0.74	มากที่สุด	4.10 ± 0.81	มาก	4.34 ± 0.67	มากที่สุด
รวม	4.49 ± 0.48	มากที่สุด	4.16 ± 0.57	มาก	4.33 ± 0.54	มากที่สุด
<b>ด้านประโยชน์การใช้งาน</b>						
1. รูปแบบกระเป๋า สะดวกต่อการใช้งาน	4.46 ± 0.56	มากที่สุด	4.22 ± 0.76	มากที่สุด	4.35 ± 0.63	มากที่สุด
2. ขนาดและรูปทรงเหมาะสมต่อการใช้งาน	4.63 ± 0.49	มากที่สุด	4.40 ± 0.60	มากที่สุด	4.33 ± 0.67	มากที่สุด
3. วัสดุที่ใช้มีความเหมาะสมต่อการใช้งาน	4.51 ± 0.67	มากที่สุด	4.36 ± 0.64	มากที่สุด	4.42 ± 0.68	มากที่สุด
4. รูปแบบและวัสดุเหมาะสมต่อการบำรุงรักษา	4.50 ± 0.66	มากที่สุด	4.26 ± 0.72	มากที่สุด	4.32 ± 0.68	มากที่สุด
5. รูปแบบและโครงสร้างกระเป๋า มีความแข็งแรง	4.57 ± 0.57	มากที่สุด	4.41 ± 0.68	มากที่สุด	4.40 ± 0.73	มากที่สุด
รวม	4.53 ± 0.47	มากที่สุด	4.33 ± 0.52	มากที่สุด	4.36 ± 0.47	มากที่สุด
<b>ค่าเฉลี่ยรวม</b>	<b>4.51 ± 0.43</b>	<b>มากที่สุด</b>	<b>4.25 ± 0.51</b>	<b>มากที่สุด</b>	<b>4.34 ± 0.46</b>	<b>มากที่สุด</b>

จากตารางที่ 4 แสดงผลค่าเฉลี่ยความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์หนึ่งเทียบกับกากบกล้วย จำนวน 3 รูปแบบ ได้แก่ รูปแบบที่ 1 กระเป๋าขนาดใหญ่ (Shopping Bag) รูปแบบที่ 2 กระเป๋าขนาดกลาง (Trapeze Bag) และ รูปแบบที่ 3 กระเป๋าขนาดเล็ก (Semi-circle Clutch Bag) พบว่าผู้บริโภคมีความพึงพอใจในภาพรวมทุกด้านอยู่ในระดับมากที่สุด โดยพบว่า ด้านรูปแบบและความสวยงามมีความพึงพอใจต่อรูปแบบที่ 1 และรูปแบบที่ 3 มากที่สุด โดยรูปแบบที่ 1 ได้รับความพึงพอใจสูงสุด ( $\bar{X}$  = 4.49) รองลงมา คือ รูปแบบที่ 3 ( $\bar{X}$  = 4.37) และรูปแบบที่ 2 ได้รับความพึงพอใจในระดับมาก ( $\bar{X}$  = 4.16) เมื่อพิจารณาปัจจัยที่ทำให้ผลิตภัณฑ์

รูปแบบที่ 1 ได้รับความพึงพอใจสูงสุดในด้านนี้ เนื่องจากเป็นกระเป๋าขนาดใหญ่ที่ออกแบบให้เป็น Shopping Bag ตัดเย็บโดยใช้หนังเทียมจากกากบักกล้วยหินสีน้ำตาลอ่อนและน้ำตาลแดง ซึ่งให้ภาพลักษณ์ที่ใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์เครื่องหนังแท้ อีกทั้งยังสามารถมองเห็นเส้นใยธรรมชาติของกากบักกล้วย สร้างลวดลายเป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัวที่โดดเด่น เพิ่มความรู้สึกเป็นธรรมชาติและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม สอดคล้องกับแนวคิด Emotional Design ของ Norman (2013) ที่ระบุว่ารูปลักษณ์ สี สัน และสัมผัสของผลิตภัณฑ์ส่งผลต่อประสบการณ์ทางอารมณ์ของผู้บริโภค และมีอิทธิพลต่อการตัดสินใจเลือกซื้ออย่างมีนัยสำคัญ ด้านประโยชน์การใช้งาน ผู้บริโภคมีความพึงพอใจผลิตภัณฑ์ทุกรูปแบบในระดับมากที่สุด โดยรูปแบบที่ 1 ได้รับความพึงพอใจสูงสุด (ค่าเฉลี่ย 4.53) รองลงมาคือ รูปแบบที่ 3 (ค่าเฉลี่ย 4.36) และรูปแบบที่ 2 (ค่าเฉลี่ย 4.33) ตามลำดับ โดยปัจจัยที่ทำให้รูปแบบที่ 1 ได้รับความพึงพอใจสูงสุดด้านนี้ เนื่องจากเป็นกระเป๋าขนาดใหญ่ที่สามารถบรรจุสิ่งของได้มาก เหมาะสมกับการใช้งานในชีวิตประจำวัน โดยเฉพาะการจับจ่ายสินค้าและพกพาผลผลิตทางการเกษตร ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงความสอดคล้องระหว่างการออกแบบผลิตภัณฑ์กับบริบทการใช้งานจริงของผู้บริโภค

**ตารางที่ 5** ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ค่าเฉลี่ยความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อรูปแบบผลิตภัณฑ์หนังเทียมจากกากบักกล้วย

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	p
ระหว่างกลุ่ม	2.407	2	1.204	5.118	.007
ภายในกลุ่ม	69.850	297	.235		
ทั้งหมด	72.257	299			

**ตารางที่ 6** ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อรูปแบบผลิตภัณฑ์หนังเทียมจากกากบักกล้วยหิน โดยใช้ Least Significant Difference (LSD)

รูปแบบผลิตภัณฑ์	$\bar{X}$	รูปแบบที่ 1	รูปแบบที่ 2	รูปแบบที่ 3
		4.51	4.25	4.34
รูปแบบที่ 1 Shopping Bag	4.51	-	0.26*	0.17*
รูปแบบที่ 2 Trapeze Bag	4.25	-	-	- 0.10
รูปแบบที่ 3 Semi-circle Clutch Bag	4.34	-	-	-

\* หมายถึง มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 5 แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยความพึงพอใจ พบว่า รูปแบบผลิตภัณฑ์หนังเทียมจากกากบักกล้วยมีผลต่อความพึงพอใจของผู้บริโภคอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ตามตารางที่ 6 พบว่า ผลิตภัณฑ์รูปแบบที่ 1 มีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจสูงกว่ารูปแบบที่ 2 และรูปแบบที่ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 อย่างไรก็ตาม ค่าเฉลี่ยความพึงพอใจระหว่างรูปแบบที่ 2 และ 3 ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ทั้งนี้เนื่องจากรูปร่างของกระเป๋า Shopping Bag

มีความเหมาะสมต่อการใช้งาน สามารถบรรจุสิ่งของได้มาก และตอบโจทย์การใช้งานในชีวิตประจำวันของผู้บริโภค โดยเฉพาะกลุ่มเป้าหมายในพื้นที่จังหวัดเพชรบูรณ์ ที่มีความเกี่ยวข้องกับวิถีชีวิตเชิงเกษตรและการจับจ่ายสินค้าในท้องถิ่น สอดคล้องกับแนวคิดการออกแบบที่เน้นผู้ใช้เป็นศูนย์กลาง (Bhamra & Lofthouse, 2007)

## สรุป

งานวิจัยนี้มุ่งพัฒนาหนังเทียมจากกากกล้วยหินเพื่อใช้เป็นวัสดุทางเลือกในการออกแบบผลิตภัณฑ์ชุมชนเชิงสร้างสรรค์ของจังหวัดเพชรบูรณ์ ผลการวิจัยพบว่า เส้นใยกากกล้วยสามารถเสริมแรงในยางธรรมชาติได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยการเติมเส้นใยในสูตรยางธรรมชาติส่งผลต่อสมบัติเชิงกล ทั้งค่าโมดูลัส ค่าความแข็ง ค่าความต้านทานต่อการฉีกขาด ที่เพิ่มขึ้นตามปริมาณเส้นใย ขณะที่ค่าความต้านทานต่อแรงดึงและค่าการยืดจนขาด มีแนวโน้มลดลงเมื่อเติมเส้นใยในปริมาณสูงเกินไป จากการวิเคราะห์สมบัติโดยรวมพบว่า สูตรที่มีการเติมเส้นใยกากกล้วยในระดับ 10 phr ให้ผลสมมูลที่สุทธระหว่างความแข็งแรง ความยืดหยุ่น และความคงรูปของวัสดุ โดยมีค่าการยืดจนขาด สูงสุดที่ 662% และ ค่าความต้านทานต่อการฉีกขาด สูงสุดที่ 38.90 N/mm จึงนำหนังเทียมจากกากกล้วยสูตรนี้ไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์กระเป๋า 3 รูปแบบ ได้แก่ กระเป๋าขนาดใหญ่ (Shopping Bag) ขนาดกลาง (Trapeze Bag) และขนาดเล็ก (Semi-circle Clutch Bag) พบว่าผู้บริโภคมีความพึงพอใจภาพรวมต่อผลิตภัณฑ์ในระดับมากที่สุด โดยเฉพาะกระเป๋าขนาดใหญ่ที่ได้รับคะแนนเฉลี่ยรวมสูงสุด 4.51 สะท้อนให้เห็นว่าหนังเทียมจากกากกล้วยสามารถตอบโจทย์การใช้งานจริง ทั้งด้านความงามเชิงศิลป์และความแข็งแรงเชิงกล ซึ่งผู้บริโภคมีความพึงพอใจในภาพรวมระดับมากที่สุด การวิจัยครั้งนี้ จึงเป็นการช่วยพิสูจน์เชิงประจักษ์ว่าเส้นใยกากกล้วยสามารถทำหน้าที่เป็นวัสดุเสริมแรงในยางธรรมชาติได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะเมื่อใช้ในปริมาณต่ำ ซึ่งช่วยเพิ่มความแข็งแรงเชิงกลโดยไม่สูญเสียความยืดหยุ่น อีกทั้งยังเป็นแนวทางใหม่ของการนำวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรมาพัฒนาเป็นวัสดุทดแทนหนังสังเคราะห์ที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพ

## ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยที่พบ ควรมีการพัฒนาเกี่ยวกับการทดลองใช้เส้นใยที่ผ่านกระบวนการปรับปรุงสมบัติคหรือการเลือกใช้เส้นใยจากพืชชนิดอื่นร่วมกับเส้นใยกากกล้วย เพื่อลดปัญหาความเปราะและการสึกหรอ รวมถึงเพิ่มความยืดหยุ่นของวัสดุให้เหมาะสมกับการใช้งานในผลิตภัณฑ์หลากหลายมากยิ่งขึ้น ทั้งนี้งานวิจัยยังมีข้อจำกัดด้านการทดลองในระดับห้องปฏิบัติการ จึงควรมีการศึกษาต่อยอดในระดับกึ่งอุตสาหกรรม และการทดสอบสมบัติการใช้งานจริง เพื่อพัฒนาสู่ผลิตภัณฑ์เชิงพาณิชย์อย่างยั่งยืน

## กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนงานวิจัย พัฒนาวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2566

## เอกสารอ้างอิง

- กรมส่งเสริมการเกษตร. (2566). ข้อมูลสารสนเทศส่งเสริมการเกษตร. สืบค้นจาก <https://www.doae.go.th>
- รัตนา ดันตเทิดธรรม, วุฒินันท์ คงทัด, และกล้าณรงค์ ศรีรอด. (2553). การศึกษาการเตรียมและสมบัติของวัสดุคอมโพสิตของยางธรรมชาติกับเส้นใยกาบมะพร้าวและปาล์มน้ำมัน. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 3-5 กุมภาพันธ์ 2553. กรุงเทพฯ: อุตสาหกรรมเกษตร
- สุรเดช มัจฉาเวช, อุไรวรรณ สุกยัง, และสุวัฒน์ รัตนพันธ์ . (2562). การเตรียมแผ่นกระดาษหนังเทียมจากยางธรรมชาติผสมเศษกระดาษเหลือใช้ในสำนักงาน. รายงานการวิจัย, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย.
- Ahmed, M. A., & Abbas, A. E. (2018). Utilization of banana extract for eco-friendly functional finishing of textile materials: A review. *Gezira Journal of Engineering and Applied Sciences*, 13(2), 81-106.
- Basak, S., Shakyawar, D. B., & Samanta, K.K. (2025). A review on natural fibre-based engineered flexible composite: A futuristic development as leather alternative. *Journal of the Textile Institute*. 9(4):1840-1869.
- Bhamra, T., & Lofthouse, V. (2007). *Design for Sustainability: A Practical Approach*. London: Tracy Bhamra and Vicky Lofthouse.
- Chitale, A. K., & Gupta, R. C. (2023). *Product Design and Manufacturing*. Delhi: PHI Learning Private Limited.
- De, D., De, D., & Adhikari, B. (2004). The effect of grass fiber filler on curing characteristics and mechanical properties of natural rubber. *Polymers for Advanced Technologies*, 15(12), 708–715.
- Deepika, S. G., & Sunny, G. (2024). **A review on unveiling the potential of banana cellulosic fibers: Extraction methods to applications**. In *Smart Textiles and Emerging Technologies Conference Proceedings, 2024*. New Zealand: Textiles and Materials Research Limited.
- Diarsa, M., & Gupte, A. (2021). Preparation, characterization and its potential applications in isoniazid drug delivery of porous microcrystalline cellulose from banana pseudostem fibers. *3 Biotech*, 11(7), 334.
- Grand View Research. (2025). *Synthetic Leather Market Size & Share | Industry Report, 2033 [ Industry Report]*. Retrieved from <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/synthetic-leather-market>

- Ismail, H., Rozman, H. D., Jaffri, R. M., & Mohd Ishak, Z. A. (1997). Oil palm wood flour reinforced epoxidized natural rubber composites: the effect of filler content and size. **European Polymer Journal**, 33(12), 1627-1632.
- Omar, M. F., Ali, F., Jami, M. S., Azmi, A. S., Ahmad, F., Marzuki, M. Z., Muniyandi, S. K., Zainudin, Z., & Kim, M. P. (2025). A comprehensive review of natural rubber composites: Properties, compounding aspects, and renewable practices with natural fiber reinforcement. **Journal of Renewable Materials**, 13(3), 1–23.
- Ulrich, K. T., & Eppinger, S. D. (2016). **Product Design and Development (6th ed.)**. New York: McGraw-Hill.
- Vingeswaran, C., Pavithra, V., Gayathri, V., & Mythili, K. (2015). Banana Fiber: Scope and Value Added Product Development. **JTAEM Journal of Textile and Apparel Technology and Management**, 9(2): 1-7.
- Zhou, Y., Fan, M., Chen, L., & Zhuang, J. (2015). Lignocellulosic fibre mediated rubber composites: An overview. **Composites Part B: Engineering**, 76, 180–191.

การปรับปรุงกระบวนการด้วยเทคนิค 5W1H ร่วมกับหลักการ ECRS:  
กรณีศึกษา กระบวนการคัดและบรรจุพริก

เดือนรุ่ง สุวรรณโสภา<sup>1</sup> นรัตน์ รัตนวัย<sup>2\*</sup> นราธิป สุพัฒน์ธนานนท์<sup>3</sup>  
ร็กน้อย อัครรุ่งเรืองกุล<sup>4</sup> เอราวัณ ชาญพหล<sup>5</sup>

Received : July, 14, 2025

Revised : December 12, 2025

Accepted : December 18, 2025

### บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษากระบวนการคัดและบรรจุพริกของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนผักปลอดภัยบ้านศรีทอง และปรับปรุงกระบวนการให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น โดยประยุกต์ใช้เทคนิค 5W1H ร่วมกับหลักการ ECRS เริ่มต้นด้วยการวิเคราะห์ปัญหาด้วยแผนภูมิแกงปลาและแผนภูมิกระบวนการไหล ก่อนนำข้อมูลไปวิเคราะห์เพื่อหาแนวทางปรับปรุงกระบวนการดังกล่าว การปรับปรุงกระบวนการด้วยการทำให้ขั้นตอนการเด็ดก้านพริกง่ายขึ้น กำจัดกระบวนการตรวจสอบพริก รวมขั้นตอนการนำพริกใส่ถุงและชั่งน้ำหนักพริกเข้าด้วยกัน และเรียงลำดับขั้นตอนการทำงานใหม่ ส่งผลให้สามารถลดจำนวนขั้นตอนจาก 13 เหลือ 9 ขั้นตอน (ร้อยละ 30.77) ลดเวลาในการทำงานจาก 9,493 วินาที เหลือ 7,906 วินาที (ร้อยละ 16.72) และลดระยะทางที่ใช้ในการปฏิบัติงานจาก 13 เมตร เหลือ 11 เมตร (ร้อยละ 15.38) ต่อการคัดและบรรจุพริก 80 กิโลกรัม นอกจากนี้จากการประเมินความพึงพอใจของพนักงานที่มีต่อกระบวนการคัดและบรรจุพริกใหม่ พบว่าพนักงานให้ความพึงพอใจในระดับ “มากที่สุด” โดยเฉพาะด้านการลดระยะทางและการรอคอย สะท้อนว่ากระบวนการที่ปรับปรุงแล้วสามารถแก้ไขปัญหาการทำงานได้จริง และเหมาะสมกับบริบทของวิสาหกิจชุมชนที่ต้องการทั้งความยืดหยุ่นและประสิทธิภาพในการดำเนินงาน

**คำสำคัญ:** การคัดและบรรจุพริก การปรับปรุงกระบวนการ เทคนิค 5W1H แผนภูมิแกงปลา หลักการ ECRS

<sup>1</sup> คณะอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร

อีเมล: duenrung.ub@grumti.ac.th

<sup>2</sup> คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

อีเมล: narat.rat@pcru.ac.th

<sup>3</sup> คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น

อีเมล: naratip.su@rmuti.ac.th

<sup>4</sup> คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อีเมล: raxaka@kku.ac.th

<sup>5</sup> คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

อีเมล: arawan.cha@pcru.ac.th

\* ผู้นิพนธ์หลัก อีเมล: narat.rat@pcru.ac.th

PROCESS IMPROVEMENT USING THE 5W1H TECHNIQUE COMBINED WITH ECRS PRINCIPLES:  
A CASE STUDY OF CHILI SORTING AND PACKING

Duenrung Suwannasopa<sup>1</sup> Narat Rattanawai<sup>2\*</sup> Naratip Supattananon<sup>3</sup>  
Raknoi Akarungruangkul<sup>4</sup> Arawan Chanpahon<sup>5</sup>

### Abstract

This research aimed to study the chili sorting and packing process at the Ban Sri Thong Safe Vegetable Community Enterprise and to improve its efficiency by applying the 5W1H technique combined with ECRS principles. The study commenced with problem analysis using fishbone diagrams and flow process charts, followed by data analysis to identify process improvement approaches. Process improvements included simplifying the chili stem removal step, eliminating the inspection step, combining bagging and weighing operations, and rearranging the work sequence. These improvements reduced the number of process steps from 13 to 9 (a 30.77% reduction), decreased working time from 9,493 to 7,906 seconds (a 16.72% reduction), and reduced working distance from 13 to 11 meters (a 15.38% reduction) per 80 kilograms of sorted and packed chilies. Additionally, employee satisfaction evaluation revealed the highest satisfaction level with the improved process, particularly regarding reduced travel distance and waiting time. These findings demonstrate that the improved process effectively addresses operational challenges and is well-suited to the context of community enterprises requiring both flexibility and operational efficiency.

**Keywords:** Chili Sorting and Packing, Process Improvement, 5W1H Technique, Fishbone Diagram, ECRS Principles

---

<sup>1</sup> Faculty of Industry and Technology, Rajamangala University of Technology Isan Sakon Nakhon Campus, e-mail: duenrung.ub@grumti.ac.th

<sup>2</sup> Faculty of Agricultural and Industrial Technology, Phetchabun Rajabhat University, e-mail: narat.rat@pcru.ac.th

<sup>3</sup> Faculty of Technical Education, Rajamangala University of Technology Isan, Khonkaen Campus, e-mail: naratip.su@muti.ac.th

<sup>4</sup> Faculty of Engineering, Khonkaen University, e-mail: raxaka@kku.ac.th

<sup>5</sup> Faculty of Agricultural and Industrial Technology, Phetchabun Rajabhat University, e-mail: arawan.cha@pcru.ac.th

\* Corresponding author, e-mail: narat.rat@pcru.ac.th

## บทนำ

ในปัจจุบันกลุ่มวิสาหกิจชุมชนถือเป็นกลไกสำคัญในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจฐานราก โดยเฉพาะในภาคเกษตรกรรม ซึ่งมีบทบาทเชื่อมโยงระหว่างเกษตรกรกับผู้ซื้อหรือตลาด ผ่านการแปรรูปและจำหน่ายผลผลิตภายในชุมชน การรวมกลุ่มผลิต แปรรูป และจำหน่ายของกลุ่มวิสาหกิจชุมชน ไม่เพียงแต่ช่วยสร้างรายได้ที่ยั่งยืน แต่ยังเป็นส่วนหนึ่งของความเข้มแข็งของชุมชน การพัฒนาอุตสาหกรรมเกษตรระดับชุมชน จึงเป็นแนวทางที่สำคัญเพื่อเพิ่มมูลค่า ลดความเหลื่อมล้ำ และสร้างเศรษฐกิจฐานรากที่ทนทาน (Inbuen et al, 2019) กลุ่มวิสาหกิจชุมชนผักปลอดภัยบ้านศรีทอง เป็นกลุ่มวิสาหกิจชุมชนที่ดำเนินกิจการผลิตและจำหน่ายผักและพืชผลทางการเกษตรขนาดกลางในจังหวัดเพชรบูรณ์ เกิดปัญหาการส่งมอบผักให้กับผู้ซื้อล่าช้า ทำให้หลายครั้งผู้ซื้อปฏิเสธการรับสินค้า และเปิดโอกาสให้ผู้ซื้อได้รับสินค้าในราคาที่ต่ำลง กล่าวคือ ปัจจุบันกลุ่มวิสาหกิจชุมชนผักปลอดภัยบ้านศรีทองมีสินค้าหลักคือ พริกสด ทั้งแบบเด็ดก้านและไม่เด็ดก้าน ซึ่งพริกสดแบบเด็ดก้านจะมีราคาขายต่อกิโลกรัมสูงกว่าแบบไม่เด็ดก้าน ดังนั้น หากไม่สามารถเด็ดก้านพริกให้แล้วเสร็จก่อนเวลา 15.30 น. ของทุกวัน จะต้องขายเป็นพริกไม่เด็ดก้าน ทำให้กลุ่มต้องเสียโอกาสที่เกิดจากความสูญเปล่า (หากไม่ขายพริกวันต่อวันจะส่งผลให้พริกไม่สด เน่าเสีย และไม่สามารถขายได้) อย่างไรก็ตาม พนักงานจะเริ่มเก็บพริก (เริ่มทำงาน) เวลา 06.00-12.00 น. โดยมีปริมาณพริกที่เก็บได้ต่อวันเฉลี่ย 400 กิโลกรัม ซึ่งมีเวลาในการจัดเตรียมพริกให้ผู้ซื้อเพียง 2 ชั่วโมง 30 นาที ต่อวัน ซึ่งผู้ซื้อยินดีรับซื้อพริกแบบเด็ดก้านและไม่เด็ดก้านทั้งหมดที่กลุ่มผลิตได้ จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องปรับปรุงกระบวนการคัดและบรรจุพริกให้สามารถรองรับปริมาณพริกที่สูงขึ้นในอนาคต

การปรับปรุงกระบวนการหรือการปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงาน (Productivity Improvement) เป็นแนวคิดที่สามารถแก้ปัญหาของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนผักปลอดภัยบ้านศรีทองได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยทั่วไปจะเริ่มต้นจากการค้นหาสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาด้วยเครื่องมือควบคุมคุณภาพ (แผนภูมิแกงปลา) ซึ่งจะทำให้การวิจัยมีทิศทางที่ชัดเจนมากขึ้น (มงคล เหล่าวราพันธุ์ และคณะ, 2561; พีรวัตร ลือสัก และสมควร สงวนแพง, 2560) จากนั้นดำเนินการวิเคราะห์สาเหตุที่แท้จริงของปัญหาเพื่อหาแนวทางในการแก้ไข ซึ่งโดยปกติปัญหาความล่าช้าของการทำงานเกิดจากกระบวนการทำงานที่ไม่มีมาตรฐานหรือมีขั้นตอนในการทำงานที่ไม่เหมาะสม ทำให้เกิดความสูญเปล่าด้านเวลาในการทำงาน (ภาณุวัฒน์ วงศ์แสงน้อย และนลิน เพียรทอง, 2566) ความสูญเปล่าดังกล่าวสามารถวิเคราะห์ได้ด้วยการใช้แผนภูมิกระบวนการไหลและกำจัดได้ด้วยหลักการ ECRS (มงคล เหล่าวราพันธุ์ และคณะ, 2561; ภาณุวัฒน์ วงศ์แสงน้อย และนลิน เพียรทอง, 2566; อริษา แซ่ไคว้ และคณะ, 2562; ชลาลัย วงเวียน และคณะ, 2567) การใช้แนวคิด 5W1H ร่วมกับหลักการลดความสูญเปล่า (ไซตริส นพพลกรัง และ พรชิตา งามะพันธ์, 2565; สุชาติ ธีรารังสุข และคณะ, 2564; จิรกาล กัลยาโพธิ์ และจิรพัฒน์ เงามประเสริฐวงศ์, 2564) และการใช้วิธีการตั้งคำถาม Why-Why Analysis ร่วมกับหลักการลดความสูญเปล่า ECRC (ธรรมศักดิ์ ค่วยเทศ และคณะ, 2564) นอกจากนี้ บางงานวิจัยวิเคราะห์หาสาเหตุของความสูญเปล่าด้วยแผนภูมิแกงปลาตามหลักการ ECRC (จันทิมา เหล่าบ้านค้อ และคณะ, 2567) ซึ่งเป็นการยืนยันว่าหลักการลดความสูญเปล่า ECRC มีประสิทธิภาพในการปรับปรุงกระบวนการทำงาน จากการทบทวนวรรณกรรม พบว่ายังไม่มีงานวิจัยใดศึกษาการประยุกต์ใช้เทคนิค 5W1H ร่วมกับหลักการ ECRC ในกระบวนการคัดและบรรจุพริกใน

ระดับวิสาหกิจชุมชนโดยเฉพาะ ซึ่งเป็นบริบทที่มีข้อจำกัดด้านทรัพยากร บุคลากรและเวลา การศึกษาที่จึงเติมเต็มช่องว่างขององค์ความรู้ด้วยการประยุกต์แนวคิดเชิงวิศวกรรมสู่การปฏิบัติจริงในชุมชน

ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นการศึกษาและปรับปรุงกระบวนการคัดและบรรจุพริกของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนผักปลอดภัยบ้านศรีทองโดยค้นหารากที่แท้จริงของปัญหาด้วยแผนภูมิแกงปลา วิเคราะห์กระบวนการด้วยแผนภูมิกระบวนการไหล และปรับปรุงกระบวนการด้วยแนวคิด 5W1H ร่วมกับหลักการ ECRS รวมถึงประเมินความพึงพอใจของพนักงานที่มีต่อกระบวนการคัดและบรรจุพริกหลังการปรับปรุง เพื่อยืนยันว่ากระบวนการใหม่มีความเหมาะสมและสามารถแก้ไขปัญหาในระยะยาวของกลุ่มได้

### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษากระบวนการคัดและบรรจุพริกของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนผักปลอดภัยบ้านศรีทอง
2. เพื่อวิเคราะห์และปรับปรุงกระบวนการคัดและบรรจุพริก โดยใช้เทคนิค 5W1H และหลักการ ECRS
3. เพื่อประเมินความพึงพอใจของพนักงานที่มีต่อกระบวนการคัดและบรรจุพริกใหม่

### วิธีดำเนินการวิจัย

#### กลุ่มตัวอย่าง

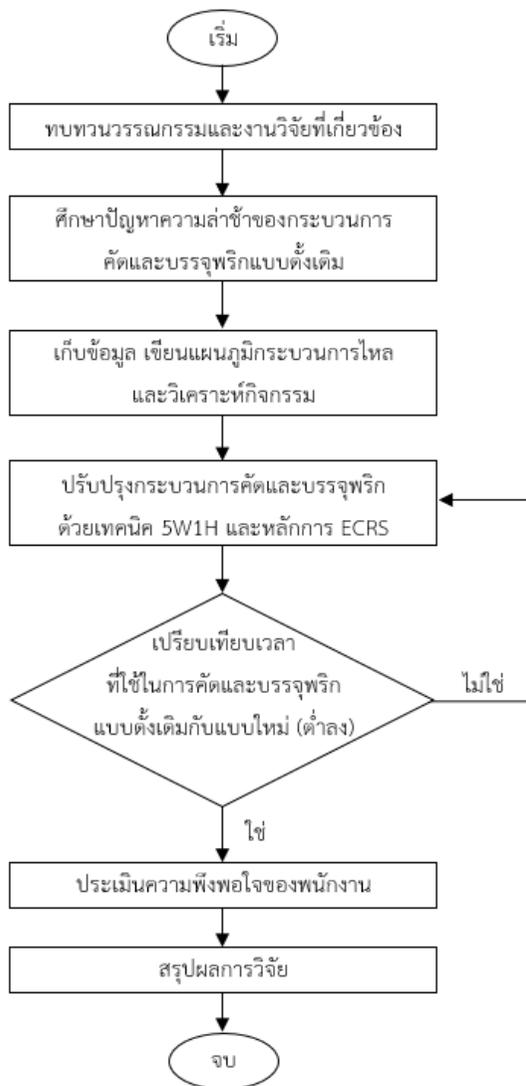
พนักงานกระบวนการคัดและบรรจุพริกของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนผักปลอดภัยบ้านศรีทองจำนวน 12 คน

#### เครื่องมือวิจัย

- 1) วิเคราะห์ปัญหาความล่าช้าของกระบวนการคัดและบรรจุพริกด้วยแผนภูมิแกงปลา
- 2) ศึกษากระบวนการคัดและบรรจุพริกด้วยแผนภูมิกระบวนการไหล ซึ่งจะทำให้ทราบจำนวนขั้นตอน เวลาในการทำงาน (วินาที) และระยะทางในการปฏิบัติงาน (เมตร)
- 3) ปรับปรุงกระบวนการด้วยเทคนิค 5W1H และหลักการ ECRS
- 4) ประเมินความพึงพอใจของพนักงานที่มีต่อกระบวนการคัดและบรรจุพริกใหม่ ด้วยแบบประเมินที่ผ่านการวัดความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์หรือ Index of Item Objective Congruence (IOC) โดยผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรม จำนวน 2 ท่าน ด้านการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน จำนวน 2 ท่าน และประธานกลุ่มวิสาหกิจชุมชนผักปลอดภัยบ้านศรีทอง จำนวน 1 ท่าน รวมเป็น 5 ท่าน เรียบร้อยแล้ว ซึ่งทุกข้อคำถามมีค่า IOC มากกว่า 0.50 (ทศวรรษ เศรษฐบุบผา และสุทธาวรรณ ชาติ, 2566)

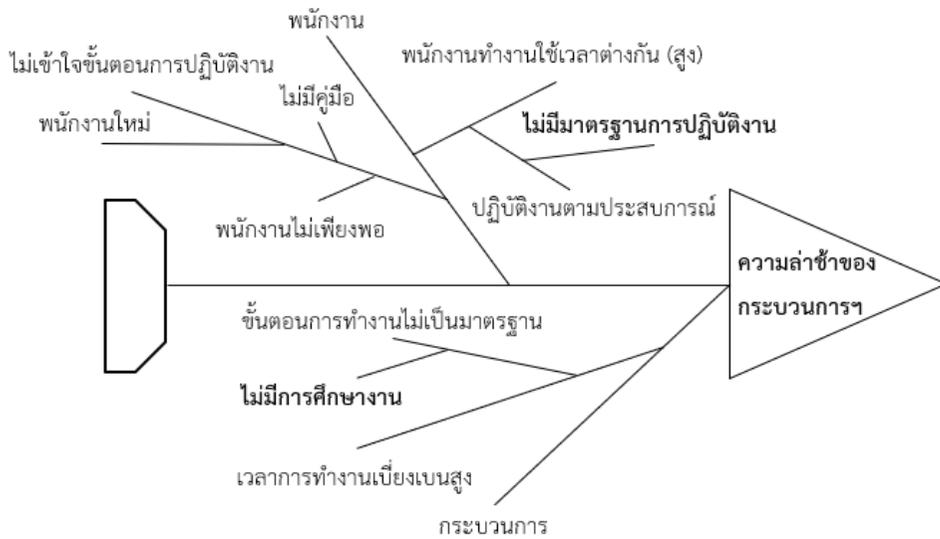
#### ขั้นตอนการวิจัย

การวิจัยนี้เริ่มจากการศึกษาปัญหาความล่าช้าของกระบวนการคัดและบรรจุพริกในปัจจุบัน โดยใช้แผนภูมิแกงปลา จากนั้นเขียนแผนภูมิกระบวนการไหลเพื่อวิเคราะห์กิจกรรมต่างๆ ในกระบวนการคัดและบรรจุพริก รวมถึงปรับปรุงกระบวนการดังกล่าวโดยใช้เทคนิค 5W1H และหลักการ ECRS ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ขั้นตอนการวิจัย

จากภาพที่ 1 การทบทวนวรรณกรรม แสดงว่าแผนภูมิแกงปลาเป็นเครื่องมือที่มีความเหมาะสมสำหรับ การค้นหาสาเหตุที่แท้จริงของปัญหา ซึ่งจะทำให้สามารถทราบถึงแนวทางการแก้ปัญหาได้ ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 การศึกษาปัญหาความล่าช้าในกระบวนการคัดและบรรจุพริก

จากภาพที่ 2 พบว่า รากที่แท้จริงของปัญหาคือ ขาดกระบวนการทำงานที่เป็นมาตรฐาน ทำให้พนักงานไม่สามารถดำเนินการได้อย่างเหมาะสม ส่งผลให้ใช้เวลาในการทำงานมากเกินไป จึงเก็บรวบรวมข้อมูลต่างๆ เพื่อเขียนแผนภูมิกระบวนการไหล ได้แก่ ขั้นตอนการทำงาน กระบวนการไหล เวลาที่ใช้ในการทำงาน และระยะทางที่ใช้ โดยเวลาที่ใช้ในแผนภูมิกระบวนการไหลนี้ได้เก็บรวบรวมจากการทำซ้ำ จำนวน 10 ครั้ง สำหรับขั้นตอนที่ใช้เวลาน้อยกว่า 2 นาที และทำซ้ำ จำนวน 5 ครั้ง สำหรับขั้นตอนที่ใช้เวลามากกว่า 2 นาที ตามแนวทางของการศึกษางาน ดังภาพที่ 3 โดยจากภาพที่ 3 จะหาจำนวนครั้งที่เหมาะสมสำหรับการศึกษาเวลายกตัวอย่าง ขั้นตอนที่ 2 (ขั้นตอนการเด็ดก้านพริก) ซึ่งได้เก็บรวบรวมข้อมูลเวลาซ้ำ 5 ครั้ง เนื่องจากมีเวลาในการทำงานมากกว่า 2 นาที ได้แก่ 6,775 6,981 7,032 6,956 และ 7,056 วินาที ตามลำดับ ซึ่งทำให้มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6,960 วินาที และค่าพิสัยเท่ากับ 281 วินาที จึงหาค่าพิสัยต่อค่าเฉลี่ยได้เท่ากับ 0.04037 เมื่อนำไปเปิดตาราง Maytag (รัชต์วรรณ กาญจนปัญญาคม, 2552; วินัย หล้าวงษ์ และคณะ, 2565) ตามหลักการศึกษาเวลาแล้ว พบว่า จำนวนครั้งที่เก็บข้อมูลมีความเหมาะสมทั้ง 13 ขั้นตอน เป็นกิจกรรมการปฏิบัติงาน 4 ขั้นตอน การเคลื่อนที่หรือย้าย 6 ขั้นตอน การรอคอย 1 ขั้นตอน และการตรวจสอบ 2 ขั้นตอน ใช้เวลาในการทำงานทั้งสิ้น 9,493 วินาที และระยะทาง 13 เมตร ต่อการคัดและบรรจุพริก 80 กิโลกรัม ซึ่งมีเวลาสูญเสียเปล่าแฝงอยู่ ดังนั้น จึงวิเคราะห์กิจกรรมด้วยเทคนิค 5W1H และหลักการ ECRS โดยการระดมสมองร่วมกับพนักงานของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนผักปลอดภัยบ้านศรีทองทั้ง 12 คน ซึ่งสามารถแสดงตัวอย่างการวิเคราะห์ดังกล่าว ดังตารางที่ 1

แผนภูมิกระบวนการไหล (FLOW PROCESS CHART)									
แผนภูมิหมายเลข .....A01.....แผ่นที่ 1 / 1.....				สรุป					
แผนภูมิติดตาม <input checked="" type="checkbox"/> ผลិតภัณฑ์/ วัสดุ <input type="checkbox"/> คน/ พนักงาน รายละเอียดสิ่งที่ติดตาม .....พริกของกลุ่มวิสาหกิจชุมชน..... .....ผักปลอดภัยบ้านศรีทอง.....				กิจกรรม	ปัจจุบัน	ปรับปรุง	ลดลง		
ชื่อกระบวนการ .....คัดและบรรจุ.....				<input type="radio"/> การปฏิบัติงาน	4				
ชื่อแผนก .....คัดและบรรจุ.....				<input type="checkbox"/> การเคลื่อนที่/ ย้าย	6				
ชื่อผู้ปฏิบัติงาน .....ชุมชนบ้านศรีทอง 12 คน.....				<input type="radio"/> การรอคอย	1				
กระบวนการ <input checked="" type="checkbox"/> ปัจจุบัน <input type="checkbox"/> ปรับปรุง				<input type="checkbox"/> การตรวจสอบ	2				
ชื่อผู้บันทึก .....นริศวี รัตนวิชัย..... วันที่บันทึก .....-.....				<input type="checkbox"/> การจัดเก็บ	-				
				เวลารวม (วินาที)	9,493				
				ระยะทางรวม (เมตร)	13				
				ต้นทุนรวม (บาท)	-				
คำอธิบาย/ ขั้นตอน	จำนวน (กิโลกรัม)	ระยะ (เมตร)	เวลา (วินาที)	สัญลักษณ์					หมายเหตุ
				<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
1. เคลื่อนย้ายพริกมายังจัดคัดแยก	80	3	30	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2. เด็ดก้านพริก	80	-	6,960	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	พนักงาน 11 คน
3. เคลื่อนย้ายพริกลงในถัง	0.15	-	3	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	พริกที่เด็ดก้านแล้ว 60 กก.
4. รอพริกเต็มถัง	60	-	1,197	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	รอจากกระบวนการเด็ดพริก
5. เคลื่อนย้ายพริกไปยังตาชั่ง	60	5	180	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6. ตรวจสอบการเด็ดก้านพริก	60	-	160	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ตรวจสอบก่อนชั่งน้ำหนัก
7. แบ่งพริกใส่ถุง 0.5 กิโลกรัม	60	-	360	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	แบ่งพริกใส่ถุงย่อย
8. ชั่งน้ำหนักพริก 0.5 กิโลกรัม	60	-	360	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ให้ได้ถุงละ 0.5 กิโลกรัม
9. เคลื่อนย้ายไปยังจุดตักเครื่อง	60	1	30	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	12 ถุง
10. ปิดปากถุงพริก	60	-	120	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	12 ถุง
11. เคลื่อนย้ายไปยังจุดตักเครื่อง	60	1	17	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	12 ถุง
12. ตักเครื่อง	60	-	16	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	12 ถุง
13. เคลื่อนย้ายไปยังห้องจัดเก็บ	60	3	60	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	จัดเก็บในห้องเย็น

ภาพที่ 3 แผนภูมิกระบวนการไหลของกระบวนการคัดและบรรจุพริกแบบดั้งเดิม

ตารางที่ 1 การวิเคราะห์กิจกรรมด้วยเทคนิค 5W1H ร่วมกับหลักการ ECRS

ขั้นตอน ที่	5W1H	คำตอบ	ปัญหาที่เกิดขึ้น	แนวทางการแก้ไข (ECRS)
2	ใคร (Who) ทำอะไร (What) ทำไมต้องทำ (Why) สถานที่ (Where) ทำเมื่อไหร่ (When) ทำอย่างไร (How)	พนักงานเด็ดพริก เด็ดก้านพริก เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับพริก เนื่องจากพริกที่เด็ดก้านจะ แพงกว่าไม่เด็ด ซึ่งจำเป็นที่ จะต้องดำเนินการก่อนที่นำ พริกไปบรรจุ โตะเด็ดพริก ก่อนที่พริกจะถูกบรรจุ พนักงานจะหยิบพริกมาเด็ด ก้านออกที่ละเม็ดจนเสร็จ	ในกระบวนการเด็ด ก้านพริกออกนั้นถือ ว่าเป็นกระบวนการ แรกของการทำงาน ซึ่งจะใช้เวลานานทำ ให้กระบวนการเด็ด พริกนั้นล่าช้า ทำให้ เกิดการรอคอยใน กระบวนการต่อไป และเกิดปัญหาคอ ขวด 	<b>การทำให้ง่าย (Simplify)</b> ในการทำงานขั้นตอน การเด็ดก้านพริกนั้น จากเดิมมีพนักงาน 11 คน ซึ่งทำให้กระบวนการ ล่าช้า จึงเพิ่มพนักงาน 1 คน ซึ่งเป็นพนักงาน จากขั้นตอนการปิด ปากถุง ตัดสติ๊กเกอร์ และนำพริกเข้าห้องเย็น เมื่อพริกเคลื่อนย้ายไป ถึงกระบวนการปิดปาก ถุงจึงกลับไปทำงาน
6	ใคร (Who) ทำอะไร (What) ทำไมต้องทำ (Why) สถานที่ (Where) ทำเมื่อไหร่ (When) ทำอย่างไร (How)	พนักงานตรวจสอบ แบ่ง และ ชั่งน้ำหนักพริก ตรวจสอบพริกสีแดงและพริก เป็นผลที่ปะปนก่อนที่จะชั่ง ตรวจสอบคุณภาพของพริก ไม่ให้พริกสีแดงและพริกเป็น ผลปะปนกันก่อนที่จะชั่ง จุดชั่งน้ำหนักพริก การตรวจสอบจะเกิดขึ้นทุก ครั้งก่อนที่จะนำพริกไปแบ่งถุ ย้อยและชั่งน้ำหนัก พนักงานจะหาพริกพริกสีแดง และพริกเป็นผลในถังพริกที่ เด็ดก้านแล้ว	เมื่อพนักงานต้อง ตรวจสอบพริกสีแดง และพริกเป็นผลที่ ปะปนมานั้นส่งผลให้ เกิดความสูญเสียเปล่า สิ้นเปลืองเวลา 	<b>การกำจัด (Eliminate)</b> กำจัดกระบวนการ ตรวจสอบนี้และคัดพริก ในกระบวนการเด็ดก้าน พริก เพราะพริกที่ทำ การเด็ดทุกเม็ดจะต้อง ผ่านมือ และสายตาของ พนักงานเด็ดก้านพริก อยู่แล้ว

## ตารางที่ 1 การวิเคราะห์กิจกรรมด้วยเทคนิค 5W1H ร่วมกับหลักการ ECRS (ต่อ)

ขั้นตอน ที่	5W1H	คำตอบ	ปัญหาที่เกิดขึ้น	แนวทางการแก้ไข (ECRS)
7 และ 8	ใคร (Who) ทำอะไร (What) ทำไมต้องทำ (Why) สถานที่ (Where) ทำเมื่อไหร่ (When) ทำอย่างไร (How)	พนักงานแบ่งพริกใส่ถุงและ ชั่งน้ำหนักพริก แบ่งพริกใส่ถุงย่อย 0.5 กก. และชั่งน้ำหนักพริก เพราะต้องขายพริกในขนาด 0.5 กก. สถานที่ สถานีงานที่ 3 หลังจากการเด็ดพริกเรียบร้อยแล้ว แบ่งพริกใส่ถุงละ 0.5 กก. แล้วนำไปชั่งให้ได้ 0.5 กก. หากน้อยกว่าก็ให้เติมพริกหาก มากกว่าก็ให้เอาออก	ในการทำงานทุกครั้ง พนักงานจะตักพริก ใส่ถุงย่อยแบบกะ ประมาณให้ได้ 0.5 กก. ให้ครบ 12 ถุง หลังจากนั้นจะนำ พริกขึ้นชั่งน้ำหนักที่ ละถุง ซึ่งก่อให้เกิด ความสูญเปล่าและ ทำให้การทำงานไม่ ต่อเนื่อง	 <b>การรวมงาน (Combine)</b> ทำการรวมงานใน ขั้นตอนที่ 7 และ 8 เข้า ด้วยกัน โดยให้พนักงาน นำพริกใส่ถุงและชั่ง น้ำหนักไปด้วย จะทำให้ ลดเวลาในการ ดำเนินงานขั้นตอนนี้ได้
9	ใคร (Who)	พนักงานเคลื่อนย้ายพริก	การเคลื่อนย้ายเป็น ความสูญเปล่าทั้ง ด้านระยะทางและ เวลาในการ ปฏิบัติงาน	 <b>การจัดลำดับงานใหม่ (Rearrange)</b> เรียงลำดับงานใหม่ใน ขั้นตอนที่ 10 (ปิดปาก ถุงพริก) และขั้นตอนที่ (12 ติดสติ๊กเกอร์) เพื่อให้ปิดปากถุงและ ติดสติ๊กเกอร์ที่จุดชั่ง น้ำหนักได้เลย จะทำให้ สามารถ <b>การกำจัด (Eliminate)</b> ขั้นตอนที่ 9 (เคลื่อนย้ายไปยังจุด รวมพริก) และขั้นตอนที่ 11 (เคลื่อนย้ายไปยังจุด ติดสติ๊กเกอร์) ได้

**ผลการวิจัยและอภิปรายผล**

**ผลการวิจัย**

จากการปรับปรุงกระบวนการคัดและบรรจุพริกอย่างครบถ้วน ทำให้กระบวนการทำงานเป็นมาตรฐานมากขึ้นและสามารถลดเวลาและระยะทางได้ ดังภาพที่ 4

แผนภูมิกระบวนการไหล (FLOW PROCESS CHART)							
แผนภูมิหมายเลข ..... A02 ..... แผ่นที่ ..... 1. / 1 .....				สรุป			
แผนภูมิติดตาม <input checked="" type="checkbox"/> ผลิตภัณฑ์/ วัสดุ <input type="checkbox"/> คน/ พนักงาน				กิจกรรม	ปัจจุบัน	ปรับปรุง	ลดลง
รายละเอียดสิ่งที่ติดตาม พริกของกลุ่มวิสาหกิจชุมชน ..... ผักปลอดภัยบ้านศรีทอง .....				<input type="radio"/> การปฏิบัติงาน	4	4	-
				<input type="checkbox"/> การเคลื่อนที่/ ย้าย	6	4	2
				<input type="radio"/> การรอคอย	1	1	-
ชื่อกระบวนการ .. คัดและบรรจุ .....				<input type="checkbox"/> การตรวจสอบ	2	-	2
ชื่อแผนก ..... คัดและบรรจุ .....				<input type="checkbox"/> การจัดเก็บ	-	-	-
ชื่อผู้ปฏิบัติงาน ..... ชุมชนบ้านศรีทอง 12 คน .....				เวลารวม (วินาที)	9,493	7,906	1,587
กระบวนการ <input type="checkbox"/> ปัจจุบัน <input checked="" type="checkbox"/> ปรับปรุง				ระยะทางรวม (เมตร)	13	11	2
ชื่อผู้บันทึก ..... นริศวีร์ รัตนวิทย์ .....				วันที่บันทึก .....	.....	.....	.....
คำอธิบาย/ ขั้นตอน		จำนวน (กิโลกรัม)	ระยะ (เมตร)	เวลา (วินาที)	สัญลักษณ์		หมายเหตุ
					<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
1. เคลื่อนย้ายพริกมายังจัดคัดแยก		80	3	30	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
2. เด็ดก้านพริก		80	-	5,880	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	พนักงาน 12 คน + ตรวจสอบ
3. เคลื่อนย้ายพริกลงในถัง		0.15	-	3	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	พริกที่เด็ดก้านแล้ว 60 กก.
4. รอพริกเต็มถัง		60	-	1,197	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	รอจากกระบวนการเด็ดพริก
5. เคลื่อนย้ายพริกไปยังตาชั่ง		60	5	180	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
6. แบ่งและชั่งพริกใส่ถุง 0.5 กก.		60	-	420	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	แบ่งพริกใส่ถุงย่อย
7. ปิดปากถุงพริก		60	-	120	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	12 ถุง
8. ตีตลตีกเกอร์		60	-	16	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	12 ถุง
9. เคลื่อนย้ายไปยังห้องจัดเก็บ		60	3	60	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	จัดเก็บในห้องเย็น

**ภาพที่ 4** แผนภูมิกระบวนการไหลของกระบวนการคัดและบรรจุพริกแบบใหม่

จากภาพที่ 4 พบว่า สามารถลดขั้นตอนการทำงานที่เป็นกิจกรรมการเคลื่อนที่หรือย้ายได้ 2 ขั้นตอน และการตรวจสอบได้ 1 ขั้นตอน ทำให้กระบวนการคัดและบรรจุพริกใช้เวลาในการทำงานเพียง 7,906 วินาที และใช้ระยะทาง 11 เมตร ต่อการคัดและบรรจุพริก 80 กิโลกรัม

เมื่อพนักงานทำงานตามขั้นตอนใหม่ จึงออกแบบแบบประเมินความพึงพอใจของพนักงานต่อกระบวนการคัดและบรรจุพริกใหม่ โดยใช้มาตรวัดแบบลิเคิร์ต (Likert Scale) แบ่งเป็น 5 ระดับ และประเมิน IOC เพื่อให้แน่ใจว่าข้อคำถามทุกข้อมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการปรับปรุงกระบวนการ (IOC มากกว่า 0.5 ทุกข้อคำถาม) จากนั้นให้พนักงานทั้ง 12 คน ประเมินความพึงพอใจ ผลลัพธ์แสดงดังตารางที่ 2

## ตารางที่ 2 ผลการประเมินความพึงพอใจของพนักงานต่อกระบวนการคัดและบรรจุพริกใหม่

ประเด็น	ค่าเฉลี่ย	ค่า S.D.	ความพึงพอใจ
1. กระบวนการทำงานมีประสิทธิภาพ	4.77	0.44	มากที่สุด
2. ระยะทางในการทำงานสั้นลง	4.92	0.28	มากที่สุด
3. การลดเวลาในการผลิต	4.85	0.38	มากที่สุด
4. แบ่งพื้นที่ทำงานได้เป็นสัดส่วน	4.54	0.52	มากที่สุด
5. ความสะดวกในการปฏิบัติงาน	4.38	0.51	มาก
6. สภาพแวดล้อมในการทำงานที่ดีขึ้น	4.23	0.44	มาก
7. ความพึงพอใจในงานที่รับผิดชอบ	4.46	0.66	มาก
8. ส่งมอบสินค้าที่ตรงเวลา	3.69	0.75	มาก
9. ลดเวลาในการรอคอยงานน้อยลง	4.92	0.28	มากที่สุด
<b>ค่าเฉลี่ย</b>	<b>4.53</b>	<b>0.47</b>	<b>มากที่สุด</b>

จากตารางที่ 2 พบว่าค่าเฉลี่ยรวมอยู่ที่ 4.53 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.47 ความพึงพอใจอยู่ในระดับ “มากที่สุด” ซึ่งให้คะแนนความพึงพอใจมากที่สุดคือระยะทางในการทำงานสั้นลงและลดเวลาในการรอคอยงานน้อยลง เท่ากับ 4.92 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.28 รองลงมา คือ การลดเวลาในการผลิต เท่ากับ 4.85 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.38 และ ลำดับที่ 3 คือ กระบวนการทำงานมีประสิทธิภาพ เท่ากับ 4.77 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.44 ตามลำดับ

### อภิปรายผล

จากการวิเคราะห์ปัญหาในกระบวนการแบบดั้งเดิมพบว่า ความล่าช้าส่วนใหญ่เกิดจากการขาดมาตรฐานการปฏิบัติงาน ซึ่งทำให้พนักงานแต่ละคนใช้เวลาต่างกัน ซึ่งเป็นลักษณะทั่วไปที่พบได้ในหน่วยผลิตขนาดเล็กหรือกิจการชุมชนที่ยังไม่ผ่านกระบวนการศึกษางานอย่างเป็นระบบ (มงคล เหล่าวราพันธ์ และคณะ, 2561) การนำแนวคิด 5W1H มาประยุกต์ใช้ร่วมกับหลักการ ECRS ช่วยให้สามารถจำแนกประเภทของความสูญเปล่าได้ชัดเจนขึ้น และจัดการกับขั้นตอนที่ไม่จำเป็นหรือซ้ำซ้อน เช่น การตรวจสอบซ้ำซ้อน และการเคลื่อนย้ายที่เกินความจำเป็น ซึ่งแนวทางนี้สอดคล้องกับงานของโชติรส นพพลกรัง และพรจิตตา งามะพันธ์ (2565) ที่เสนอให้ใช้เทคนิคการวิเคราะห์ค่าถามเชิงระบบเพื่อกำจัดความสูญเปล่าที่ไม่สร้างคุณค่า (Non-Value Added) นอกจากนี้ การรวมขั้นตอนหรือการรวมงาน (Combine) และการจัดลำดับงานใหม่ (Rearrange) ยังเป็นอีกปัจจัยที่ส่งผลต่อการลดเวลารวมได้อย่างชัดเจน โดยลดเวลาการทำงานเฉลี่ยลงกว่า 132.25 นาทีต่อวัน ซึ่งสอดคล้องกับแนวทางของภาณุวัฒน์ วงศ์แสงน้อย และนลิน เพียรทอง (2566) ที่ชี้ว่า การจัดลำดับและผังงานที่เหมาะสมช่วยลดความซับซ้อนของการผลิตได้จริงในภาคสนาม

นอกจากนี้ ผลการปรับปรุงแสดงให้เห็นว่าการลดเวลารอคอยร้อยละ 16.72 และการลดระยะทางในการทำงานร้อยละ 15.38 ซึ่งเป็นความสูญเสียเปล่าเชิงปริมาณ ส่งผลโดยตรงต่อความพึงพอใจเชิงคุณภาพของพนักงาน โดยเฉพาะด้านระยะทางในการทำงานสั้นลงและลดเวลาในการรอคอยงานน้อยลง ที่ได้รับคะแนนความพึงพอใจเฉลี่ยสูงสุด 4.92 สะท้อนให้เห็นถึงความสัมพันธ์เชิงบวกระหว่างการลดความสูญเสียเปล่ากับความพึงพอใจในการทำงาน อย่างไรก็ตาม ในประเด็นส่งมอบสินค้าที่ตรงเวลามีคะแนนความพึงพอใจเฉลี่ยต่ำที่สุด 3.69 และมีค่า S.D. สูงที่สุด 0.75 แสดงให้เห็นว่าความเห็นของพนักงานแตกต่างกันมาก ซึ่งอาจเกิดจากปัจจัยภายนอกที่ควบคุมไม่ได้ เช่น ความแปรปรวนของปริมาณพริกที่พนักงานแต่ละคนได้รับผิดชอบในแต่ละวัน หรือสภาพอากาศที่ส่งผลต่อเวลาการเก็บพริก ทำให้การส่งมอบสินค้ายังไม่คงที่แม้กระบวนการภายในจะมีประสิทธิภาพดีขึ้นแล้ว

## สรุป

การวิจัยนี้ได้ศึกษากระบวนการตัดและบรรจุพริกของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนผักปลอดภัยบ้านศรีทอง โดยเริ่มจากการค้นหาสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาความล่าช้าด้วยแผนภูมิแกงปลา ซึ่งแผนภูมิดังกล่าวแสดงความล่าช้าเกิดจากกลุ่มวิสาหกิจชุมชนผักปลอดภัยบ้านศรีทองไม่มีการศึกษาอย่างจริงจัง ทำให้กระบวนการทำงานไม่เป็นมาตรฐาน ส่งผลต่อการปฏิบัติงานของพนักงานที่ล่าช้า นอกจากนี้ ยังมีความสูญเสียเปล่าแฝงอยู่ในหลายขั้นตอนของกระบวนการทำงาน จากการวิเคราะห์กระบวนการทำงานด้วยแผนภูมิกระบวนการไหล พบว่ากระบวนการตัดและบรรจุพริกแบบดั้งเดิมมีขั้นตอนในการทำงานทั้งหมด 13 ขั้นตอน ใช้เวลาในการทำงานทั้งสิ้น 9,493 วินาที และระยะทาง 13 เมตร ต่อการตัดและบรรจุพริก 80 กิโลกรัม จึงใช้เทคนิคการตอบคำถาม 5W1H ร่วมกับหลักการ ECRS ในการปรับปรุงกระบวนการ พบว่า สามารถทำให้ขั้นตอนการทำงานง่ายขึ้น (Simplify) จำนวน 1 ขั้นตอน การกำจัดขั้นตอนที่ไม่จำเป็น (Eliminate) หรือไม่ก่อให้เกิดมูลค่า (NVA) จำนวน 1 ขั้นตอน รวมงานที่สามารถทำร่วมกันได้ (Combine) จาก 2 ขั้นตอน เหลือ 1 ขั้นตอน และจัดลำดับงานใหม่ (Rearrange) ทำให้สามารถลดงานลงได้ 1 ขั้นตอน จากทั้งหมดที่กล่าวมาเบื้องต้น แสดงว่าผลการปรับปรุงทำให้จำนวนขั้นตอนการทำงานลดลงเหลือ 9 ขั้นตอน คิดเป็นร้อยละ 30.77 ซึ่งทำให้เวลาในการทำงานลดลงเหลือเพียง 7,906 วินาที และระยะทางเหลือเพียง 11 เมตร คิดเป็นร้อยละการปรับปรุงที่ลดลง 16.72 และ 15.38 ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม ในหนึ่งวันจะต้องตัดและบรรจุพริกเฉลี่ย 400 กิโลกรัม จึงทำให้สามารถลดเวลาในการทำงานได้กว่า 132.25 นาทีต่อวัน หรือคิดเป็น 2 ชั่วโมง 12 นาที 15 วินาที ผลการปรับปรุงนี้ยืนยันว่าการประยุกต์ใช้หลักการ ECRS สามารถลดความสูญเสียเปล่าได้อย่างเป็นรูปธรรม ทั้งในมิติของเวลา ระยะทาง และขั้นตอนการทำงาน

หลังจากการปรับปรุงขั้นตอนการตัดและบรรจุพริกได้ดำเนินการประเมินความพึงพอใจของพนักงานที่มีต่อกระบวนการตัดและบรรจุพริกใหม่ทั้ง 9 ประเด็น แสดงว่า พนักงานมีความพึงพอใจเฉลี่ยอยู่ในระดับ “มากที่สุด” คิดเป็นร้อยละ 90.60 โดยสรุปการปรับปรุงกระบวนการดังกล่าวช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน และลดความสูญเสียเปล่าในขั้นตอนที่ไม่สร้างคุณค่า (Non-Value Added) อย่างมีนัยสำคัญ

## ข้อเสนอแนะ

### ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยนี้

1. ควรจัดอบรมพนักงานเกี่ยวกับมาตรฐานการทำงานใหม่ เพื่อให้เข้าใจและปฏิบัติได้อย่างถูกต้อง
2. ควรประชาสัมพันธ์แนวทางการทำงานแบบใหม่ให้ทั่วถึง เพื่อป้องกันความสับสนระหว่างกระบวนการเดิมและใหม่

### ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยในอนาคต

1. ควรพัฒนาเครื่องมือหรืออุปกรณ์ช่วยงาน เช่น โตะคัดพริกหรือสายพานลำเลียง เพื่อรองรับปริมาณผลผลิตที่เพิ่มขึ้น
2. ควรศึกษาความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ (Cost-Benefit) และตัวชี้วัดทางเทคนิค เช่น Throughput หรือ Productivity rate
3. ควรประเมินความพึงพอใจของลูกค้าหลังปรับปรุงกระบวนการ เพื่อเชื่อมโยงผลลัพธ์เชิงปริมาณกับเชิงคุณภาพให้ชัดเจน

## กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้เสร็จสิ้นตามวัตถุประสงค์และช่วยให้ชุมชนมีการทำงานที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น ต้องขอขอบพระคุณกลุ่มวิสาหกิจชุมชนผักปลอดภัยบ้านศรีทองที่ให้ข้อมูล และขอบพระคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ที่สนับสนุนทุนวิจัย ประจำปี 2566

## เอกสารอ้างอิง

- จันทิมา เหล่าบ้านค้อ, กิตวัน มณีสวาท, และอดิศักดิ์ ทูลธรรม. (2567). การลดเวลาการจัดทำเอกสาร Packing Detail แผนก Shipping & Export ด้วยหลักการ ECRS กรณีศึกษา: บริษัทพานาโซนิค แมนูแฟคเจอร์ริง (ประเทศไทย) จำกัด สาขาขอนแก่น. *วารสารมนุษยศาสตร์ และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธนบุรี (ฉบับบัณฑิตศึกษา)*, 2(1), 16-25.
- จิรกาล กัลยาโพธิ์, และจิรพัฒน์ เงามประเสริฐวงศ์. (2564). การลดความสูญเสียเปล่าในกระบวนการผลิตยางรองล้อรถยนต์. *วารสารวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่*, 28(1), 78-92.
- ชลาลัย วงเวียน, อลงกรณ์ ฉัตรเมืองปัก, และสุภารัตน์ ค้างสันเทียะ. (2567). การปรับปรุงประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูป กรณีศึกษา โรงงานผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูปแห่งหนึ่ง. *วิทยสารบูรณาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและวิศวกรรมประยุกต์*, 17(1), 1-14.
- โชติรส นพพลกรัง, และพรชิตา ถามะพันธ์. (2565). การลดระยะเวลาและเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตน้ำดื่มบรรจุขวด: กรณีศึกษา โรงงานสหกรณ์การเกษตรยางชุมน้อย จำกัด อำเภอยางชุมน้อย จังหวัดศรีสะเกษ. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ*, 2(2). 32-42.
- พีรวัตร ลือสัก, และสมควร สงวนแพง. (2560). การปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการแยกเมล็ดกระเจี๊ยบแดงออกจากผลโดยใช้เทคนิค ECRS. *วิศวกรรมสาร มหาวิทยาลัยนเรศวร*, 12(2), 41-54.

- ภาณุวัฒน์ วงคแสงนอย, และนลิน เพียรทอง. (2566). การปรับปรุงประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตยางพาราแผ่นรีดด้วยเทคนิคลิ้น. *วารสารวิศวกรรมศาสตร์และนวัตกรรม*, 16(2), 168-175.
- มงคล เหล่าวราพันธุ์, ชัชวาล มงคล, สุธี ประจักษ์ศักดิ์, และลินดา นาคโปย. (2561). การปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการผลิตสินค้าสี่สปรีย์. *วารสารวิจัยและพัฒนา วไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 13(3), 143-152.
- รัชต์วรรณ กาญจนปัญญาคม. (2552). *การศึกษางานอุตสาหกรรม (Industrial Work Study)*. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์ท็อป.
- ทัศวรรณ เสวตบุบผา, และสุทธาวรรณ ชาโต้. (2566). ความพึงพอใจในการปฏิบัติงานและแรงจูงใจในการปฏิบัติงานของพนักงานธนาคารออมสินในจังหวัดกาฬสินธุ์. *วารสารมนุษยศาสตร์ สังคมศาสตร์และนวัตกรรมมหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์*, 2(1), 64-79.
- ธรรมศักดิ์ ค่วยเทศ, อีรพล เกื้อนแพ, และนิศาชล จันทรานภาสวัสดิ์. (2564). การลดความสูญเปล่าในกระบวนการทำงานของอุตสาหกรรมบริการด้านโรงแรมโดยการวิเคราะห์แผนภูมิการไหล. *วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ*, 31(1), 180-192.
- วินัย หล้าวงษ์, โยธิน นามโสรส, อภิวัฒน์ ด่านแก้ว, และวีรพงศ์ จุลศรี. (2565). การปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อลดความสูญเปล่าในอุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์. *วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ*, 16(1), 132-146.
- สุชาติ อารังสุข, ศศิวิมล สุขเกษ, และสกวใจ แสงไทย. (2564). การปรับปรุงระบบการทำงานคำขอจัดแจ้งผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางอัตโนมัติกรณีศึกษา บริษัท เอ บี ซี จำกัด. *วารสารพัฒนาธุรกิจและอุตสาหกรรม*, 1(1), 41-53.
- อริษา แซ่ไคว้, สุธี ประจักษ์ศักดิ์, ชัชวาล มงคล, และสายฝน เสกขุนทด. (2562). การปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการคลังสินค้าอาหารสัตว์สำเร็จรูป กรณีศึกษา: โรงงานผลิตอาหารสัตว์สำเร็จรูปแห่งหนึ่ง. *วารสารวิจัยและพัฒนา วไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 14(2), 69-77.
- Inbuen, L., Suttachai, W. & Chaisena, A. (2019). The Guidelines for Agricultural Community Enterprise to be Smart Farmer. *Journal of Buddhist Education and Research*, 5(2), 309-322.

## FACTORS INFLUENCING SERVICE QUALITY OF LOGISTICS PROVIDERS IN THAILAND

Phosawee Kettreerkorn<sup>1</sup> Chatwaleerat Sakulsuksomboon<sup>2\*</sup>Thanatorn Chuenyindee<sup>3</sup> Nattakit Yuduang<sup>4</sup>

Received : June, 6, 2025

Revised : December 17, 2025

Accepted : December 26, 2025

**Abstract**

This quantitative research aimed to examine the factors influencing the service quality of logistics providers in Thailand by analyzing direct and indirect factors as well as causal relationships affecting customer satisfaction. The study focused on two major logistics service providers: Kerry Express and Flash Express. The research framework integrates the dimensions of service quality (SERVQUAL) and the marketing mix (5Ps). The Research data were collected through online questionnaires and analyzed using IBM SPSS and IBM AMOS 24 through structural equation modeling (SEM). The model indicated limited overall fit ( $\chi^2/df = 11.24$ , RMSEA = 0.143, CFI = 0.354, TLI = 0.272), yet several path coefficients were statistically significant. Service quality demonstrated a strong positive effect on customer satisfaction ( $\beta = 0.50$ ), while the marketing mix also showed a moderate positive effect ( $\beta = 0.25$ ).

The research results revealed that cost, including both the price and the service fees, was identified as the most important factors driving customers to select a logistics provider. Consumers need the good value, timeliness and safety of goods during transit. In addition, trust, customer assurance, and tangibility were found to directly influence customer satisfaction, particularly in after-sale service, for instance, handling lost or damaged parcels promptly. The study concludes that the service quality is an antecedent of customer satisfaction and represents an important area on which logistics services providers should focus to improve their business strategies and to achieve competitive advantage.

**Keywords:** Customer satisfaction, Logistics, Marketing mix, Service quality,  
Transportation service

---

<sup>1</sup> Department of Logistics Management, Faculty of Management Science, Silpakorn University,  
e-mail: kettreerkorn\_p@su.ac.th

<sup>2</sup> Faculty of Management Science, Phetchaburi Rajabhat University,  
e-mail: chatwaleerat.sak@mail.pbru.ac.th

<sup>3</sup> Department of Industrial Engineering and Aviation Management, Navaminda Kasatriyadhiraj Royal Air Force Academy, Saraburi, e-mail: thanatorn\_chu@rtaf.mi.th

<sup>4</sup> Faculty of Business Administration, Suvarnabhumi Institute of Technology

\* Corresponding author, e-mail: chatwaleerat.sak@mail.pbru.ac.th

## Introduction

Current marketing trends are influenced by rapidly developing digital technology and changing consumer behavior (Chaffey, 2020). With data, artificial intelligence (AI), and digital platforms, businesses can access customers more accurately and adapt strategies to align with consumer trends more quickly and efficiently. At the same time, brands having a role in society and prioritizing environmental concerns are key factors in building trust and loyalty from consumers.

Thailand's marketing landscape has evolved dramatically, with consumers increasingly abandoning traditional brick-and-mortar shopping in favor of e-commerce platforms. This shift has made parcel delivery services essential to everyday life (DHL eCommerce, 2024). Government and private logistics companies across the nation have responded by adopting more strategic approaches and contributing significantly to economic growth. Competition in this sector revolves around multiple critical elements: service quality, service reliability, service responsiveness, product quality and costs. Maintaining or elevating consumer expectations in these factors helps increase satisfaction and long-term competitiveness (OECD, 2020). Additionally, consumer behavior has been impacted by the COVID-19 pandemic and measures to prevent its spread (such as social distancing, working from home, hybrid work models, and online learning), resulting in consumers staying home more and turning to online shopping, particularly for food delivery services. "Convenience" has become a key driving factor (Tanaveerakul et al., 2024).

Service quality also correlates with the marketing mix framework known as the 5Ps: Product, Price, Place, Promotion, and People. These elements work together to establish standards and fulfill customer expectations. Products must deliver quality while addressing specific needs. Pricing should offer genuine value to consumers. Locations need to be easily accessible. Promotional efforts should reach the intended audience effectively. Staff members require adequate training and service capabilities. The objective of this article focuses on studying factors affecting logistics service systems based on the service quality model (SERVQUAL) developed by Zeithaml, Parasuraman, and Berry which divides service quality into five important dimensions: Tangibility, Reliability, Responsiveness, Assurance, and Empathy. Research studies related to marketing factors affecting COVID-19 medication purchasing decisions indicate that Product has the highest influence (35.04%) while Place has the lowest influence (17.95%), reflecting the importance of product quality and accessibility during public health emergencies (Yuduang et al., 2024).

Furthermore, the relationship among the service quality is examined through Structural Equation Modeling analysis (SEM). SEM facilitates the detection of observed and latent variables (e.g., Assurance and Responsiveness) that affect service quality, and helps firms to examine connections and modify their strategies to enhance the effectiveness of their service

and in accordance with customer expectations. Service quality is crucial for customer satisfaction and loyalty. This study examines its impact on Thai logistics and strategies to improve service. For example, airport services during COVID-19 showed that safety measures and effective management boosted passenger satisfaction and travel intention (Prasetyo et al., 2022).

Nevertheless, few studies have investigated Thailand's post-pandemic e-commerce expansion and its impact on logistics service quality expectations, particularly the relationship between SERVQUAL dimensions and 5Ps marketing elements. The present research examines whether service quality factors influence customer satisfaction within Thailand's logistics sector, employing SEM to analyze these theoretical relationships.

### **Objectives**

1. To examine factors affecting the service delivery system of logistics service providers in Thailand.
2. To analyze the logistics service structure in order to identify approaches for creating customer satisfaction among service users.

### **Materials and methods**

#### **1. The Research Approach**

This study adopts a quantitative approach using the Structural Equation Modelling (SEM) as a very powerful statistical procedure style. The SEM is employed for investigating and modeling the cause-effect relationships among multiple interlinked latent constructs.

#### **2. Sample Group**

Samples are respondents who live in Chonburi province, obtained by convenience sampling. The model consists of eight latent constructs and the sample size is based on (Hair et al., 2010) that six to ten times the number of latent variables could be considered the lowest acceptable minimum number of respondents to be included in studies. Research Tool: The research tool which has been made use of is a well-designed questionnaire that consists of the following parts. Section 1: Background Information [5 items]. Section 2: Service quality affected by customer trust (5 items), for example, parcel delivery services, drop-off service, door-to-door service, and damage protection policy. Section 3: Service providers' attentiveness and peak service performance (4 items) This construct represents responsiveness to customer complaints and support services. Factor 4: Service provider reliability and its effect for the service quality (4 items) in punctual, responsible, and consistent. Factor 5: The Effect of Service Responsiveness on Service Quality (4 items) This includes staff responsiveness, support, and follow-up on cases (Table 5). Section 6: Tangible service quality to overall service quality

(4 items, politeness, efficiency, and consistency). 7: Influence of marketing factors on service quality (4 items; promotions, service location, pricing and personnel professionalism). Dimension 8: Impact of service quality in customer satisfaction (5 items which measure trust, empathy, reliability, responsiveness and tangible dimension). The 35-item questionnaire is rated on a 5-point Likert scale. The Cronbach's alpha coefficient for the instrument was  $\geq 0.800-0.900$ , which showed high reliability of the instrument.

### 3. Data Collection

Data were collected in Chonburi province through both online and secondary data sources, employing online questionnaires using Google Forms and social media. Five hundred valid questionnaires were collected, which were found to be acceptable for statistical analysis. This research has been passed an ethical approval a research project from research ethics committee of Mapua University FM-RC-22-04 (112141)

### 4. Analysis of Data

Descriptive statistics i.e., frequency and percentage (in the form of distribution tables) were employed to describe the demographic statuses of the respondents. Univariate, bivariate and testing causal relationship to influence logistic service quality in Thailand in the case among Kerry Express and Flash Express. The research combines dimensions of the service quality (tangibility, reliability, responsiveness, assurance and empathy) and the marketing mix (5Ps), that is Product, Price, Place, Promotion and People. The data collected were processed by IBM SPSS and IBM AMOS 24 via Structural Equation Modeling (SEM).

## Results and discussion

### 1. Chonburi Logistics Service Status

The status of service of service logistics user in Chonburi province can be summarized in Table 1: The status of service of service logistics users in Chonburi province. From the table1 shows that the logistics service providers in Chonburi Province, the majority are man which amount top = 440 people (81.5%) and (n = 540). The majority are 25-34 years old (290; 53.7%). One thousand and twenty-three participants (63%) had monthly incomes of less than 15,000 THB. 1-3A total of 200 (37%) had monthly incomes of less than 15,000 THB. Further, most have experience to utilize the means of transportations in Thailand [480 (88.9%)].

**Table 1.** showed the number and percentage of the sample group's status (n = 540)

Demographic Characteristics	Type	Sample	Percentage %
Gender	Male	440	81.5%
	Female	88	16.3%
	Not specified	12	2.2%
Age	15-24 years	120	22.2%
	25-34 years	290	53.7%
	35-44 years	85	15.7%
	45-54 years	40	7.4%
	more than 54 years	5	0.9%
Salary	Lower than 15,000 baht	200	37.0%
	15,001 - 25,000 baht	150	27.8%
	25,001 - 35,000 baht	80	14.8%
	35,001 - 45,000 baht	45	8.3%
	more than 45,000 baht	65	12.0%
Degree's	Primary education	10	1.9%
	Secondary education	70	13.0%
	Bachelor's degree	385	71.3%
	Master's degree	60	11.1%
	Doctoral degree (Ph.D.)	15	2.8%
Experience with Transportation Services in Thailand	Yes	480	88.9%
	No	60	11.1%

## 2. Factors influencing logistics service usage behavior in Chonburi

The factors influencing the behavior of transportation service usage among users of the logistics service in Chonburi Province were analyzed according to the literature for example, the Service Quality Model (SERVQUAL) and the theory of the Marketing Strategy 5Ps. Using the SEM, the research structure is empirically proposed by the research hypotheses as follows. It is also shown in Figure 2 that the parameter values are specified based on the research hypotheses to facilitate the analysis of the structural equation model within Microsoft Visio. You will notice at this stage no factor loading has been applied to each parameter; so, all parameters are still in place.

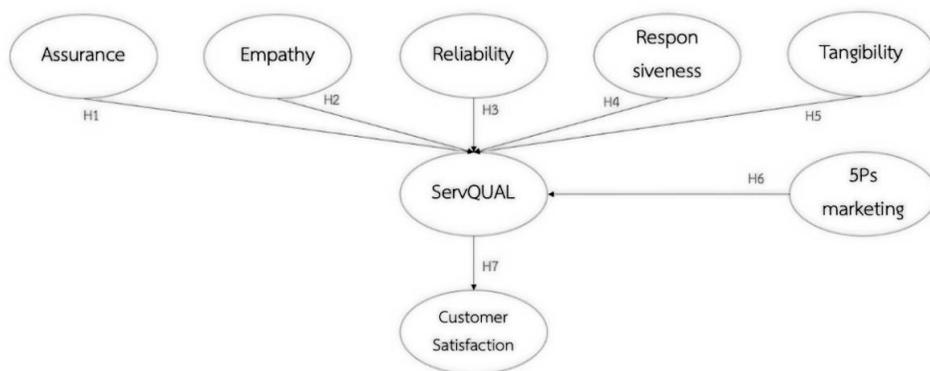


Figure 1. Conceptual Framework

H1: Customer Assurance has a direct impact on service quality

H2: Service provider empathy has a direct impact on service quality

H3: Service provider reliability has a direct impact on service quality

H4: Service provider responsiveness has a direct impact on service quality

H5: The quality of tangibility aspects has a direct impact on service quality

H6: 5Ps marketing factors have a direct impact on service quality

H7: Service quality has a direct impact on customer satisfaction

## 3. Model Construction

After applying parameter magnitude data to a variety of predictors in the AMOS24 software, it was discovered that the model could not be executed, because of overlapping relationships as shown using the error message "Sample moment matrix is not positive definite." This happened because there were so many values in the R matrix with so little data in each that the correlation matrix is not stable and the program won't run.

The problem was partially alleviated through the identity matrix method, as in Figure3, to test ingredients in the parameters indicating overlapping relationships. After looking at the correlation of each pair of variables, I found that some of the pairs had a correlation greater than 1. And that's not possible. If variables are correlated with each other higher than 1, it may suggest something is wrong in your data

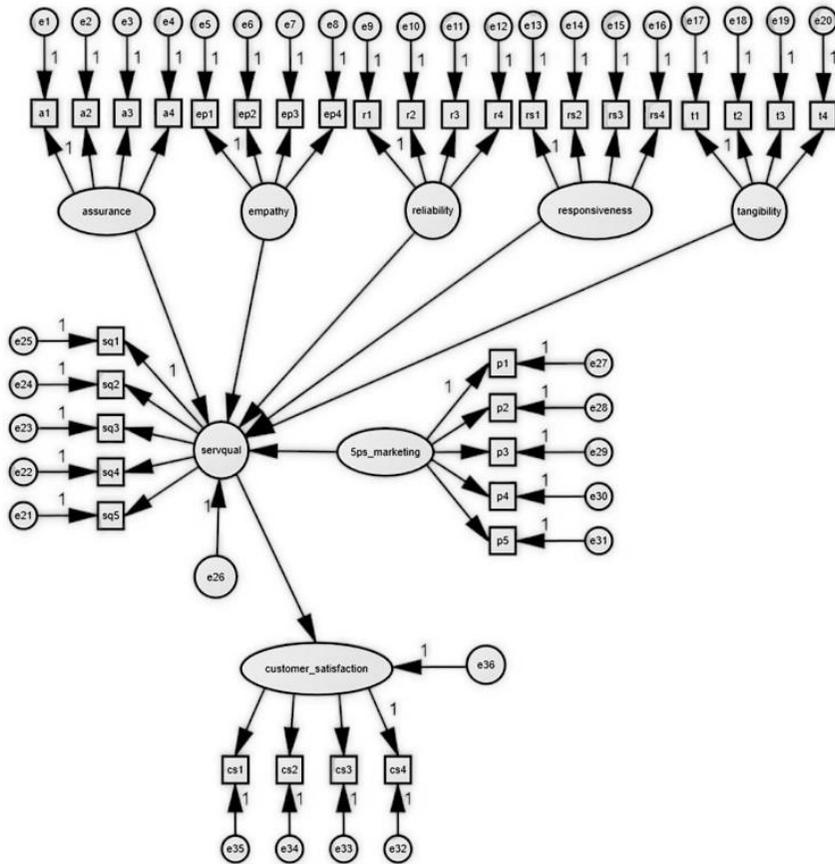


Figure 2. Initial Model

#### 4. The sample covariance matrix in SPSS

The sample covariance matrix is presented in the statistical analysis in order to compute the potential differences in the data and relate them to e.g. means, variances, and correlations. As a qualitatively true fact, this matrix is positive definite, to be precise when used here and there that here and there should be in one of the forms of analysis where it is used shape analysis or structural equation modeling or something. However, if the cross-tab sample

covariance matrix is not positive definite, some problems could be with the data or the method used to analyze it. This could be due to quality problems with the data, errors, outliers or missing data, causing poor estimation of the covariance matrix.

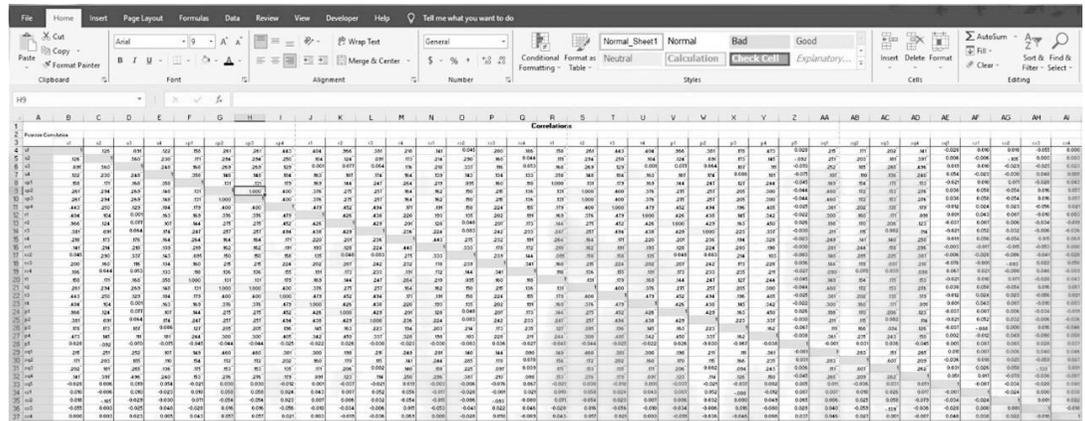


Figure 3. Identity matrix

High multicollinearity among variables can make the covariance matrix non-positive definite and unstable. When the sample size is very small, the estimates may be unreliable, and model mis-specification, i.e. that the model does not adequately describe the data, can also produce a wrong covariance matrix.

The following steps may be considered as figure4: Thoroughly clean the data by detecting and treating errors, outliers, and missing values as appropriate. If multicollinearity is an issue, drop the highly correlated variables or preferably perform a method like PCA to filter out the correlated components. Occasionally, stabilization of the covariance matrix is improved by increasing sample size. Also, you may want to take a look at the statistical model if it is accurately describing the data. Regularization approaches, e.g. using Ridge Regression, can in some cases improve conditions for the covariance matrix.

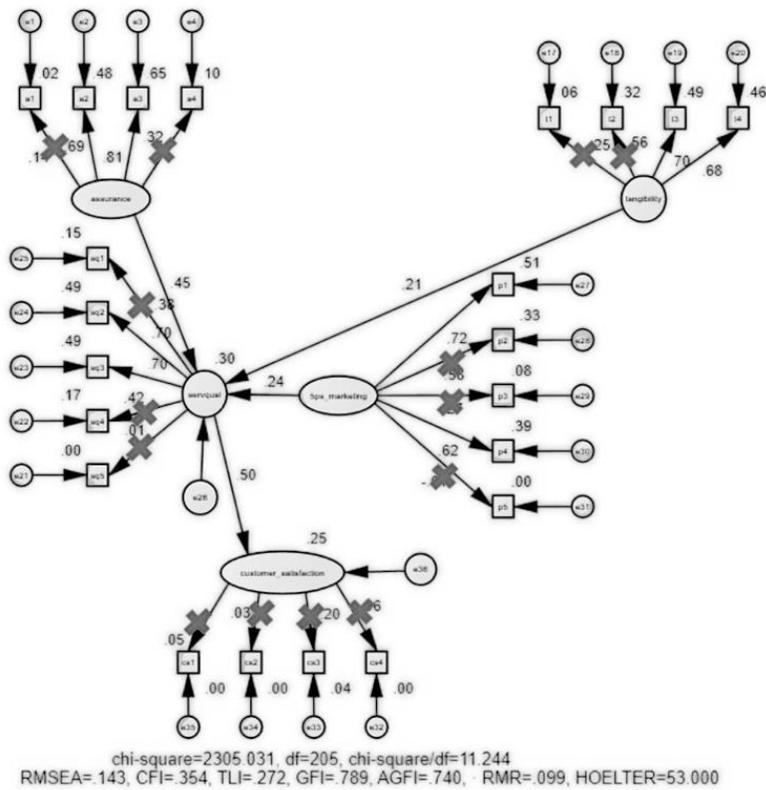


Figure 4. Square multiple correlation

### 5. Assessment of Structural Model

To evaluate the validity of the structural model (SEM), seven proposed hypotheses were tested. The analysis revealed that while some hypotheses were supported, others did not demonstrate statistically significant relationships. The results of the hypotheses testing are summarized as follows:

- H1: Customer Assurance → Service Quality was supported (the pathway from Assurance to Servqual shows a positive standardized weight of 0.45, indicating a significant direct impact)
- H2: Service Provider Empathy → Service Quality received no support (this model lacks a pathway from Empathy to Service Quality, or no significant values were observed)
- H3: Service Provider Reliability → Service Quality was not supported (no clear connecting pathway between Reliability and Service Quality was found)
- H4: Service Provider Responsiveness → Service Quality lacked support (no significant pathway from Responsiveness to Service Quality was detected)
- H5: Tangibility → Service Quality gained support (the pathway from Tangibility to Servqual displays a positive standardized weight of 0.21, demonstrating clear influence)
- H6: 5Ps Marketing → Service Quality received support (the pathway from 5Ps Marketing to Service Quality shows a positive standardized weight of 0.24, revealing a significant direct impact)

H7: Service Quality → Customer Satisfaction was supported (the pathway from Servqual to Customer Satisfaction exhibits a positive and significant standardized weight of 0.50)

### **6. Consistency with Previous Research**

The research findings indicate that Customer Assurance has a direct impact on service quality, reflecting that service users are aware of the quality of products and services, as well as reliability. This is a key factor in establishing trust and happy clients, these clients of this company, will return for further services or products from such a company. This supports also findings of research in the studied field of Industry 4.0 where such value for customers in the form of environmental-friendly, sustainable and innovative solutions to meet the responding to the changing customer requirements and improve the competitive position in the digital era (Štverková & Pohludka, 2023).

Physical Evidence: The quality of the tangibles has a direct effect on the service quality, as it is who are to be seen or felt, such as décor, ambience and equipment make an impression on the customer and affect his perception and satisfaction. These are the kind of things that can make a company feel good, and help a user have faith in a service. This is consistent with the findings from the study "Students' perceptions of service quality in Saudi universities: the SERVPERF model" which states that tangibility has a significant positive impact on customer satisfaction (Sohail & Hasan, 2021).

5Ps marketing mix elements have a significant effect on service quality: as the five marketing elements of product, price, place, promotion and people are properly implemented, they will directly influence service quality. This Action contributes to a positive customer experience, customer satisfaction, service-trust and long-term customer loyalty. This is consistent with research on Determinant factors of customer Preferences in buying alcoholic beverage that discusses how the Marketing Mix 5Ps framework allows a company or a product to evaluate and to decide what to change or to develop to satisfy the needs and values of the target market (Yandug et al., 2023).

Service quality has a direct impact on customer satisfaction shows that A key element influencing customer happiness is service effectiveness. This is consistent with research aimed at providing more clarity on the relationship flow path in the life insurance sector by examining the concepts of service quality, customer happiness, and customer loyalty and their relationships. Customer satisfaction is an intervening variable that provides directional influence

as a mediator of the relationship between service quality and customer loyalty, according to the results, which are experimentally supported (Rai & Srivastava, 2013).

### 7. Practical Implications

These findings carry important implications for Thailand's logistics industry. Customer Assurance emerges as the most influential factor ( $\beta = 0.45$ ), suggesting Kerry Express and Flash Express should focus heavily on trust-building mechanisms like comprehensive insurance coverage, transparent tracking systems, and reliable delivery promises. Surprisingly, Empathy, Reliability, and Responsiveness showed no statistical significance, which may reflect Thai consumer preferences for concrete security measures rather than interpersonal service elements or speed-focused approaches. This allows logistics companies to redirect investment from staff empathy training toward more effective quality drivers. These findings carry important implications for Thailand's logistics industry. Customer Assurance emerges as the most influential factor ( $\beta = 0.45$ ), suggesting Kerry Express and Flash Express should focus heavily on trust-building mechanisms like comprehensive insurance coverage, transparent tracking systems, and reliable delivery promises. Surprisingly, Empathy, Reliability, and Responsiveness showed no statistical significance, which may reflect Thai consumer preferences for concrete security measures rather than interpersonal service elements or speed-focused approaches. This allows logistics companies to redirect investment from staff empathy training toward more effective quality drivers. Tangibility plays a noticeable role ( $\beta = 0.21$ ) in shaping how customers perceive service quality. Factors such as the condition of delivery vehicles, user-friendliness of mobile apps, and the quality of packaging all contribute, though they are secondary to ensuring customers feel secure. Marketing activities show a similar moderate effect ( $\beta = 0.24$ ); efforts like pricing strategies or promotional campaigns support perceptions of service quality but are not the main driving force. The key takeaway is the strong link between Service Quality and Customer Satisfaction ( $\beta = 0.50$ ). In practice, improving service quality by one unit tends to raise customer satisfaction by roughly half a unit, highlighting that investments aimed at enhancing service actually offer tangible returns for logistics companies operating in Thailand.

**Table 2.** Showing Various Parameter Values

Variable	Items	$\lambda$	$\lambda^2$	$1-\lambda^2$	$\alpha$	CR	AVE
Assurance	a2	0.691	0.477481	0.522519	0.715	0.741521598	0.5651725
	a3	0.808	0.652864	0.347136			
Tangibility	t3	0.702	0.492804	0.507196	0.647	0.731243602	0.476244
	t4	0.678	0.459684	0.540316			
ServQUAL	sq2	0.702	0.492804	0.507196	0.752	0.734061942	0.490004
	sq3	0.698	0.487204	0.512796			
5PS Marketing	p1	0.717	0.514089	0.485911	0.661	0.797950527	0.412547667
	p2	0.577	0.332929	0.667071			
	p4	0.625	0.390625	0.609375			
Customer satisfaction	cs3	0.624	0.389376	0.610624	-0.37	0.669687292	0.383186
	cs4	0.614	0.376996	0.623004			

## Conclusion

The study revealed that when it comes to Service Quality, users place the greatest importance on Customer Assurance, followed by Responsiveness, Empathy, and Tangibility. For the 5Ps Marketing Mix, Price stood out as the key factor, since users usually take into account shipping costs, which depend on weight, size, distance, and whether the shipment is insured.

Looking at the hypotheses and results:

H1: Customer Assurance has a direct impact on service quality ( $\beta = 0.45$ ).

H2: Service provider empathy showed no significant effect.

H3: Service provider reliability showed no significant effect.

H4: Service provider responsiveness showed no significant effect.

H5: Tangibility affects service quality ( $\beta = 0.21$ ).

H6: 5Ps Marketing positively influences service quality ( $\beta = 0.24$ ).

H7: Service quality has a strong direct effect on Customer Satisfaction ( $\beta = 0.50$ ).

In summary, users place the highest importance on trust (Customer Assurance) and value for money (Price), followed by responsiveness, empathy, reliability, and tangibility. These factors influence both the choice of logistics service provider and the likelihood of using the service again.

### Recommendation

1. The next experiment should define the research scope more clearly.
2. Future research should also examine users' expectations in greater detail, to provide insights for improving service delivery.

### Acknowledgements

The authors would like to express their gratitude to Flight Lieutenant Assistant Professor Dr.Thanatorn Chuenyindee, as an intellectual contributor, who initiated the development of this research, conceptualized the research framework, objectives, and hypotheses of this study.

### References

- Chaffey, D. (2020). **Innovating digital marketing 2020**. retrieved from <https://www.davechaffey.com/digital-marketing-strategy/innovating-digital-marketing-2020-5-key-trends/>
- DHL eCommerce. (2024). **Thailand's e-commerce sector is on a strong growth trajectory**. **Post & Parcel**. Retrieved from [https://postandparcel.info/158588/news/parcel/dhl-ecommerce-thailands-e-commerce-sector-is-on-a-strong-growth-trajectory/#8203;;contentReference\[oaicite:1\]{index=1}](https://postandparcel.info/158588/news/parcel/dhl-ecommerce-thailands-e-commerce-sector-is-on-a-strong-growth-trajectory/#8203;;contentReference[oaicite:1]{index=1})
- Hair, J. F., Anderson, R. E., Tatham, R. L., & Black, W. C. (2010). **Multivariate Data Analysis New Jersey**. In: Pearson Education London, UK

- OECD. (2023). **OECD Competition Assessment Reviews: Logistics sector in Thailand**. OECD Publishing. Retrieved from [https://www.oecd.org/en/publications/oecd-competition-assessment-reviews-logistics-sector-in-thailand\\_a2dc2db0-en.html](https://www.oecd.org/en/publications/oecd-competition-assessment-reviews-logistics-sector-in-thailand_a2dc2db0-en.html)
- Prasetyo, Y. T., Dela Fuente, D. G. D., Chuenyindee, T., Nadlifatin, R., & Persada, S. F. (2022). **The impact of COVID-19 pandemic on airport: An empirical study of service quality, customer satisfaction, and travel intention for sustainable airport operations**. 2022 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM), 1005-1009.
- Rai A. K., & Srivastava, M. (2013). The Antecedents of Customer Loyalty: An Empirical Investigation in Life Insurance Context. **Journal of competitiveness**, 5(2), 139-163.
- Sohail, M. S., & Hasan, M. (2021). Students' perceptions of service quality in Saudi universities: the SERVPERF model. **Learning and Teaching in Higher Education: Gulf Perspectives**, 17(1), 54-66.
- Štverková, H., & Pohludka, M. (2023). **Quality Management for Assurance Value of the Customer in Industry 4.0 Times**. In *Quality Management, Value Creation, and the Digital Economy* (pp. 129-141). Routledge.
- Tanaveerakul, P., Chuenyindee, T., & Yuduang, N. (2024). Determining Factor Influencing Consumer Behavior During The Covid19 Pandemic : Omicron Variant. **NKRAFA JOURNAL OF SCIENCE AND TECHNOLOGY**, 20(2), 110-125.
- Yandug, J. S. G., Ponce, F. D., & Ong, A. K. S. (2023). Application of Conjoint Analysis and 5Ps Marketing Mix in Identifying Customer Preference of Alcohol Consumption among Youths in the Philippines. **Foods**, 12(7), 1401.
- Yuduang, N., Chuenyindee, T., Tanaveerakul, P., & Phunphon, T. (2024). Factors Influencing COVID-19 Medicine Purchasing Decision Behavior: A Case Study of Model Government Hospitals. **NKRAFA JOURNAL OF SCIENCE AND TECHNOLOGY**, 20(1), 48 - 58.

## การพัฒนาระบบแชทบอทสำหรับเว็บไซต์มหาวิทยาลัยโดยใช้โมเดลภาษาขนาดใหญ่และการสร้างคำตอบด้วยการค้นคืนผ่านแพลตฟอร์ม Flowise

กฤษฎิ์ภวิศ สูงสว่าง<sup>1</sup> ธนพร ปฏิภรณ์<sup>2\*</sup> เอกชัย เนาวนิช<sup>3</sup>

Received : May 6, 2025

Revised : December 19, 2025

Accepted : December 26, 2025

### บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบแชทบอทสำหรับเว็บไซต์มหาวิทยาลัย โดยใช้โมเดลภาษาขนาดใหญ่ (Large Language Models: LLMs) และเทคนิคการสร้างคำตอบด้วยการค้นคืน (Retrieval-Augmented Generation: RAG) ผ่านแพลตฟอร์ม Flowise ที่ช่วยลดความซับซ้อนในการพัฒนาแชทบอทด้วยแนวคิด low-code/no-code ข้อมูลที่ใช้พัฒนามาจากเว็บไซต์มหาวิทยาลัยและหลักสูตรต่าง ๆ โดยจัดเก็บในรูปแบบไฟล์ข้อความและเวกเตอร์ในฐานข้อมูล Postgres (pgvector) พร้อมบันทึกประวัติการสนทนาในฐานข้อมูล MongoDB กระบวนการพัฒนาประกอบด้วยเตรียมข้อมูล การตั้งค่าโมเดลเอมเบดดิ้ง (Embedding) และคลังเอกสาร (Document Store) แล้วทำการออกแบบ Chatflows เพื่อสร้างแชทบอทที่ตอบคำถามเกี่ยวกับมหาวิทยาลัยและหลักสูตรได้ ระบบได้รับการทดสอบและประเมินผลเชิงคุณภาพ พบว่าคำตอบส่วนใหญ่ถูกต้องและเหมาะสม แต่บางคำตอบที่ไม่ครบถ้วนหรือผิดพลาดอาจเกิดจากการจัดการข้อมูลและการตั้งค่าที่ไม่เหมาะสม

ผลการประเมินผลการทำงานของแชทบอทในภาพรวม พบว่า แชทบอทสามารถตอบคำถามส่วนใหญ่ได้ถูกต้อง เช่น คำถามเกี่ยวกับประวัติมหาวิทยาลัย การบริหารงาน และสถานที่ติดต่อ แต่สำหรับบางคำถามที่แชทบอทไม่สามารถให้ข้อมูลได้ถูกต้องและครบถ้วน เช่น การขอทราบรายการหลักสูตรต่าง ๆ ในคณะ การวิจัยนี้แสดงให้เห็นถึงศักยภาพของแพลตฟอร์ม Flowise ในการพัฒนาแชทบอทที่ลดระยะเวลาและความซับซ้อน พร้อมทั้งเป็นแนวทางสำหรับการนำเทคโนโลยี AI ไปประยุกต์ใช้ในสถาบันการศึกษาในอนาคต

**คำสำคัญ:** การสร้างคำตอบด้วยการค้นคืน แชทบอท แพลตฟอร์ม low-code/no-code โมเดลภาษาขนาดใหญ่ Flowise

<sup>1</sup> สาขาวิชาเทคโนโลยีดิจิทัลมีเดีย คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ  
อีเมล: 167491432001-st@rmutsb.ac.th

<sup>2</sup> สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและเศรษฐกิจดิจิทัล คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ อีเมล: thanapom.pa@rmutsb.ac.th

<sup>3</sup> สาขาวิชาเทคโนโลยีดิจิทัลมีเดีย คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ  
อีเมล: ekachai.n@rmutsb.ac.th

\* ผู้นิพนธ์หลัก อีเมล: thanapom.pa@rmutsb.ac.th

## DEVELOPING A CHATBOT SYSTEM FOR UNIVERSITY WEBSITE USING LARGE LANGUAGE MODELS AND RETRIEVAL-AUGMENTED GENERATION VIA FLOWISE PLATFORM

Kritpawit Soongswang<sup>1</sup> Thanaporn Patikorn<sup>2\*</sup> Ekachai Naowanich<sup>3</sup>

### Abstract

This research aimed to develop a chatbot system for a university website using Large Language Models (LLMs) and Retrieval-Augmented Generation (RAG) techniques via the Flowise platform, which simplifies chatbot development through low-code/no-code concepts. The data utilized for development were obtained from the university website and various course catalogs, stored as text files and vector embeddings in a Postgres database with pgvector extension, while conversation histories were recorded in MongoDB. The development process comprised data preparation, embedding model configuration, document store setup, and chatflow design to create a chatbot capable of answering queries related to the university and its academic programs. The system underwent qualitative testing and evaluation, revealing that most responses were accurate and appropriate. However, some incomplete or inaccurate responses were attributed to suboptimal data management and configuration settings.

Overall performance evaluation indicated that the chatbot successfully answered most inquiries, particularly those concerning university history, administrative structure, and contact information. Nevertheless, the system encountered difficulties in providing complete and accurate information for certain queries, such as comprehensive lists of academic programs within faculties. This study demonstrates the potential of the Flowise platform in streamlining chatbot development by reducing both time requirements and technical complexity, while also providing valuable guidance for implementing AI technologies in educational institutions.

**Keywords:** Retrieval-augmented generation, Chatbot, Low-code/no-code platform, Large language models, Flowise

---

<sup>1</sup> Digital Media Technology Program, Faculty of Science and Technology, Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi, e-mail: 167491432001-st@rmutsb.ac.th

<sup>2</sup> Information Technology and Digital Economy Program, Faculty of Science and Technology, Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi, e-mail: thanaporn.pa@rmutsb.ac.th

<sup>3</sup> Digital Media Technology Program, Faculty of Science and Technology, Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi, e-mail: ekachai.n@rmutsb.ac.th

\* Corresponding author, e-mail: thanaporn.pa@rmutsb.ac.th

## บทนำ

ในยุคดิจิทัลที่เทคโนโลยีมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว การพัฒนาระบบที่สามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพและทันทั่วถึงเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง โดยเฉพาะในบริบทของสถาบันการศึกษาระดับอุดมศึกษาที่ต้องการนำเสนอข้อมูลที่หลากหลายและซับซ้อน เช่น หลักสูตรการเรียน การรับสมัครนักศึกษา ทุนการศึกษา และกิจกรรมต่าง ๆ ซึ่งในอดีตมักอยู่ในรูปแบบที่ไม่เปลี่ยนแปลง (static) เช่น คำถามที่มักจะถูกถามบ่อย (FAQ) และไฟล์เอกสาร ซึ่งมีข้อมูลมหาศาลและค้นหาได้ยาก หรือการใช้เจ้าหน้าที่คอยตอบคำถาม ซึ่งใช้ทรัพยากรบุคคลและเวลามาก ทำให้ในปัจจุบันระบบแชทบอทได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวางว่าเป็นเทคโนโลยีที่มีศักยภาพในการตอบสนองความต้องการเหล่านี้ (Aloqayli & Abdelhafez, 2023) เนื่องจากสามารถให้บริการข้อมูลได้อย่างรวดเร็ว สะดวก และมีความพร้อมใช้งานตลอด 24 ชั่วโมง (Radziwill & Benton, 2017)

การพัฒนาของเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ โดยเฉพาะแบบจำลองภาษาขนาดใหญ่ (Large Language Models: LLMs) ได้สร้างการเปลี่ยนแปลงครั้งสำคัญในวงการประมวลผลภาษาธรรมชาติ (Brown et al., 2020) เมื่อนำมาผนวกกับเทคนิคการสร้างคำตอบด้วยการค้นคืน (Retrieval-Augmented Generation: RAG) ทำให้ระบบแชทบอทมีความสามารถในการเข้าใจบริบท วิเคราะห์คำถาม และดึงข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่กำหนดได้อย่างแม่นยำมากขึ้น (Lewis et al., 2020) นอกจากนี้ การใช้ RAG ยังช่วยลดปัญหา Hallucination หรือการสร้างข้อมูลที่ไม่ถูกต้อง ซึ่งเป็นข้อจำกัดสำคัญของ LLMs ทั่วไป (Izcard & Grave, 2021)

อย่างไรก็ตาม การพัฒนาระบบแชทบอทที่ใช้โมเดลภาษาขนาดใหญ่ (LLMs) และเทคนิคการสร้างคำตอบด้วยการค้นคืนข้อมูล (RAG) นั้น มักเป็นกระบวนการที่ซับซ้อนและต้องการความเชี่ยวชาญทางเทคนิคสูง ผู้พัฒนาต้องเผชิญกับความท้าทายในการตั้งค่าโมเดล การจัดการข้อมูล (Arslan et al, 2024) และการเขียนโค้ดที่ซับซ้อนเพื่อให้ระบบสามารถทำงานได้ตามที่ต้องการ (Yu et al, 2024) ด้วยเหตุนี้ แนวคิด low-code/no-code platforms จึงถูกพัฒนาขึ้นเพื่อช่วยลดความซับซ้อนเหล่านี้ โดยเน้นให้ผู้ใช้สามารถสร้างแอปพลิเคชัน AI ได้ผ่านอินเทอร์เฟซที่ไม่ต้องพึ่งพาการเขียนโค้ดในปริมาณมาก (Tunstall et al., 2022)

Flowise เป็นตัวอย่างหนึ่งของแพลตฟอร์ม low-code/no-code ที่ถูกออกแบบมาเพื่อตอบสนองความต้องการในการพัฒนาระบบแชทบอท AI ด้วยการเชื่อมต่อกับ LLMs และกระบวนการค้นคืนข้อมูล (Izcard, 2025) โดยที่ Flowise ช่วยให้องค์กรสามารถสร้างแชทบอทที่มีความสามารถในการตอบสนองคำถามที่ซับซ้อนได้ โดยไม่จำเป็นต้องมีทีมพัฒนาที่มีความเชี่ยวชาญเฉพาะทางด้าน AI (Reis et al., 2024) สิ่งนี้ช่วยลดภาระในกระบวนการเขียนโค้ดที่ซับซ้อน และเพิ่มความรวดเร็วในการพัฒนาระบบ ทำให้องค์กรสามารถนำเทคโนโลยี AI มาประยุกต์ใช้ในบริบทต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งในปัจจุบันยังไม่มีงานวิจัยที่ตีพิมพ์ที่นำ Flowise มาประยุกต์ใช้ในบริบทมหาวิทยาลัยไทย

งานวิจัยนี้ ระบบแชทบอทจะถูกพัฒนาขึ้นโดยใช้ชุดข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ เช่น ข้อมูลเว็บไซต์มหาวิทยาลัย ที่ครอบคลุมข้อมูลทั่วไป ได้แก่ ประวัติของมหาวิทยาลัย วิสัยทัศน์ พันธกิจ โครงสร้างการบริหาร ค่านิยม หลักสูตร และข้อมูลสำหรับผู้สนใจศึกษาต่อ รวมถึงข้อมูลเฉพาะด้าน เช่น ข้อมูลหลักสูตรของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่ประกอบด้วยหลักสูตรในศูนย์การศึกษาต่าง ๆ เช่น นนทบุรี สุพรรณบุรี และพระนครศรีอยุธยา ข้อมูลดังกล่าวถูกจัดเตรียมในรูปแบบไฟล์ข้อความที่พร้อมใช้งานในระบบ Flowise

งานวิจัยนี้มุ่งศึกษาและพัฒนาระบบแชทบอทสำหรับเว็บไซต์มหาวิทยาลัย โดยใช้ Flowise เป็นเครื่องมือหลักในการพัฒนา เพื่อสร้างระบบที่สามารถให้ข้อมูลเกี่ยวกับมหาวิทยาลัย ได้อย่างมีประสิทธิภาพ การศึกษานี้จะช่วยสร้างองค์ความรู้และแนวทางปฏิบัติสำหรับสถาบันการศึกษาที่ต้องการพัฒนาระบบแชทบอทในอนาคต รวมถึงแสดงให้เห็นถึงศักยภาพของการนำเทคโนโลยี LLMs และ RAG มาประยุกต์ใช้ในบริบทของการศึกษาระดับอุดมศึกษา

### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาระบบแชทบอทสำหรับเว็บไซต์มหาวิทยาลัย โดยใช้ Flowise เป็นเครื่องมือหลักในการพัฒนา โดยเน้นการให้ข้อมูลเกี่ยวกับมหาวิทยาลัย และหลักสูตร
2. เพื่อสร้างกระบวนการพัฒนาระบบแชทบอทที่เชื่อมต่อกับ LLMs และ RAG โดยลดความซับซ้อนผ่านแพลตฟอร์ม low-code/no-code
3. เพื่อประเมินความเหมาะสมและความถูกต้องของคำตอบที่ระบบแชทบอทตอบ โดยการตรวจสอบความสอดคล้องกับข้อมูลต้นฉบับ พร้อมทั้งระบุข้อดีและข้อจำกัดเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาระบบในอนาคต

### วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา แชทบอท สำหรับเว็บไซต์มหาวิทยาลัย ด้วย Flowise เป็นเครื่องมือหลักในการพัฒนา ซึ่งมีขั้นตอนวิธีดำเนินการวิจัย ดังต่อไปนี้

#### ขั้นตอนที่ 1 การเตรียมสภาพแวดล้อม สำหรับ การติดตั้งแพลตฟอร์ม Flowise

ขั้นตอนนี้จะดำเนินการเตรียมความพร้อมของฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ที่จำเป็นสำหรับการติดตั้งระบบ Flowise เพื่อใช้สำหรับเป็นเครื่องมือในการพัฒนา ระบบแชทบอท ดังนี้

1. อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

งานวิจัยนี้ถูกพัฒนาบนแล็ปท็อปที่มีคุณสมบัติ ได้แก่ หน่วยประมวลผล Intel® Core™ i7-1360P หน่วยความจำระยะสั้น (RAM) ขนาด 32 GB และหน่วยความจำระยะยาว (Storage) แบบ SSD ความจุ

951 GB โดยทำงานบนระบบปฏิบัติการ Windows 11 Pro และสามารถเชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ตความเร็วสูง เพื่อรองรับการเชื่อมต่อ Application Programming Interface (API) ของ LLMs ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

## 2. ซอฟต์แวร์สำหรับการติดตั้ง และเริ่มต้นแพลตฟอร์ม Flowise

งานวิจัยนี้ใช้ Node.js เวอร์ชัน 20.12.2 ซึ่งเป็นเครื่องมือสำคัญสำหรับการ เริ่มต้นระบบ Flowise (<https://flowiseai.com/>) และจัดการโมดูล Javascript

## 3. ระบบฐานข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัย

งานวิจัยนี้ ระบบฐานข้อมูลได้ถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลัก เพื่อรองรับการทำงานของแชทบอท ได้แก่

### 3.1 ฐานข้อมูลสำหรับการค้นคืนเอกสาร (ฐานข้อมูลเวกเตอร์)

3.1.1 ใช้ฐานข้อมูลที่ชื่อว่า pgvector ซึ่งเป็น ส่วนขยายของ PostgreSQL ในการจัดเก็บข้อมูลเวกเตอร์ ทำให้การดึงข้อมูลที่มีบริบทใกล้เคียงเป็นไปอย่างรวดเร็วและแม่นยำ

3.1.2 ข้อมูลที่จัดเก็บในฐานข้อมูลนี้ ได้แก่ ข้อมูลจากเว็บไซต์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิและข้อมูลหลักสูตรต่าง ๆ

### 3.2 ฐานข้อมูลสำหรับการเก็บประวัติการสนทนา

3.2.1 ใช้ฐานข้อมูลที่ชื่อว่า MongoDB ซึ่งเป็นฐานข้อมูลแบบ NoSQL ที่มีความยืดหยุ่น และมีความเร็วในการอ่านและเขียนข้อมูลสูง

โดยทั้งสองฐานข้อมูลนี้ ถูกติดตั้งและจัดการผ่าน Docker ซึ่งเป็นแพลตฟอร์มที่ช่วยสร้างและจัดการคอนเทนเนอร์ซอฟต์แวร์ ทำให้การติดตั้งฐานข้อมูลเป็นไปอย่างสะดวกและสามารถควบคุมสภาพแวดล้อมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

## ขั้นตอนที่ 2 การเตรียมและทำความสะอาดข้อมูล

ข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัยนี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลัก ได้แก่ ข้อมูลจากเว็บไซต์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ (<https://rmutsb.ac.th/home>) และ ข้อมูลหลักสูตรต่าง ๆ ในเว็บไซต์ของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ (<https://sci.rmutsb.ac.th/>) โดยการทำมาสะอาดข้อมูล สามารถแบ่งประเภทของข้อมูลจากหน้าเว็บไซต์ เป็น 3 ประเภท ได้แก่ ข้อมูลในเว็บไซต์ที่ไม่ซับซ้อน ข้อมูลที่เป็นรูปภาพแผนผัง และข้อมูลในเว็บไซต์ที่มีความซับซ้อน

1. เว็บไซต์ที่ไม่ซับซ้อน คือเว็บไซต์ที่ข้อมูลถูกจัดเรียงอย่างเป็นระเบียบ และสามารถคัดลอกข้อมูลได้ทั้งหมดในครั้งเดียว โดยสามารถทำความสะอาดข้อมูลได้ ดังนี้

### 1.1 คัดลอกข้อความจากหน้าเว็บไซต์มหาวิทยาลัย

2.12 ใช้ความสามารถของ ChatGPT-4o จาก OpenAI ในการจัดระเบียบและปรับโครงสร้างข้อมูล โดยใช้คำสั่งว่า “พิมพ์และจัดเรียงข้อมูลทั้งหมด โดยที่ห้ามตัดเนื้อหาออก จงใช้เนื้อหาเดิมเท่านั้น ห้ามสร้างเนื้อหาใหม่ โดยตอบแค่ผลลัพธ์เท่านั้น”

2.13 ผู้วิจัยตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่สกัดได้จาก LLM และบันทึกในรูปแบบ text file



ภาพที่ 1 ตัวอย่างเว็บไซต์ที่แสดงข้อมูลที่ไม่ซับซ้อน

2. การทำความสะอาดข้อมูลจากเว็บไซต์ ที่ให้ข้อมูลเป็นรูปภาพ แผนผัง ดังนี้

2.1 ใช้ Vision Model ใน ChatGPT-4o จาก OpenAI เพื่ออ่านและสกัดข้อมูลจากแผนภาพและอินโฟกราฟิก ซึ่งต่างกับการสกัดข้อมูลจากหน้าเว็บไซต์ปกติ เนื่องจาก Vision Model นั้นสามารถสกัดข้อมูลจากภาพและไฟล์เอกสารสแกนได้ด้วย

2.2 ผู้วิจัยตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่สกัดได้จาก LLM และบันทึกในรูปแบบ text file



ภาพที่ 2 ตัวอย่างเว็บไซต์ที่แสดงข้อมูลรูปภาพแผนผัง

3. เว็บไซต์ที่มีความซับซ้อน คือเว็บไซต์ที่ข้อมูลไม่ได้ถูกวางอย่างเป็นระเบียบ และมีส่วนของข้อมูลที่ไม่สามารถตัดลอกได้เนื่องจากการแสดงผลที่ซับซ้อน เช่น ต้องมีการคลิกที่หัวข้อเพื่อเปิดอ่านข้อความภายใน ดังภาพที่ 3 โดยสามารถทำความสะอาดข้อมูลได้ ดังนี้

3.1 ใช้การ inspect HTML element จากหน้าเว็บไซต์เพื่อระบุข้อมูลที่ต้องการ จากนั้นคัดลอกบล็อกข้อมูลที่สำคัญ โดยใช้คำสั่งว่า “สกัดข้อมูล จาก html element โดยรักษาเนื้อหาทั้งหมด โดยตอบแค่ผลลัพธ์เท่านั้น”



2. ทำการตั้งค่าการเชื่อมต่อกับ Embedding Model ซึ่งเป็นโมเดลปัญญาประดิษฐ์ ที่ทำหน้าที่แปลงก่อนข้อความ หรือคำถามของผู้ใช้เป็นเวกเตอร์เพื่อเก็บข้อมูล โดยใช้โมเดล text-embedding-3-small จาก OpenAI เนื่องจากคิดค่าบริการที่ไม่สูง

3. ทำการตั้งค่าการเชื่อมต่อกับฐานข้อมูลเวกเตอร์ เพื่อจัดเก็บข้อมูลของก่อนข้อความ พร้อมเวกเตอร์ของแต่ละก่อนข้อความลงบนฐานข้อมูลโดยทำการเลือกฐานข้อมูล Postgres และเลือกไดรฟ์เวอร์เป็น pgvector จากนั้น ตั้งค่า Record Manager โดยใช้ระบบตำแหน่งของ SQLite เพื่อทำหน้าที่เป็นฐานข้อมูลสำหรับบันทึกการเปลี่ยนแปลงของ pgvector เมื่อตั้งค่าเรียบร้อยแล้ว กดปุ่ม upsert เพื่อเริ่มกระบวนการแปลงก่อนข้อมูลเป็นเวกเตอร์ และจัดเก็บเข้าสู่ฐานข้อมูล เมื่อ upsert เสร็จ ข้อมูลเอกสารและเวกเตอร์ของเอกสารจะถูกจัดเก็บไว้ในฐานข้อมูลแล้วดังภาพที่ 7 ฐานข้อมูลเวกเตอร์นั้นมีความสามารถในการรองรับการค้นหาข้อมูลโดยแปลงข้อความที่ผู้ใช้ต้องการค้นหาเป็นเวกเตอร์ผ่าน Embedding Model จากนั้นจะทำการคำนวณค่าความใกล้เคียงของข้อมูลในฐานข้อมูลโดยใช้สูตร Cosine Similarity จากนั้นฐานข้อมูลจะจัดอันดับเวกเตอร์ที่มีความใกล้เคียงกับข้อความที่ต้องการค้นหามากที่สุด และคืนลำดับของข้อความนั้น ๆ ไปยัง LLM เพื่อสร้างคำตอบไปให้ผู้ใช้งานต่อไป

### 20 of 24 Chunks

Show Chunks in Preview

20

Preview

#1. Characters: 5983

#### Sections ของ Navigation Menu:

1. \*\*หน้าหลัก\*\*  
- ลิงก์ไปยัง: [https://rmutsb.ac.th]  
(https://rmutsb.ac.th)

—

2. \*\*เกี่ยวกับมหาวิทยาลัย\*\* (Dropdown)

#2. Characters: 1656

#### แผนยุทธศาสตร์การพัฒน

มหาวิทยาลัย:

1. \*\*แผนยุทธศาสตร์การพัฒนามหาวิทยาลัย  
เทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ พ.ศ. 2566 -  
2570\*\*

[ดาวน์โหลด PDF]

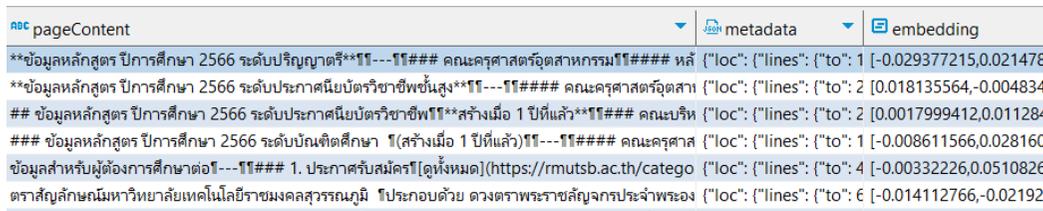
(https://plan.rmutsb.ac.th/upload/data\_in  
formation/plan/แผนยุทธศาสตร์\_2566-

ภาพที่ 5 ตัวอย่างข้อมูลจากไฟล์ที่ถูกหั่นออกเป็นก้อน

The image shows a configuration interface with three main sections:

- OpenAI Embeddings:**
  - Connect Credential: flowise
  - Model Name: text-embedding-3-small
  - Strip New Lines: (toggle off)
- Postgres:**
  - Connect Credential: rmutsb
  - Host: localhost
  - Database: rmutsb
- SQLite Record Manager:**
  - Database File Path: C:\Users\korn\flowise\database.sqlite
  - Additional Connection Configuration: {} (0 items)
  - Table Name: upsertion\_records

ภาพที่ 6 การตั้งค่าการเชื่อมต่อกับ Embedding Model และฐานข้อมูลเวกเตอร์



ภาพที่ 7 ก้อนข้อมูลและเวกเตอร์ ที่ถูกจัดเก็บอยู่ในฐานข้อมูล PostgreSQL

4. ทำการออกแบบ Chatflows ในแพลตฟอร์ม Flowise

4.1 เลือก ChatOpenAI โดยใช้โมเดล gpt-4o-mini เป็นโมเดลภาษาขนาดใหญ่ เนื่องจากเป็นโมเดลที่ได้รับการยอมรับในวงกว้าง และมีค่าบริการที่ไม่สูง

4.2 เลือก MongoDB Atlas Chat Memory เพื่อใช้ในการเก็บประวัติการสนทนา

4.3 เลือก Document Store (Vector) และเลือก Document Store ที่สร้างไว้

4.4 เลือก Conversational Retrieval QA Chain และ ทำการเชื่อมต่อแต่ละ Node เข้าด้วยกัน (ดังภาพที่ 8) จากนั้น เข้า Additional Parameters และทำการแก้ Response Prompt เพื่อป้องกันการตอบคำถามที่ไม่เกี่ยวกับข้อมูลมหาวิทยาลัย ดังนี้

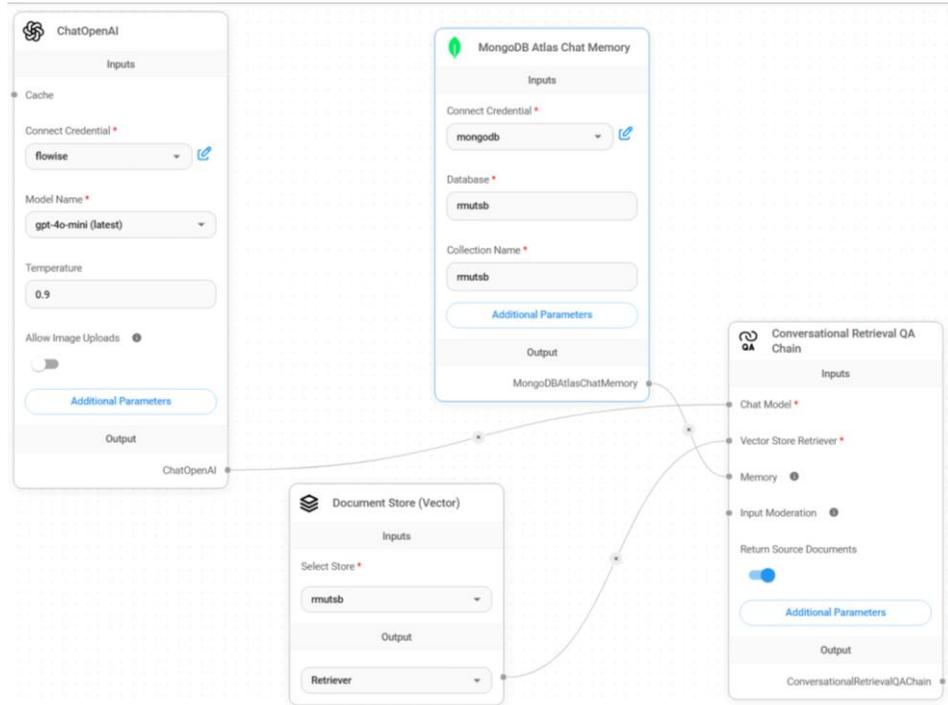
I want you to act as a document that I am having a conversation with.  
Your name is "AI Assistant". Using the provided context, answer the user's question to the best of your ability using the resources provided.  
If there is nothing in the context relevant to the question at hand, just say "Hmm, I'm not sure" and stop after that. Refuse to answer any question not about the info. Never break character.

-----

{context}

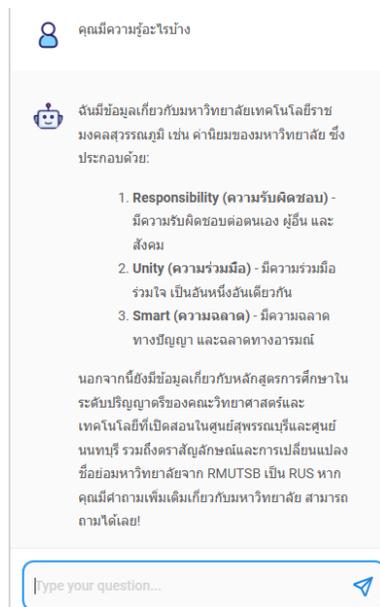
-----

REMEMBER: You are not allowed to answer anything that is not relate to the context or มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ



ภาพที่ 8 การออกแบบ Chatflow เพื่อเป็นเซทบอทในการสืบค้นข้อมูล

#### 4.5 เมื่อออกแบบ Chatflow สำเร็จจะสามารถสอบถามข้อมูลกับ Chatbot (ดังภาพที่ 9)



ภาพที่ 9 ตัวอย่างเซทบอทที่สามารถใช้งานได้

## ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ผู้วิจัยสามารถพัฒนาระบบแชทบอทสำหรับเว็บไซต์มหาวิทยาลัยโดยใช้ Flowise เป็นเครื่องมือหลักในการพัฒนา ซึ่งเครื่องมือ Flowise สามารถช่วยลดความซับซ้อนและระยะเวลาในการพัฒนาระบบแชทบอท โดยตัดปัญหาการเขียนโปรแกรมออกไปทั้งหมด โดยผู้ใช้งานสามารถสร้างแชทบอทได้โดยการลากและวางส่วนประกอบต่าง ๆ มาประกอบเข้าด้วยกัน และแก้ไขการตั้งค่าต่าง ๆ เพื่อให้ได้แชทบอทตามคุณสมบัติที่ต้องการ

เพื่อประเมินประสิทธิภาพของแชทบอท ผู้วิจัยได้จัดทำชุดคำถามจำนวนทั้งสิ้น 15 ข้อ ประกอบไปด้วยคำถามเกี่ยวกับมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิจำนวน 10 ข้อ และคำถามเกี่ยวกับหลักสูตรในคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจำนวน 5 ข้อ ซึ่งผู้วิจัยสร้างคำถามให้ครอบคลุมข้อมูลสำคัญที่ปรากฏในเว็บไซต์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ และเป็นคำถามเพื่อขอข้อมูลที่เป็นข้อเท็จจริงทั้งหมด

ผู้วิจัยได้นำชุดคำถามที่ได้มาทดสอบกับแชทบอทและประเมินคำตอบที่ได้รับ โดยผู้วิจัยได้แบ่งระดับการประเมินคำตอบไว้ 4 ระดับ ได้แก่ 1) ไม่ถูกต้อง หมายถึงคำตอบมีข้อมูลที่เป็นจริงแต่ไม่ตรงกับคำถาม หรือให้ข้อมูลที่เป็นเท็จ 2) ถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วน หมายถึงคำตอบมีความถูกต้อง แต่ขาดข้อมูลบางส่วน หรือไม่ครบรายการ 3) ถูกต้อง หมายถึง คำตอบมีข้อมูลตรงตามที่ปรากฏในหน้าเว็บไซต์ต้นฉบับ และ 4) ถูกต้องแบบเรียบเรียงใหม่ หมายถึง คำตอบมีข้อมูลที่เป็นจริง จากการเรียบเรียงข้อมูลที่ได้รับจากการค้นหาฐานข้อมูลเอกสาร และข้อมูลนั้นบริบทตรงกับหน้าเว็บไซต์ต้นฉบับ

### ตารางที่ 1 ผลลัพธ์ของคำตอบที่ได้รับจากแชทบอทในส่วนของข้อมูลมหาวิทยาลัย

คำถาม	ความถูกต้องและเหมาะสมของคำตอบ	อธิบายผลลัพธ์
ขอข้อมูลเกี่ยวกับมหาวิทยาลัย	ถูกต้องแบบเรียบเรียงใหม่	ให้ข้อมูลเบื้องต้นของมหาวิทยาลัย และให้ลิงก์เชื่อมโยงไปยังข้อมูลไซต์ต่าง ๆ ในเว็บไซต์
ใครเป็นผู้บริหารมหาวิทยาลัยในปัจจุบัน	ถูกต้อง	ให้ข้อมูลของอธิการบดีคนปัจจุบัน
ขอทราบประวัติมหาวิทยาลัย	ถูกต้องแบบเรียบเรียงใหม่	ให้ข้อมูลจากหน้าราชชมงคล นามพระราชทาน แทนหน้าข้อมูลประวัติมหาวิทยาลัย
หลักสูตร ปริญญาตรี มีคณะอะไรบ้าง	ถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วน	ให้ข้อมูลหลายคณะ แต่ไม่ครบทุกคณะ
มหาวิทยาลัยเปิดสอนอะไรบ้าง	ถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วน	ให้ข้อมูลไม่ครบทุกหลักสูตร โดยขาดหลักสูตรระดับ ปวช. และหลักสูตรระดับ ปวส.

ตารางที่ 1 ผลลัพธ์ของคำตอบที่ได้รับจากแชทบอทในส่วนของข้อมูลมหาวิทยาลัย (ต่อ)

คำถาม	ความถูกต้องและเหมาะสม ของคำตอบ	อธิบายผลลัพธ์
ขอข้อมูลเกี่ยวกับ หลักสูตรระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	ไม่ถูกต้อง	ให้ข้อมูลของหลักสูตรระดับ ปวส.
ขอข้อมูลเกี่ยวกับ หลักสูตรระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	ถูกต้อง	ให้ข้อมูลของหลักสูตรระดับ ปวส.
ขอข้อมูลหลักสูตร ปวช. มหาวิทยาลัยมีการบริหารจัดการอย่างไร	ถูกต้อง	ให้ข้อมูลหลักสูตรระดับ ปวช. ให้ข้อมูลสรุป โครงสร้างการ บริหารมหาวิทยาลัย
ขอสถานที่ติดต่อ ของมหาวิทยาลัย	ถูกต้อง	ให้ข้อมูล สถานที่ติดต่อของ มหาวิทยาลัย

จากตารางที่ 1 ผู้วิจัยพบว่า สำหรับคำถามทั่วไปเกี่ยวกับมหาวิทยาลัย ประวัติมหาวิทยาลัย และการบริหารจัดการของมหาวิทยาลัย มีคำตอบที่ถูกต้องแบบเรียบเรียงใหม่ เนื่องจากคำตอบที่ได้รับมีข้อมูลที่เป็นจริงจากการเรียบเรียงและสรุปข้อมูลที่ได้รับจากการค้นหาฐานข้อมูลเอกสาร และข้อมูลนั้นมีบริบทตรงกับหน้าเว็บไซต์ต้นฉบับ ในส่วนของข้อมูลในส่วนของผู้บริหารมหาวิทยาลัย ข้อมูลหลักสูตรระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง และสถานที่ติดต่อของมหาวิทยาลัย มีความถูกต้องและตรงตามข้อมูลที่ปรากฏในหน้าเว็บไซต์ต้นฉบับตามเว็บไซต์มหาวิทยาลัย ในทางกลับกันข้อมูลในส่วนของคณะในระดับปริญญาตรีและหลักสูตรที่มหาวิทยาลัยเปิดสอน แชทบอทให้ข้อมูลที่ถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วน รวมถึงข้อมูลในส่วนของหลักสูตรระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพที่ให้ข้อมูลไม่ถูกต้อง

ตารางที่ 2 ผลลัพธ์จากการทดสอบแบบทอทในเรื่องข้อมูลหลักสูตรจากคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

คำถาม	ความถูกต้องและเหมาะสม ของคำตอบ	อธิบายผลลัพธ์
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีหลักสูตรอะไรบ้าง	ถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วน	ให้ข้อมูลเฉพาะหลักสูตรในระดับ ปริญญาตรี และไม่ครบทุก หลักสูตร
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีสอนกี่ที่	ถูกต้อง	ให้ข้อมูลศูนย์ที่คณะวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีเปิดสอน
สาขาวิชาเทคโนโลยีดิจิทัลมีเดีย เปิดสอนกี่ปริญญา	ถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วน	ให้ข้อมูล สาขาเทคโนโลยีดิจิทัล มีเดีย แค่ 2 ปริญญา ได้แก่ ปริญญาตรี และปริญญาโท ซึ่ง ขาดข้อมูลในส่วน ปริญญาเอก
ขอข้อมูลหลักสูตรปริญญาโท สาขาเทคโนโลยีดิจิทัลมีเดีย	ถูกต้อง	ให้ข้อมูลหลักสูตรปริญญาโท สาขาเทคโนโลยีดิจิทัลมีเดีย
หลักสูตรปริญญาเอก ในคณะ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มี สาขาอะไรบ้าง	ถูกต้อง	ให้ข้อมูล สาขาที่เปิดสอนในระดับ ปริญญาเอก ของคณะ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

จากตารางที่ 2 ผู้วิจัยพบว่า ข้อมูลคำถามเกี่ยวกับสถานที่ในการสอน ข้อมูลหลักสูตรในระดับปริญญาโท และข้อมูลหลักสูตรในระดับปริญญาเอก แบบทอทสามารถตอบคำตอบได้อย่างถูกต้อง ในทางกลับกันข้อมูลเกี่ยวกับหลักสูตรที่เปิดสอน และระดับปริญญาที่เปิดสอน แบบทอทให้ข้อมูลที่ถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วน

จากผลการทดลองทั้งสองชุด พบว่าแบบทอทสามารถให้คำตอบที่ตรงกับข้อมูลในเอกสารต้นฉบับได้คิดเป็นร้อยละ 46.67 ขณะที่ร้อยละ 20 ของคำตอบเป็นการสรุปหรือเรียบเรียงข้อมูลใหม่จากเอกสารหลายแหล่งอย่างถูกต้อง ร้อยละ 26.67 เป็นคำตอบที่ถูกต้องแต่มีข้อมูลบางส่วนไม่ครบถ้วน และร้อยละ 6.67 เป็นคำตอบที่ไม่ถูกต้อง

การที่แบบทอทให้คำตอบที่คลาดเคลื่อนหรือไม่สมบูรณ์ อาจเกิดจากความคลุมเครือของเนื้อหาในเอกสารต้นทาง หรือการใช้ถ้อยคำที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันแต่มีความหมายต่างกัน โดยเฉพาะในส่วนที่เกี่ยวข้องกับชื่อหลักสูตรและระดับของหลักสูตร เช่น “ประกาศนียบัตรวิชาชีพ” และ “ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง”

## สรุป

การพัฒนาระบบแชทบอทสำหรับเว็บไซต์มหาวิทยาลัยโดยใช้โมเดลภาษาขนาดใหญ่และการสร้างคำตอบด้วยการค้นคืนผ่านแพลตฟอร์ม Flowise ซึ่งแพลตฟอร์มสำหรับการพัฒนาแชทบอทโดยใช้โมเดลภาษาขนาดใหญ่แบบ low-code/no-code สามารถลดเวลาในการพัฒนาระบบแชทบอทได้อย่างมาก และสามารถให้คำตอบเกี่ยวกับมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิและหลักสูตรของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีข้อควรระวัง คือ แชทบอทอาจให้คำตอบที่ผิดพลาดหรือไม่ครบถ้วนหากเอกสารมีความคลุมเครือ หรือมีค่าที่ต่างกันแต่ใช้ถ้อยคำที่คล้ายคลึงกัน เช่น “ประกาศนียบัตรวิชาชีพ” และ “ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง” ทำให้การค้นหาเลือกข้อมูลที่ไม่ถูกต้องแทนข้อมูลที่ถูกต้อง

## ข้อเสนอแนะ

1. ส่วนของการเตรียมข้อมูล ควรรวบรวมข้อมูลที่มีความใกล้เคียงกันไว้ในไฟล์เดียวกัน เพื่อให้การสืบค้นข้อมูลสามารถสืบค้น เจอก่อนข้อมูล ที่ใกล้เคียงกับคำถามมากที่สุด เพื่อให้แชทบอทสามารถตอบข้อมูลที่มีความถูกต้องได้ดียิ่งขึ้น
2. งานวิจัยนี้สามารถนำไปพัฒนาต่อยอดในอนาคต โดยการใช้เทคนิคใหม่ ๆ จาก แพลตฟอร์ม Flowise ในการสร้างแชทบอท ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น โดยสามารถศึกษาเพิ่มเติมได้จากคู่มือของ Flowise รวมไปถึงขั้นตอนและการวัดประสิทธิภาพการเพิ่ม ลบ และแก้ไขข้อมูลในฐานข้อมูลเวกเตอร์
3. ควรมีการทดลองการตั้งค่าต่าง ๆ ของ Document Store ใน Flowise เช่น การเลือก Chunk size, Chunk Overlap และ Top K เพื่อทดสอบว่า การตั้งค่าแบบใดช่วยลดความผิดพลาดของคำตอบในกรณีที่ข้อมูลเอกสารมีความคล้ายกันสูง แต่ความหมายต่างกัน (เช่น “ประกาศนียบัตรวิชาชีพ” และ “ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง”)

## เอกสารอ้างอิง

- Aloqayli, A., & Abdelhafez, H. (2023). Intelligent chatbot for admission in higher education. *International Journal of Information and Education Technology*, 13(9), 1348-1357.
- Arslan, M., Ghanem, H., Munawar, S., & Cruz, C. (2024). A Survey on RAG with LLMs. *Procedia computer science*, 246, 3781-3790.

- Brown, T., Mann, B., Ryder, N., Subbiah, M., Kaplan, J., Dhariwal, P., Neelakantan, A., Shyam, P., Sastry, G., Askell, A., Agarwal, S., Herbert-Voss, A., Krueger, G., Henighan, T., Child, R., Ramesh, A., Ziegler, D., Wu, J., Winter, C., Hesse, C., Chen, M., Sigler, E., Litwin, M., Gray, S., Chess, B., Clark, J., Berner, C., McCandlish, S., Radford, A., Sutskever, I., & Amodei, D. (2020). Language Models are Few-Shot Learners. **Advances in Neural Information Processing Systems**, 2020-December.
- Ismail, M., Kachadoorian, D., Mirani, S., Boyer, D. M., Ransom, T., & Sabuncu, A. C. (2025). **BOARD# 63: AI Chatbot for Enhancing Troubleshooting in Engineering Labs**. 2025 ASEE Annual Conference & Exposition.
- Izacard, G., & Grave, E. (2021). **Leveraging Passage Retrieval with Generative Models for Open Domain Question Answering**. Proceedings of the 16th Conference of the European Chapter of the Association for Computational Linguistics, (pp. 874–880).
- Lewis, P., Perez, E., Piktus, A., Petroni, F., Karpukhin, V., Goyal, N., Küttler, H., Lewis, M., Yih, W. T., Rocktäschel, T., Riedel, S., & Kiela, D. (2020). Retrieval-Augmented Generation for Knowledge-Intensive NLP Tasks. **Advances in Neural Information Processing Systems**, 33, 9459-9474.
- Radziwill, N. M., & Benton, M. C. (2017). **Evaluating the quality of chatbots and intelligent conversational agents**. arXiv preprint arXiv:1704.04579. Retrieved from <https://arxiv.org/abs/1704>.
- Reis, J. A., Almeida, J. R., Almeida, T. M., & Oliveira, J. L. (2024). **Using Flowise to Streamline Biomedical Data Discovery and Analysis**. 2024 IEEE 22nd Mediterranean Electrotechnical Conference (MELECON). (pp. 695-700).
- Tunstall, L., Von Werra, L., & Wolf, T. (2022). **Natural language processing with transformers**. O'Reilly Media, Inc.
- Yu, J., Zhang, Y., Zhang, Z., Yang, Z., Zhao, G., Sun, F., Zhang, F., Liu Q., Sun, J., Liang, J., & Zhang, Y. (2024, October). **Rag-guided large language models for visual spatial description with adaptive hallucination corrector**. Proceedings of the 32nd ACM International Conference on Multimedia (pp. 11407-11413).

## สถาบันวิจัยและพัฒนา

## มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์

เลขที่ 1 หมู่ 20 ถนนพหลโยธิน กม.48 ตำบลคลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 13180

โทรศัพท์ 0 2909 3036 โทรสาร 0 2909 3036 E-mail: rdi\_journalsci@vru.ac.th Website http://rd.vru.ac.th

## แบบนำส่งบทความวิจัยลงตีพิมพ์เผยแพร่

## วารสารวิจัยและพัฒนา วไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

1. ข้าพเจ้าชื่อ (นาย, นาง, น.ส., ยศ) ..... นามสกุล .....
2. วุฒิการศึกษาสูงสุด  ปริญญาตรี  ปริญญาโท  ปริญญาเอก  
คุณวุฒิ ..... สาขา .....
- สถาบัน .....
- สำเร็จการศึกษา  กำลังศึกษา ปีที่คาดว่าจะสำเร็จการศึกษา วันที่ .....
3. สถานะภาพของผู้มีพนธ์บทความวิจัย  อาจารย์  นักศึกษาปริญญาเอก  นักศึกษาปริญญาโท  บุคคลทั่วไป  
ตำแหน่งทางวิชาการ ..... ตำแหน่งทางบริหาร .....
4. ชื่อหน่วยงาน/สถานที่ทำงาน .....
- เลขที่ ..... ถนน ..... ซอย ..... ตำบล/แขวง .....
- อำเภอ/เขต ..... จังหวัด ..... รหัสไปรษณีย์ .....
- โทรศัพท์ ..... โทรสาร .....
- E-mail .....
5. ที่อยู่สำหรับติดต่อและจัดส่งเอกสาร .....
- เลขที่ ..... ถนน ..... ซอย ..... ตำบล/แขวง .....
- อำเภอ/เขต ..... จังหวัด ..... รหัสไปรษณีย์ .....
- โทรศัพท์ ..... โทรสาร .....
- มือถือ .....
- E-mail .....
6. มีความประสงค์ขอส่งบทความเรื่อง .....
- ชื่อบทความ(ภาษาไทย) .....
- ชื่อบทความ(ภาษาอังกฤษ) .....

เพื่อลงตีพิมพ์ในวารสาร วิจัยและพัฒนา วไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ข้าพเจ้าขอรับรองว่าบทความนี้ยังไม่เคยนำลงตีพิมพ์ในวารสารฉบับใดๆ มาก่อน ทั้งนี้ ข้าพเจ้าได้ศึกษากฎเกณฑ์และ  
คำแนะนำในการส่งบทความวิจัยเพื่อนำลงตีพิมพ์ในวารสารวิจัยและพัฒนา วไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์แล้ว และยินดี  
ปฏิบัติตามเงื่อนไขทุกประการ พร้อมนี้ข้าพเจ้าได้ชำระค่าธรรมเนียมบำรุงวารสารวิจัยและพัฒนา วไลยอลงกรณ์  
ในพระบรมราชูปถัมภ์ สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  บทความภาษาไทย จำนวน 4,500 บาท  บทความภาษาอังกฤษ  
จำนวน 6,000 บาท เรียบร้อยแล้ว

ลงชื่อ.....ผู้นำส่งบทความวิจัย

(.....)

วันที่ ...../...../.....

## ระเบียบการตีพิมพ์บทความวิจัย วารสารวิจัยและพัฒนา วไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ในการส่งบทความวิจัยลงตีพิมพ์ในวารสารวิจัยและพัฒนา วไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อให้การตีพิมพ์บทความวิจัยเป็นไปโดยเรียบร้อยได้มาตรฐาน TCI และเป็นประโยชน์ทั้งผู้ส่งบทความวิจัย ผู้ใช้ประโยชน์จากบทความวิจัย รวมทั้งสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ ในการจัดทำวารสารวิจัยและพัฒนา วไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จึงได้กำหนดหลักเกณฑ์ในการพิจารณาบทความวิจัยเพื่อตีพิมพ์ในวารสารฯ ตลอดจนคำแนะนำการเขียนและส่งต้นฉบับ ดังนี้

### หลักเกณฑ์ในการพิจารณาบทความวิจัยเพื่อตีพิมพ์ในวารสาร

1. เป็นบทความวิจัยในสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตามรูปแบบของต้นฉบับในข้อกำหนดของคำแนะนำการเขียนและส่งต้นฉบับวารสารวิจัยและพัฒนา วไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
2. บทความวิจัยที่ส่งมาพิจารณาตีพิมพ์ลงในวารสารต้องเป็นบทความวิจัยที่ไม่เคยตีพิมพ์เผยแพร่ที่ไหนมาก่อนและไม่อยู่ระหว่างเสนอขอตีพิมพ์ในวารสารอื่น
3. เนื้อหาในต้นฉบับควรเกิดจากการสังเคราะห์ความคิดขึ้นโดยผู้เขียนเอง ไม่ได้ลอกเลียนหรือดัดทอนมาจากผลงานวิจัยของผู้อื่น หรือจากบทความอื่นโดยไม่ได้รับอนุญาต หรือปราศจากการอ้างอิงที่เหมาะสม
4. ผู้ส่งบทความวิจัยต้องชำระค่าธรรมเนียมบำรุงวารสารวิจัยและพัฒนา วไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี บทความภาษาไทย บทความละ 4,500 บาท และบทความภาษาอังกฤษ บทความละ 6,000 บาท ผ่านบัญชีธนาคารตามที่มหาวิทยาลัยกำหนด เพื่อเป็นค่าดำเนินการตีพิมพ์บทความและค่าตอบแทนการพิจารณาบทความ
5. จากผู้ทรงคุณวุฒิที่กองบรรณาธิการเชิญมาเพื่อประเมินบทความก่อนการตีพิมพ์บทความ พร้อมส่งสำเนาหลักฐานการชำระค่าธรรมเนียมบำรุงวารสารฯ ได้ 2 ช่องทาง ดังนี้
  - 1) e-mail: rdi\_journalsci@vru.ac.th
  - 2) เว็บไซต์ <https://tci-thaijo.org/index.php/vrurdistjournal/index>

**ค่าธรรมเนียมวารสาร** จะเรียกเก็บค่าธรรมเนียมเมื่อบทความของผู้นิพนธ์ ผ่านการตรวจความถูกต้องของบทความเบื้องต้นจากบรรณาธิการเรียบร้อยแล้ว ทั้งนี้หากผู้นิพนธ์ยกเลิกบทความ หรือบทความไม่ผ่านการพิจารณาจากผู้ทรงคุณวุฒิไม่ว่ากรณีใด ๆ ก็ตาม วารสารวิจัยและพัฒนา วไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ขอสงวนสิทธิ์ไม่คืนเงินค่าธรรมเนียมทุกกรณี
6. ผู้เขียนบทความวิจัยต้องดำเนินการปรับแก้ไขบทความตามผลการอ่านประเมินของกองบรรณาธิการและผู้ทรงคุณวุฒิของวารสารวิจัยและพัฒนา วไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ อย่างต่อเนื่องตลอดการตีพิมพ์ หากผู้เขียนบทความวิจัยซึ่งต่อไปนี้จะเรียกว่าผู้นิพนธ์บทความไม่ปฏิบัติตามระเบียบการตีพิมพ์บทความวิจัย วารสารวิจัยและพัฒนา วไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ กองบรรณาธิการมีสิทธิ์แจ้งยกเลิกการพิจารณาตีพิมพ์บทความวิจัยโดยไม่คืนเงินค่าธรรมเนียมบำรุงวารสารวิจัยและพัฒนา วไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์
7. บทความวิจัยที่ส่งมาจะได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่ในวารสารวิจัยและพัฒนา วไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ ต่อเมื่อได้ผ่านกระบวนการประเมินเห็นสมควรให้ตีพิมพ์เผยแพร่โดยผู้ทรงคุณวุฒิที่มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ แต่งตั้งขึ้น จำนวน 3 ท่าน

**คำแนะนำการเขียนและส่งต้นฉบับ**  
**วารสารวิจัยและพัฒนา วไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์**  
**สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**

1. **การเตรียมต้นฉบับ** ต้นฉบับบทความวิจัยต้องจัดทำสำหรับกระดาษขนาด B5(JIS) (18.2 ซม. X 25.7 ซม.) ความยาว 15 หน้ากระดาษ ตามรูปแบบวารสารวิจัยและพัฒนา วไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พิมพ์โดยใช้โปรแกรม Microsoft Word เวอร์ชัน 2007 ขึ้นไป
2. **การตั้งค่าหน้ากระดาษ** ระยะขอบกระดาษด้านบน (Top Margin) 2.54 เซนติเมตร ด้านซ้าย (Left Margin) ด้านขวา (Right Margin) และด้านล่าง (Bottom Margin) 2 เซนติเมตร
3. **รูปแบบตัวอักษร** ใช้ TH SarabunPSK เท่านั้น ชื่อหัวข้อพิมพ์เป็นตัวหนา ขนาด 14 Point จัดชิดซ้ายหน้ากระดาษ และเนื้อหาพิมพ์เป็นตัวปกติ ขนาด 14 Point จัดกระจายหน้ากระดาษ
4. **องค์ประกอบบทความวิจัยประกอบด้วย**
  - 4.1 **ชื่อเรื่อง** มีทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ มีความยาวไม่เกินภาษาละ 2 บรรทัด สามารถอธิบายสาระของเรื่องได้ดี รูปแบบตัวอักษร TH SarabunPSK ตัวหนา ขนาด 14 Point จัดกึ่งกลางหน้ากระดาษ
  - 4.2 **ชื่อผู้นิพนธ์บทความ** มีทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ใช้ชื่อเต็มไม่ต้องระบุค่านำหน้าชื่อ ใส่เครื่องหมายเชิงอรรถเป็นตัวเลขยกไว้ท้ายนามสกุลเรียงลำดับตามจำนวนผู้นิพนธ์บทความและใส่เครื่องหมายดอกจัน (\*) ไว้บนเลขยกเพื่อแสดงว่าเป็นผู้นิพนธ์หลัก รูปแบบตัวอักษร TH SarabunPSK ตัวหนา ขนาด 14 Point จัดกึ่งกลางหน้ากระดาษ โดยใส่รายละเอียดที่อยู่ผู้นิพนธ์บทความและอีเมลผู้นิพนธ์หลักในเชิงอรรถ
  - 4.3 **ที่อยู่ผู้นิพนธ์บทความ** ใส่รายละเอียดในเชิงอรรถข้อความที่เขียนไว้ส่วนล่างของหน้ากระดาษและมีเส้นคั่นระหว่างเชิงอรรถกับตัวบทคัดย่อ (Abstract) อย่างชัดเจน โดยขีดเส้นคั่นจากริมกระดาษด้านซ้าย ไปทางด้านขวาประมาณ 1 นิ้ว หรือ 7 ตัวอักษร ใส่ตัวเลขกำกับไว้เหนือตัวอักษรตัวแรกเล็กน้อย ตัวเลขต้องตรงกับตัวเลขที่กำกับไว้กับชื่อผู้นิพนธ์บทความ ให้ระบุสถานที่ทำงาน หน่วยงานหรือสถาบัน และอีเมลแอดเดรส (E-mail Address) ของผู้นิพนธ์บทความทุกท่าน เช่น สาขา.... คณะ ..... มหาวิทยาลัย.... อีเมล.... รูปแบบตัวอักษร TH SarabunPSK ตัวปกติ ขนาด 12 Point จัดชิดซ้ายหน้ากระดาษ
  - 4.4 **บทคัดย่อ(Abstract)** ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษความยาวไม่เกิน 15 บรรทัด หรือ 350 คำ โดยใช้สำนวนให้กระชับ ชัดเจนที่สุด รูปแบบตัวอักษร TH SarabunPSK ตัวปกติ ขนาด 14 Point จัดกระจายหน้ากระดาษ
  - 4.5 **คำสำคัญ(Keyword)** ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษอยู่ใต้บทคัดย่อ(Abstract) คำสำคัญภาษาไทย จำนวน 3 – 5 คำเรียงตามลำดับอักษรระหว่างคำวรรค 2 วรรค ส่วน Keyword หรือคำสำคัญภาษาอังกฤษให้เรียงตามคำสำคัญภาษาไทยคั่นระหว่างคำด้วยจุลภาค (,)
  - 4.6 **เนื้อหาของบทความวิจัย** ประกอบด้วยหัวข้อต่อไปนี้
    - 4.6.1 **บทนำ** เป็นส่วนของเนื้อหาที่บอกความเป็นมา และเหตุผลนำไปสู่การศึกษาวิจัย
    - 4.6.2 **วัตถุประสงค์ของการวิจัย** ให้ชี้แจงถึงจุดมุ่งหมายของการวิจัย
    - 4.6.3 **วิธีดำเนินการวิจัย** ควรอธิบายวิธีดำเนินการวิจัย โดยกล่าวถึงวิธีการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง ที่มาของกลุ่มตัวอย่าง แหล่งที่มาของข้อมูล การเก็บและรวบรวมข้อมูล การใช้เครื่องมือ สถิติที่ใช้ในการวิจัยและการวิเคราะห์ข้อมูล
    - 4.6.4 **ผลการวิจัยและอภิปรายผล** เป็นการเสนอสิ่งที่ได้จากกรวิจัยเป็นลำดับอาจแสดงด้วยตารางกราฟ แผนภาพ ประกอบการอธิบาย ทั้งนี้ถ้าแสดงด้วยตาราง ควรเป็นตารางแบบไม่มีเส้นขอบตารางด้านซ้ายและขวา หัวตารางแบบธรรมดาไม่มีสี ตารางควรมีเฉพาะที่จำเป็นไม่ควรเกิน 5 ตาราง สำหรับรูปภาพประกอบควรเป็นรูปภาพขาว-ดำ ที่ชัดเจนและมีคำบรรยายได้รูป จัดกึ่งกลางหน้ากระดาษ กรณีที่จำเป็นอาจใช้ภาพสีได้

- 4.6.5 **สรุป** เป็นการสรุปผลที่ได้จากการวิจัยและควรมีการอภิปรายผลการวิจัยว่าเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่เพียงใด และควรอ้างทฤษฎีหรือเปรียบเทียบการทดลองของผู้อื่นที่เกี่ยวข้องประกอบเพื่อให้ผู้อ่านเห็นด้วยตามหลักการหรือคัดค้านทฤษฎีที่มีอยู่เดิม รวมทั้งแสดงให้เห็นถึงการนำผลไปใช้ประโยชน์ และการให้ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยในอนาคต
- 4.6.6 **ข้อเสนอแนะ** ควรมี 2 ส่วน คือ ข้อเสนอในการนำผลการวิจัยไปใช้ และข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป
- 4.6.7 **กิตติกรรมประกาศ** (ถ้ามี) ข้อความแสดงความขอบคุณผู้มีส่วนสนับสนุน ช่วยเหลือ และให้ความร่วมมือในการทำงานวิจัย รวมถึงแหล่งทุนสนับสนุนต่างๆ
- 4.6.8 **เอกสารอ้างอิงและการอ้างอิง** การเขียนเอกสารอ้างอิงและการอ้างอิง ใช้ระบบ APA (American Psychological Association) ให้เรียงลำดับชื่อผู้แต่งหรือผู้รายงานตามลำดับอักษรเริ่มด้วยเอกสารภาษาไทยก่อน แล้วต่อกับเอกสารภาษาต่างประเทศ

#### 4.7 การเขียนเอกสารอ้างอิงและการอ้างอิงในระบบ APA (American Psychological Association)

- 4.7.1 ชื่อวารสาร ชื่อหนังสือ และปีที่ (Volume) ไม่ใช่ชื่อย่อ
- 4.7.2 ชื่อภาษาอังกฤษ เขียนชื่อผู้แต่งโดยขึ้นต้นด้วย Last name ตามด้วยจุลภาค (,) และชื่อย่อตามด้วย มหัพภาค (.)
- 4.7.3 ชื่อไทย เขียนชื่อผู้แต่งโดยขึ้นต้นด้วยชื่อตัว ตามด้วยนามสกุล
- 4.7.4 กรณีผู้แต่งมากกว่าหนึ่งคน ให้เขียนชื่อผู้แต่งทั้งหมดทุกคน คั่นระหว่างชื่อด้วยจุลภาค (,) และมีคำว่า “and” หรือ “&” ในกรณีชื่อภาษาอังกฤษ หรือ “และ” ในกรณีชื่อภาษาไทยก่อนชื่อสุดท้าย
- 4.7.5 ถ้าไม่มีชื่อผู้แต่ง ให้ขึ้นต้นด้วยชื่อเรื่อง หรือชื่อวารสาร หรือชื่อหนังสือ ตามด้วยปีที่พิมพ์
- 4.7.6 ถ้าผู้แต่งเป็นหน่วยงาน หรือองค์กร ให้ใช้ชื่อหน่วยงานหรือองค์กรแทนชื่อผู้แต่ง
- 4.7.7 เรียงลำดับรายการตามตัวอักษรชื่อผู้แต่ง รายการที่มีทั้งเอกสารภาษาไทยและอังกฤษ ให้นำข้อมูลภาษาไทยขึ้นก่อน ตามด้วยข้อมูลภาษาอังกฤษ พิมพ์โดยใช้ระยะห่างระหว่างบรรทัด อย่างน้อย (At least) 12 Point
- 4.7.8 บรรทัดที่สองและบรรทัดต่อไปของแต่ละรายการให้ย่อหน้าเข้ามา 7 ตัวอักษร หรือ 1.25 เซนติเมตร
- 4.7.9 การอ้างอิง – อ้างโดย(ชื่อผู้แต่ง, ปีที่พิมพ์)
- 4.7.10 ไม่อ้างอิงโดยใช้คำว่า “และคณะ” หรือ “และคนอื่นๆ” หรือ et al. ยกเว้นกรณีอ้างอิงในเรื่องที่มีผู้แต่งตั้งแต่สามคนขึ้นไปและหลังจากได้มีการอ้างอิงครั้งแรกไว้ก่อนหน้านั้นแล้ว หรือการอ้างอิงที่มีผู้แต่งตั้งแต่หกคนขึ้นไป
- 4.7.11 การอ้างอิงจากวารสารและนิตยสารให้ระบุหน้าแรกถึงหน้าสุดท้าย โดยไม่ใช่คำย่อ “p.” หรือ “pp.” นอกจากหนังสือ
- 4.7.12 การติดต่อส่วนตัวโดยสื่อใดๆ ก็ตาม สามารถอ้างอิงได้ในเนื้อเรื่อง แต่ต้องไม่มีการระบุไว้ในรายการเอกสารอ้างอิง เพราะผู้อื่นไม่สามารถติดตามข้อมูลเหล่านี้ได้
- 4.7.13 การอ้างอิงจาก Website ให้ระบุวัน เดือน ปีที่พิมพ์ ถ้าไม่ปรากฏให้อ้างวันที่ทำการสืบค้น และระบุ URL ให้ชัดเจน ถูกต้อง เมื่อจบ URL address ห้ามใส่จุด (.) ข้างท้าย
- 4.7.14 Website ไม่บอกวันที่ ให้ระบุ n.d.
- 4.7.15 หลัง มหัพภาค “.” (period) เว้น 2 บรรทัด
- 4.7.16 หลัง จุลภาค “,” (comma) เว้น 1 บรรทัด
- 4.7.17 หลัง อัฒภาค “;” (semicolon) เว้น 1 บรรทัด
- 4.7.18 หลัง ทวิภาค “:” (colons) เว้น 1 บรรทัด
- 4.7.19 รูปแบบและตัวอย่างการอ้างอิงจากสิ่งพิมพ์ต่าง ๆ

1. หนังสือหรือตำรา
- รูปแบบ: ชื่อผู้แต่ง. //(ปีที่พิมพ์).//ชื่อหนังสือ./ครั้งที่พิมพ์(ถ้ามี). //เมืองที่พิมพ์: /สำนักพิมพ์.  
ตัวอย่างเช่น ไพรซ์ รัชชพงษ์, และกฤษณะ ช่างกล่อม. (2541). **งานพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานสารสนเทศแห่งชาติเพื่อการศึกษา**. กรุงเทพฯ: แพร่พิทยา.
- Mitchell, T. R., & Larson, J. R., Jr. (1987). **People in organizations: An introduction to organizational behavior** (3rd ed.). New York: McGraw-Hill.
2. หนังสือหรือตำราที่มีบรรณาธิการ
- รูปแบบ: ชื่อบรรณาธิการ(ผู้รวบรวม).//ปีที่พิมพ์.//ชื่อหนังสือ./เมืองที่พิมพ์:/สำนักพิมพ์.  
ตัวอย่างเช่น อุดลย์ วิริยเวชกุล, (บก.). (2541). **คู่มือจัดการเรียนการสอนระดับบัณฑิตศึกษา**. นครปฐม: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.
- Gibbs, J. T., & Huang, L. N. (Eds.). (1991). **Children of color: Psychological interventions with minority youth**. San Francisco: Jossey-Bass.
3. วิทยานิพนธ์
- รูปแบบ: ชื่อผู้แต่ง.//ปีที่พิมพ์.//ชื่อวิทยานิพนธ์./ระดับวิทยานิพนธ์./มหาวิทยาลัย.  
ตัวอย่างเช่น พรพิมล เฉลิมพลาณภาพ. (2535). **พฤติกรรมกรรมการแสวงหาข่าวสารและการใช้เทคโนโลยีการสื่อสารของบริษัทธุรกิจเอกชนที่มียอดขายสูงสุดของประเทศไทย**. วิทยานิพนธ์วารสารศาสตร์มหาบัณฑิต คณะวารสารศาสตร์และสื่อสารมวลชน, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- Almeida, D.M. (1990). **Fathers' participation in family work: Consequences for fathers' stress and father-child relations**. Unpublished master's thesis, University of Victoria, Victoria British Columbia, Canada.
4. รายงานการประชุมหรือสัมมนาทางวิชาการ
- รูปแบบ: ชื่อผู้แต่ง.//ปีที่พิมพ์.//ชื่อเรื่อง.//ชื่อเอกสารรวมเรื่องรายงานการประชุม./วัน เดือน ปี สถานที่จัด.  
เมืองที่พิมพ์:/สำนักพิมพ์.  
ตัวอย่างเช่น กรมวิชาการ. 2538. **การจัดกิจกรรมส่งเสริมนิสัยรักการอ่าน**. การประชุมปฏิบัติการรณรงค์เพื่อส่งเสริมนิสัยรักการอ่าน, 25-29 พฤศจิกายน 2528 ณ วิทยาลัยครูมหาสารคาม จังหวัดมหาสารคาม. กรุงเทพฯ: ศูนย์พัฒนาหนังสือ กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ.
- Deci, E. L., & Ryan, R. M. (1991). **A motivational approach to self: Integration in personality**. In R. Dienstbier (Ed.), *Nebraska Symposium on Motivation: Vol. 38. Perspectives on Motivation* (pp. 237-288). Lincoln: University of Nebraska Press. *Motivation: Vol. 38. Perspectives on Motivation* (pp. 237-288). Lincoln: University of Nebraska Press.
5. พจนานุกรม
- ตัวอย่างเช่น พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2542. (2546). กรุงเทพฯ: นานมีบุ๊คพับลิเคชัน.  
Shorter Oxford English dictionary (5 th ed.). (2002). New York: Oxford University Press.

## 6. วารสาร/นิตยสาร

- รูปแบบ: ชื่อผู้แต่ง.// (ปีที่พิมพ์).//ชื่อเรื่อง.//ชื่อวารสารหรือนิตยสาร./ปีที่ (ฉบับที่)/หน้าแรก-หน้าสุดท้าย.  
ตัวอย่างเช่น ชานี กิ่งแก้ว, และอุษา คณเณ. (2551). การศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตโดยการลด  
ความสูญเสียในกระบวนการผลิตแอลกอฮอล์. **วารสารเทคโนโลยีภาคใต้**, 1(2),  
27-35.
- Klimoski, R., & Palmer, S. (1993). The ADA and the hiring process in  
organizations. **Consulting Psychology Journal: Practice and Research**,  
45(2), 10-36.

## 7. บทความจากหนังสือพิมพ์

- รูปแบบ: ชื่อผู้แต่ง.// (ปีที่พิมพ์, เดือน, วันที่).//ชื่อเรื่อง.//ชื่อหนังสือพิมพ์./หน้าที่นำมาอ้างอิง.  
ตัวอย่างเช่น สายใจ ดวงมาลี. (2548, มิถุนายน 7) มาลาเรียลาม3จว.ใต้ตอนบน สธ.เร่งคุมเข้มกันเชื้อแพร่หนัก.  
**คม-ชัด-ลึก**, 25.
- Di Rado, A. (1995, March 15). Trekking through college: Classes explore  
modern society using the world of Star Trek. **Los Angeles Time**, p. A3.

## 8. สื่ออิเล็กทรอนิกส์

- รูปแบบ: ชื่อผู้แต่ง.// (ปีที่พิมพ์).//ชื่อเรื่อง.//สืบค้นจาก//URL  
ตัวอย่างเช่น สำนักงานคณะกรรมการวัฒนธรรมแห่งชาติ กระทรวงวัฒนธรรม. (2545). **ประเพณีใส่  
กระจาดชาวไทยพวนสอนให้รู้จักแบ่งปัน มีน้ำใจ**. สืบค้นจาก  
[http://www.m-culture.go.th/culture01/highlight/highlightdetail.  
php?highlight\\_id=114&lang=th](http://www.m-culture.go.th/culture01/highlight/highlightdetail.php?highlight_id=114&lang=th)
- Lynch, T. (1996). **DS9 trials and tribble-ations review**. Retrieved from  
<http://www.bradley.edu/psiphi/DS9/ep/503r.html>

5. การส่งต้นฉบับ ผู้นิพนธ์บทความต้องส่งต้นฉบับที่พิมพ์ตามรูปแบบของต้นฉบับในข้อกำหนดของคำแนะนำการเขียนและ  
ส่งต้นฉบับวารสารวิจัยและพัฒนา วไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ ในรูปแบบ Word Document (.docx) และ  
PDF File (.pdf) มาที่เว็บไซต์ <https://tci-thaijo.org/index.php/vrurdistjournal/index> โดยค่าธรรมเนียมวารสาร  
จะเรียกเก็บค่าธรรมเนียมเมื่อบทความของผู้นิพนธ์ ผ่านการตรวจความถูกต้องของบทความเบื้องต้นจากบรรณาธิการ  
เรียบร้อยแล้ว

## 6. การประเมินบทความวิจัย และลิขสิทธิ์ในการตีพิมพ์เผยแพร่

6.1 การอ่านประเมินต้นฉบับ บทความวิจัยต้นฉบับที่ส่งเข้ามาเพื่อลงตีพิมพ์เผยแพร่ในวารสารวิจัยและพัฒนา  
วไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จะได้รับการอ่านประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิ (Peer  
Review) ในสาขานั้น ๆ อย่างน้อยจำนวน 3 ท่านต่อเรื่องและส่งผลการอ่านประเมินคืนผู้นิพนธ์บทความให้เพิ่มเติม แก้ไข  
แล้วแต่กรณี โดยบทความที่ผ่านการประเมินได้รับการตีพิมพ์ในวารสารวิจัยและพัฒนา วไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์  
สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ผู้นิพนธ์บทความจะได้รับหนังสือแจ้งพิจารณาการตีพิมพ์ พร้อมวารสารฉบับที่บทความวิจัย  
นั้นลงตีพิมพ์ จำนวน 1 ฉบับ

6.2 ลิขสิทธิ์บทความวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่ในวารสารวิจัยและพัฒนา วไลยอลงกรณ์ ในพระบรม  
ราชูปถัมภ์ สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ถือเป็นกรรมสิทธิ์ของสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลย  
อลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ ห้ามนำข้อความทั้งหมดหรือบางส่วนไปพิมพ์ซ้ำ เว้นแต่จะได้รับอนุญาตจากมหาวิทยาลัยเป็น  
ลายลักษณ์อักษร

6.3 ความรับผิดชอบ เนื้อหาต้นฉบับที่ปรากฏในวารสารวิจัยและพัฒนา วไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์  
เป็นความรับผิดชอบของผู้นิพนธ์บทความหรือผู้เขียนเอง ทั้งนี้ไม่รวมความผิดพลาดอันเกิดจากเทคนิคการพิมพ์



2.54 ซม.

**ชื่อเรื่องภาษาอังกฤษ** (ตัวหนาขนาด 14 point จัดกึ่งกลาง)  
(เว้น 14 point)

**ชื่อผู้นิพนธ์ภาษาอังกฤษ<sup>1</sup>//ชื่อผู้นิพนธ์ภาษาอังกฤษ<sup>2</sup>//ชื่อผู้นิพนธ์ภาษาอังกฤษ<sup>3</sup>//** (ตัวหนาขนาด 12 point จัดกึ่งกลาง)  
(เว้น 14 point)

**Abstract** (ตัวหนาขนาด 14 point ชิดซ้าย)

Abstract must be written in Thai and English, within a maximum of 350 words for each language

ย่อหน้า 1.25 ซม. หรือประมาณ 7 ตัวอักษร

..... (ตัวปกติขนาด 14 point จัดกระจาย)  
(เว้น 14 point)

**Keyword:** ....., ....., ....., ....., ..... (ตัวปกติขนาด 14 point จัดชิดซ้าย)  
(เว้น 14 point)

---

<sup>1</sup>Position, Office address, Email address: author 1  
<sup>2</sup>Position, Office address, Email address: author 2  
<sup>3</sup>Position, Office address, Email address: author 3  
\*Corresponding author, e-mail:

2 ซม.

2 ซม.

2 ซม.

2.54 ซม.

**บทนำ (ตัวหนาขนาด 14 point จัดชิดซ้าย)**

เป็นส่วนของเนื้อหาที่บอกความเป็นมา และเหตุผลนำไปสู่การศึกษาวิจัย .....

(ตัวปกติขนาด 14 point จัดกระจ่าย)

(เว้น 14 point)

**วัตถุประสงค์ของการวิจัย (ตัวหนาขนาด 14 point จัดชิดซ้าย)**

ให้ชี้แจงถึงจุดมุ่งหมายของการวิจัย.....

(ตัวปกติขนาด 14 point จัดกระจ่าย)

(เว้น 14 point)

**วิธีดำเนินการวิจัย (ตัวหนาขนาด 14 point จัดชิดซ้าย)**

ควรอธิบายวิธีดำเนินการวิจัย โดยกล่าวถึงวิธีการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง ที่มาของกลุ่มตัวอย่าง แหล่งที่มาของข้อมูล การเก็บและรวบรวมข้อมูล การใช้เครื่องมือ สถิติที่ใช้ในการวิจัยและการวิเคราะห์ข้อมูล .....

(ตัวปกติขนาด 14 point จัดกระจ่าย)

(เว้น 14 point)

**ผลการวิจัยและอภิปรายผล (ตัวหนาขนาด 14 point จัดชิดซ้าย)**

เป็นการเสนอสิ่งที่ได้จากการวิจัยเป็นลำดับอาจแสดงด้วยตารางกราฟ แผนภาพประกอบการอธิบาย ทั้งนี้ถ้าแสดงด้วยตาราง ควรเป็นตารางแบบไม่มีเส้นขอบตารางด้านซ้ายและขวา หัวตารางแบบธรรมดาไม่มีสี ตารางควรมีเฉพาะที่จำเป็นไม่ควรเกิน 5 ตาราง สำหรับรูปภาพประกอบควรเป็นรูปภาพขาว-ดำ ที่ชัดเจนและมีคำบรรยายใต้รูป กรณีที่จำเป็นอาจใช้ภาพสีได้.....

(ตัวปกติขนาด 14 point จัดกระจ่าย)

(เว้น 14 point)

2 ซม.

**สรุป (ตัวหนาขนาด 14 point จัดชิดซ้าย)**

เป็นการสรุปผลที่ได้จากการวิจัยว่าเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่เพียงใด และควรอ้างทฤษฎีหรือเปรียบเทียบการทดลองของผู้อื่นที่เกี่ยวข้องประกอบเพื่อให้ผู้อ่านเห็นด้วยตามหลักการหรือคัดค้านทฤษฎีที่มีอยู่เดิม รวมทั้งแสดงให้เห็นถึงการนำผลไปใช้ประโยชน์ .....

(ตัวปกติขนาด 14 point จัดกระจ่าย)

(เว้น 14 point)

2 ซม.

**ข้อเสนอแนะ (ตัวหนาขนาด 14 point จัดชิดซ้าย)**

ควรมี 2 ส่วน คือ ข้อเสนอเกี่ยวกับงานวิจัย และข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป .....

(ตัวปกติขนาด 14 point จัดกระจ่าย)

(เว้น 14 point)

**กิตติกรรมประกาศ(ถ้ามี) (ตัวหนาขนาด 14 point จัดชิดซ้าย)**

ข้อความแสดงความขอบคุณผู้มีส่วนสนับสนุน ช่วยเหลือ และให้ความร่วมมือในการทำงานวิจัย รวมถึงแหล่งทุนสนับสนุนต่างๆ .....

(ตัวปกติขนาด 14 point จัดกระจ่าย)

(เว้น 14 point)

**เอกสารอ้างอิง (ตัวหนาขนาด 14 point จัดชิดซ้าย)**

การเขียนเอกสารอ้างอิงและการอ้างอิง ใช้ระบบ APA (American Psychological Association) เท่านั้น ให้เรียงลำดับชื่อผู้แต่งหรือผู้รายงานตามลำดับอักษรเริ่มด้วยเอกสารภาษาไทยก่อน แล้วต่อด้วยเอกสารภาษาต่างประเทศ.....

(ตัวปกติขนาด 14 point จัดกระจ่าย)

2 ซม.

[ชื่อเรื่องบทความวิจัยภาษาไทย (TH SarabunPSK, 14 point, ตัวหนา, จัดกึ่งกลาง)]

[ชื่อผู้นิพนธ์บทความวิจัย]<sup>1</sup> [ชื่อผู้นิพนธ์บทความวิจัย]<sup>2</sup> [ชื่อผู้นิพนธ์บทความวิจัย]<sup>3</sup>

### บทคัดย่อ

บทคัดย่อ ควรจะสรุปเนื้อหาทั้งหมดของบทความวิจัย โดยใช้สำนวนให้กระชับ ชัดเจนที่สุด มีความยาวไม่เกิน 15 บรรทัด หรือ 350 คำ รูปแบบตัวอักษร TH SarabunPSK ตัวปกติ ขนาด 14 point จัดกระจายแบบไทย “ชื่อเรื่อง” มีทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ มีความยาวไม่เกินภาษาละ 2 บรรทัด และให้อธิบายสาระสำคัญของเรื่องได้ดี รูปแบบตัวอักษร TH SarabunPSK ตัวหนา ขนาด 14 point จัดกึ่งกลางหน้ากระดาษ “ชื่อผู้นิพนธ์บทความวิจัย” มีทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ใช้ชื่อเต็มไม่ต้องระบุค่านำหน้าชื่อ ใส่เครื่องหมายเชิงอรรถเป็นตัวเลขยกไว้ท้ายนามสกุลพร้อมใส่เครื่องหมายดอกจัน (\*) แสดงถึงความสำคัญของการเป็นผู้นิพนธ์หลัก หากมีผู้นิพนธ์บทความมากกว่าหนึ่งท่านให้ใส่เครื่องหมายเชิงอรรถเป็นตัวเลขยกไว้ท้ายนามสกุลเรียงลำดับตามจำนวนผู้นิพนธ์พร้อมใส่เครื่องหมายดอกจัน (\*) แสดงถึงความสำคัญของการเป็นผู้นิพนธ์หลัก รูปแบบตัวอักษร TH SarabunPSK ตัวหนา ขนาด 14 Point จัดกึ่งกลางหน้ากระดาษ และใส่รายละเอียดที่อยู่ผู้นิพนธ์บทความไว้ในเชิงอรรถส่วนล่างของกระดาษ โดยระบุตำแหน่งทางวิชาการหรือตำแหน่งทางบริหาร(ถ้ามี) สถานที่ทำงาน หน่วยงานหรือสถาบัน และอีเมลแอดเดรส (E-mail Address) ของผู้นิพนธ์บทความทุกคน เช่น <sup>1</sup> นักศึกษาระดับ ... สาขา... คณะ... มหาวิทยาลัย... อีเมล: .... หรือ อาจารย์... สาขา... คณะ... มหาวิทยาลัย... อีเมล: ..... หรือ ตำแหน่ง... บริษัท... ที่อยู่... อีเมล: ... \* ผู้นิพนธ์หลัก อีเมล: .....รูปแบบตัวอักษร TH SarabunPSK ตัวเอียง ขนาด 12 Point จัดชิดซ้ายหน้ากระดาษ.....

**คำสำคัญ:** คำสำคัญ คำสำคัญ คำสำคัญ

<sup>1</sup> หลักสูตรครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารการศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ อีเมล: .....

<sup>2</sup> ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ อีเมล: .....

<sup>3</sup> บริษัท ธุรกิจการพิมพ์ จำกัด อีเมล: .....

\* ผู้นิพนธ์หลัก อีเมล: .....



**บทนำ**

[บทนำ เป็นส่วนของความสำคัญและมูลเหตุที่นำไปสู่การวิจัย].....  
 ..... (TH SarabunPSK, 14 point, ตัวปกติ, จัดกระจายแบบไทย)

**วัตถุประสงค์ของการวิจัย**

[วัตถุประสงค์ของการวิจัย เป็นส่วนของเนื้อหาที่บอกความเป็นมา และเหตุผลนำไปสู่การ  
 ศึกษาวิจัย]..... (TH SarabunPSK, 14 point, ตัวปกติ, จัดกระจายแบบ  
 ไทย)

**วิธีดำเนินการวิจัย**

[วิธีดำเนินการวิจัย ควรอธิบายวิธีดำเนินการวิจัย โดยกล่าวถึงวิธีการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง ที่มาของกลุ่ม  
 ตัวอย่าง แหล่งที่มาของข้อมูล การเก็บและรวบรวมข้อมูล การใช้เครื่องมือ สถิติที่ใช้ในการวิจัยและการวิเคราะห์  
 ข้อมูล]..... (TH SarabunPSK, 14 point, ตัวปกติ, จัดกระจายแบบไทย)

**ผลการวิจัยและอภิปรายผล**

[ผลการวิจัยและอภิปรายผล ควรเสนอผลที่ชัดเจน ตรงประเด็น เป็นการเสนอสิ่งที่ได้จากการวิจัยเป็น  
 ลำดับอาจแสดงด้วยตารางกราฟ แผนภาพประกอบการอธิบาย] ทั้งนี้ถ้าแสดงด้วยตาราง ควรเป็นตารางแบบไม่มี  
 เส้นขอบตารางด้านซ้ายและด้านขวา หัวตารางแบบธรรมดาไม่มีสี ตารางควรมีเฉพาะที่จำเป็นไม่ควรเกิน 5  
 ตาราง และมีคำอธิบายตาราง เช่น

**ตารางที่ 1** รูปแบบ ขนาดและลักษณะของตัวอักษร

ส่วนประกอบ	ขนาดอักษร	ลักษณะอักษร
ชื่อบทความ (ภาษาไทยและภาษาอังกฤษ)	TH SarabunPSK, 14	หนา
ชื่อผู้เขียน (ภาษาไทยและภาษาอังกฤษ)	TH SarabunPSK, 14	หนา
สถานที่ติดต่อ(ระบุในเชิงบรรณ)	TH SarabunPSK, 12	เอียง, ปกติ
บทคัดย่อ / Abstract	TH SarabunPSK, 14	ปกติ
คำสำคัญ / Keywords	TH SarabunPSK, 14	ปกติ
หัวข้อหลัก	TH SarabunPSK, 14	หนา
หัวข้อรอง	TH SarabunPSK, 14	ปกติ

เนื้อความทั่วไป	TH SarabunPSK, 14	ปกติ
-----------------	-------------------	------

**ตารางที่ 1** รูปแบบ ขนาดและลักษณะของตัวอักษร (ต่อ)

ส่วนประกอบ	ขนาดอักษร	ลักษณะอักษร
ตารางและภาพ	TH SarabunPSK, 14	ปกติ
กิตติกรรมประกาศ	TH SarabunPSK, 14	ปกติ
เอกสารอ้างอิง	TH SarabunPSK, 14	ปกติ

สำหรับรูปภาพประกอบควรเป็นรูปภาพขาว-ดำ ที่ชัดเจน มีขนาดของรูปภาพที่เหมาะสมและมีคำบรรยายใต้รูปภาพ



**ภาพที่ 1** ตัวอย่างการจัดรูปภาพ (TH SarabunPSK, 14 point, ตัวปกติ, จัดกระจายแบบไทย)

**สรุป**

เป็นการสรุปผลที่ได้จากการวิจัยว่าเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่เพียงใด และควรอ้างทฤษฎีหรือเปรียบเทียบการทดลองของผู้อื่นที่เกี่ยวข้องประกอบเพื่อให้ผู้อ่านเห็นด้วยตามหลักการหรือคัดค้านทฤษฎีที่มีอยู่เดิม รวมทั้งแสดงให้เห็น.....  
 .....(TH SarabunPSK, 14 point, ตัวปกติ, จัดกระจายแบบไทย)

**ข้อเสนอแนะ**

[เนื้อหาข้อเสนอแนะ ควรมี 2 ส่วน คือ ข้อเสนอเกี่ยวกับงานวิจัย และข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป] ..... (TH SarabunPSK, 14 point, ตัวปกติ, จัดกระจายแบบไทย)

**กิตติกรรมประกาศ**

[กิตติกรรมประกาศ ให้เขียนถึงข้อความแสดงความขอบคุณผู้มีส่วนสนับสนุน ช่วยเหลือ และให้ความร่วมมือในการทำงานวิจัย รวมถึงแหล่งทุนสนับสนุนต่างๆ] .....

.....(TH SarabunPSK, 14 point, ตัวปกติ, จัดกระจายแบบ  
ไทย)

### เอกสารอ้างอิง

[การเขียนเอกสารอ้างอิงและการอ้างอิง ให้ใช้ระบบ APA (American Psychological Association) เท่านั้น ให้เรียงลำดับชื่อผู้แต่งหรือผู้รายงานตามลำดับอักษรเริ่มด้วยเอกสารภาษาไทยก่อน แล้วต่อกับเอกสารภาษาต่างประเทศ]..... (TH SarabunPSK, 14 point, ตัวปกติ, จัดกระจายแบบไทย)

ตัวอย่าง เอกสารอ้างอิง ให้ดูที่ไฟล์ “ระเบียบการตีพิมพ์บทความวิจัย”



## Introduction

[บทนำ เป็นส่วนของความสำคัญและมูลเหตุที่นำไปสู่การวิจัย].....  
 ..... (TH SarabunPSK, 14 point, ตัวปกติ, จัดกระจายแบบไทย)

## Objectives

[วัตถุประสงค์ของการวิจัย เป็นส่วนของเนื้อหาที่บอกความเป็นมา และเหตุผลนำไปสู่การ  
 ศึกษาวิจัย]..... (TH SarabunPSK, 14 point, ตัวปกติ, จัดกระจายแบบ  
 ไทย)

## Materials and methods

[วิธีดำเนินการวิจัย ควรอธิบายวิธีดำเนินการวิจัย โดยกล่าวถึงวิธีการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง ที่มาของกลุ่ม  
 ตัวอย่าง แหล่งที่มาของข้อมูล การเก็บและรวบรวมข้อมูล การใช้เครื่องมือ สถิติที่ใช้ในการวิจัยและการวิเคราะห์  
 ข้อมูล]..... (TH SarabunPSK, 14 point, ตัวปกติ, จัดกระจายแบบไทย)

## Results and discussion

[ผลการวิจัยและอภิปรายผล ควรเสนอผลที่ชัดเจน ตรงประเด็น เป็นการเสนอสิ่งที่ได้จากการวิจัยเป็น  
 ลำดับอาจแสดงด้วยตารางกราฟ แผนภาพประกอบการอธิบาย] ทั้งนี้ถ้าแสดงด้วยตาราง ควรเป็นตารางแบบไม่มี  
 เส้นขอบตารางด้านซ้ายและด้านขวา หัวตารางแบบธรรมดาไม่มีสี ตารางควรมีเฉพาะที่จำเป็นไม่ควรเกิน 5  
 ตาราง และมีคำอธิบายตาราง เช่น

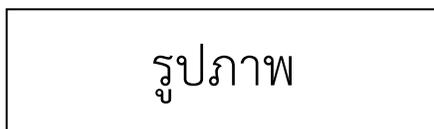
**Table 1** รูปแบบ ขนาดและลักษณะของตัวอักษร

ส่วนประกอบ	ขนาดอักษร	ลักษณะอักษร
ชื่อบทความ (ภาษาไทยและภาษาอังกฤษ)	TH SarabunPSK, 14	หนา
ชื่อผู้เขียน (ภาษาไทยและภาษาอังกฤษ)	TH SarabunPSK, 14	หนา
สถานที่ติดต่อ(ระบุในเชิงบรรณ)	TH SarabunPSK, 12	เอียง, ปกติ
บทคัดย่อ / Abstract	TH SarabunPSK, 14	ปกติ
คำสำคัญ / Keywords	TH SarabunPSK, 14	ปกติ
หัวข้อหลัก	TH SarabunPSK, 14	หนา
หัวข้อย่อย	TH SarabunPSK, 14	ปกติ
เนื้อความทั่วไป	TH SarabunPSK, 14	ปกติ

**Table 1** รูปแบบ ขนาดและลักษณะของตัวอักษร (ต่อ)

ส่วนประกอบ	ขนาดอักษร	ลักษณะอักษร
ตารางและภาพ	TH SarabunPSK, 14	ปกติ
กิตติกรรมประกาศ	TH SarabunPSK, 14	ปกติ
เอกสารอ้างอิง	TH SarabunPSK, 14	ปกติ

สำหรับรูปภาพประกอบควรเป็นรูปภาพขาว-ดำ ที่ชัดเจน มีขนาดของรูปภาพที่เหมาะสมและมีคำบรรยายใต้รูปภาพ



**Figure 1** ตัวอย่างการจัดรูปภาพ (TH SarabunPSK, 14 point, ตัวปกติ, จัดกระจายแบบไทย)

**Conclusions**

เป็นการสรุปผลที่ได้จากการวิจัยว่าเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่เพียงใด และควรอ้างทฤษฎีหรือเปรียบเทียบการทดลองของผู้อื่นที่เกี่ยวข้องประกอบเพื่อให้ผู้อ่านเห็นด้วยตามหลักการหรือคัดค้านทฤษฎีที่มีอยู่เดิม รวมทั้งแสดงให้เห็น.....  
 .....(TH SarabunPSK, 14 point, ตัวปกติ, จัดกระจายแบบไทย)

**Recommendation**

[เนื้อหาข้อเสนอแนะ ควรมี 2 ส่วน คือ ข้อเสนอเกี่ยวกับงานวิจัย และข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป] ..... (TH SarabunPSK, 14 point, ตัวปกติ, จัดกระจายแบบไทย)

**Acknowledgements**

[กิตติกรรมประกาศ ให้เขียนถึงข้อความแสดงความขอบคุณผู้มีส่วนสนับสนุน ช่วยเหลือ และให้ความร่วมมือในการทำงานวิจัย รวมถึงแหล่งทุนสนับสนุนต่างๆ] .....  
 .....(TH SarabunPSK, 14 point, ตัวปกติ, จัดกระจายแบบไทย)

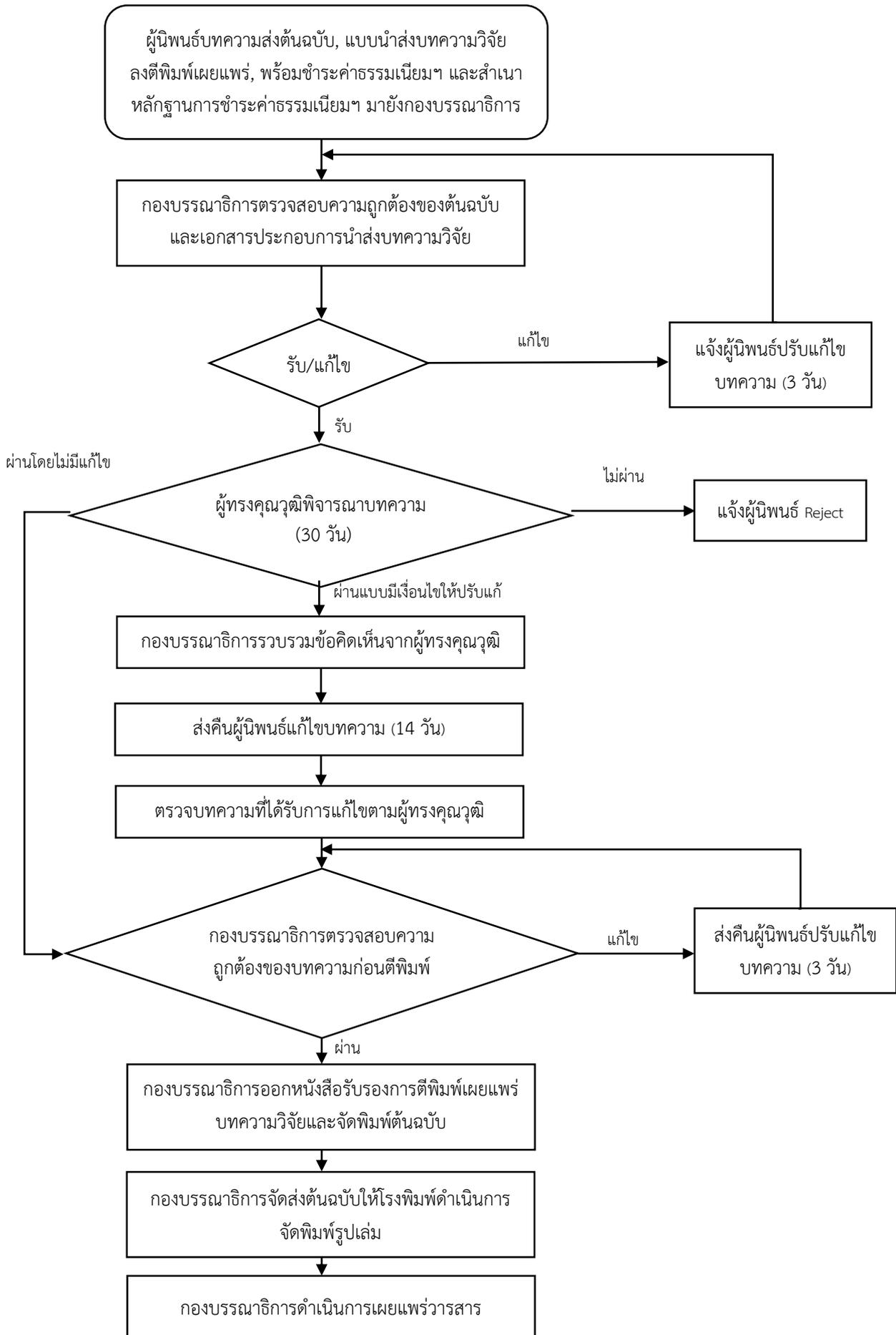
## References

[การเขียนเอกสารอ้างอิงและการอ้างอิง ให้ใช้ระบบ APA (American Psychological Association) เท่านั้น ให้เรียงลำดับชื่อผู้แต่งหรือผู้รายงานตามลำดับอักษรเริ่มด้วยเอกสารภาษาไทยก่อน แล้วต่อกับเอกสารภาษาต่างประเทศ]..... (TH SarabunPSK, 14 point, ตัวปกติ, จัดกระจายแบบไทย)

**ตัวอย่าง References ให้ดูที่ไฟล์ “ระเบียบการตีพิมพ์บทความวิจัย”**

# ขั้นตอนการตีพิมพ์บทความวิจัย

วารสารวิจัยและพัฒนา วไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี



ส่งเสริม เผยแพร่ และแลกเปลี่ยนความรู้ด้านการวิจัย  
ระหว่าง คณาจารย์ นิสิต นักศึกษา นักวิชาการ และผู้สนใจทั่วไป



สถาบันวิจัยและพัฒนา



มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์  
1 หมู่ 20 กม.48 ถนนพหลโยธิน ต.คลองหนึ่ง อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 13180  
โทรศัพท์ : 0-2909-3036 โทรสาร : 0-2909-3036  
<http://rd.vru.ac.th>