

# รายงานสืบเนื่องการประชุมวิชาการระดับชาติ

วิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ เกษตรศาสตร์ และเทคโนโลยี  
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ครั้งที่ 2



27 กรกฎาคม 2565

ณ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

## สร้างสรรค์งานวิจัยและนวัตกรรม เชิงพาณิชย์

1. สาขาวิทยาศาสตร์กายภาพ
2. สาขาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ
3. สาขาวิทยาศาสตร์สุขภาพ
4. สาขาเกษตรศาสตร์
5. สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์
6. สาขาวิศวกรรมศาสตร์
7. สาขาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
8. สาขาอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง



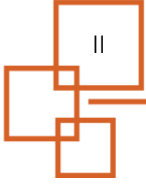
## สารจากคณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

การประชุมวิชาการระดับชาติวิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ เกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี ครั้งที่ 2 ในหัวข้อ “สร้างสรรค์งานวิจัยและนวัตกรรมเชิงพานิชย์” เป็นการสร้างความต่อเนื่องจากการประชุมครั้งที่ 1 ทั้งนี้ได้รับความร่วมมือจากสถาบันการศึกษาและหน่วยงานต่าง ๆ ที่นำบทความวิจัยที่มีคุณภาพเข้าร่วมนำเสนอทั้งในรูปแบบบรรยายและโปสเตอร์ ในโอกาสนี้กระผมขอขอบคุณเครือข่ายนักวิจัย ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินบทความวิจัย และคณะกรรมการจัดการประชุมทุกท่านที่มีส่วนร่วมทำให้การประชุมวิชาการในครั้งนี้ประสบความสำเร็จตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้เป็นอย่างดี และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าการประชุมวิชาการนี้จะช่วยขับเคลื่อนให้เกิดการสร้างสรรค์นวัตกรรมใหม่ ๆ และสามารถผลิตในเชิงพาณิชย์ต่อไป

รองศาสตราจารย์ ดร. ศิวดล กัญญาคำ

คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม



## สารจากคณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ในปี พ.ศ. 2565 นี้ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คณะวิศวกรรมศาสตร์ และคณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ได้ทำงานร่วมกันจัดการประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ วิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ เกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี ครั้งที่ 2 หรือ The 2<sup>nd</sup> National Conference on Science Engineering Agriculture and Technology Rajabhat Maha Sarakham University 2022 (SEAT -RMU 2022) โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อ 1) ส่งเสริม สนับสนุน แลกเปลี่ยนเรียนรู้ผลงานวิจัยและผลงานวิชาการ ของนักวิจัย นักวิชาการ คณาจารย์ นิสิต นักศึกษา และบุคคลทั่วไป ในสาขาวิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ เกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี และสาขาที่เกี่ยวข้อง 2) เป็นแหล่งให้บริการและเผยแพร่ความรู้ ความก้าวหน้า และวิทยาการใหม่ ๆ แก่สังคม และ 3) ก่อให้เกิดการความร่วมมือของหน่วยงานต่าง ๆ อันจะทำให้เกิดการนำผลงานวิจัยไปใช้อย่างกว้างขวางเผยแพร่องค์ความรู้ผลการวิจัยที่นำไปใช้ประโยชน์ ทั้งนี้การจัดประชุม ได้รับความอนุเคราะห์จากหน่วยงานภายนอกเป็นเจ้าภาพร่วม ได้แก่ คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี คณะวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสกลนคร และคณะนวัตกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยรังสิต

การประชุมวิชาการดำเนินการผ่านระบบอิเล็กทรอนิกส์หรือออนไลน์ โดยมีการนำเสนอแบบปากเปล่า จำนวน 42 บทความ ประเภทโปสเตอร์ จำนวน 39 บทความ เป็นอาจารย์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จำนวน 16 บทความ บุคลากรภายนอกมหาวิทยาลัย จำนวน 36 บทความ นิสิต/นักศึกษาระดับปริญญาตรี จำนวน 29 บทความ

ในนามของคณะกรรมการจัดงานประชุมวิชาการครั้งนี้ ขอกราบขอบพระคุณ ศาสตราจารย์ ดร.อรุณรัตน์ ฉวีราช วิทยากรรับเชิญ รองศาสตราจารย์ ดร.นิรุต ถึงนาค อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ขอขอบคุณเครือข่ายที่เป็นเจ้าภาพร่วม ท่านผู้ทรงคุณวุฒิประเมินบทความวิจัยภายนอกและภายในมหาวิทยาลัย ผู้เข้าร่วมการประชุมทุกท่านที่มีส่วนร่วมสร้างบรรยากาศทางวิชาการ ทำให้การประชุมวิชาการครั้งนี้ประสบความสำเร็จได้ ขอขอบคุณคณะกรรมการทุกฝ่ายจากทุกคณะ ขอขอบคุณผู้บริหารทุกท่านจากทุกคณะที่เป็นเจ้าภาพ ที่ทำให้การประชุมวิชาการในครั้งนี้เกิดขึ้นได้ต่อเนื่อง และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะมีความยั่งยืนสืบไป

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เนตรชนก จันทร์สว่าง  
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

### สารจากคณบดีคณะเทคโนโลยีการเกษตร

ในนามของคณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามยินดีต้อนรับทุกท่านที่ได้มาเข้าร่วมใน “การประชุมวิชาการระดับชาติ วิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ เกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ครั้งที่ ๒ (The 2<sup>nd</sup> National Conference on Science Engineering Agriculture and Technology Rajabhat Mahasarakham University 2022 (SEAT-RMU 2022)” ซึ่งจะจัดขึ้นในวันที่ ๒๗ กรกฎาคม ๒๕๖๕ เพื่อเป็นเวทีในการเผยแพร่ผลงานวิชาการของนิสิต นักศึกษา ครู อาจารย์ บุคลากร และนักวิชาการ ทั้งภายในและภายนอกมหาวิทยาลัยนับเป็นการสร้างความเข้มแข็งทางวิชาการร่วมกันในการขับเคลื่อนเพื่อผลิตและพัฒนาบัณฑิตรุ่นใหม่ซึ่งเป็นเวทีร่วมแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกันทางด้านวิชาการและวิชาชีพ ซึ่งจะเป็นสร้างเครือข่ายทางวิชาการให้มีความเข้มแข็งต่อไป

ท้ายนี้ขอขอบพระคุณทุกหน่วยงานที่ช่วยให้การประชุมวิชาการระดับชาติในครั้งนี้ประสบความสำเร็จด้วยดี และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าผู้เข้าร่วมการประชุมทุกท่าน จะได้รับประโยชน์ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

อาจารย์ ดร.วันतीय พลวิเศษ  
คณบดีคณะเทคโนโลยีการเกษตร  
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

**กำหนดการ**  
**การประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ**  
**วิทยาศาสตร์วิศวกรรมศาสตร์ เกษตรศาสตร์ และเทคโนโลยี ครั้งที่ 2**

ในวันพุธที่ 27 กรกฎาคม 2565  
ณ ห้องประชุมชั้น 2 อาคารปฏิบัติการกลางวิทยาศาสตร์ (อาคาร 39)  
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จังหวัดมหาสารคาม

\*\*\*\*\*

เวลา	รายการ	แพลตฟอร์ม ออนไลน์
08.30 – 09.00 น.	ลงทะเบียน เข้าร่วมงานผ่านระบบออนไลน์ เปิดระบบถ่ายทอดสด	
09.00 – 09.30 น.	พิธีเปิด กล่าวต้อนรับโดย ผู้ช่วยศาสตราจารย์พันธุ์วา แก้วมาตย์ รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ประกันคุณภาพและ บริการวิชาการ รักษาราชการแทนคณบดีคณะวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี	Zoom Meeting ID 988 3935 5485 Passcode seat2022  Facebook Live
	กล่าวรายงานโดย รองศาสตราจารย์ศิวดล กัญญาคำ คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์	คณะวิทยาศาสตร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ คณะเทคโนโลยี
	กล่าวเปิดงานโดย รองศาสตราจารย์นิรุฒ ถึงนาค อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม	การเกษตร
	พิธีมอบเกียรติบัตร “เจ้าภาพร่วมจัดการประชุม” โดย รองศาสตราจารย์นิรุฒ ถึงนาค อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏ มหาสารคาม	
09.30 – 11.00 น.	บรรยายพิเศษ โดย ศาสตราจารย์อรุณรัตน์ จวีราช หัวข้อ “สร้างสรรค์งานวิจัยและนวัตกรรมเชิงพาณิชย์”	
11.00 – 12.00 น.	ผู้นำเสนอผลงานเตรียมความพร้อม และทดสอบเข้าระบบห้องออนไลน์	เว็บไซต์การประชุมฯ <a href="http://seat.rmu.ac.th/">http://seat.rmu.ac.th/</a>
12.00 – 13.00 น.	พักรับประทานอาหารกลางวัน	
13.00 – 16.00 น.	นำเสนอผลงานภาคบรรยาย นำเสนอผลงานภาคโปสเตอร์	ลิงก์ Zoom meeting ลิงก์ Zoom meeting

## กำหนดการนำเสนอภาคบรรยาย กลุ่มเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี ห้องออนไลน์ A

Zoom Meeting ID 988 3935 5485      Passcode seat2022      Breakout Room A

ลำดับ	รหัสบทความ	ชื่อบทความ	เวลา
1	27	แนวทางการใช้ประโยชน์ที่ดินพระราชทานของเกษตรกร ตำบลบึงกาสาม อำเภอหนองเสือ จังหวัดปทุมธานี	13:00-13:15
2	29	แนวทางการพัฒนาสมาชิกกลุ่มเกษตรกรชาวสวนยาง สกย.บ้านแยง ผู้การเป็นเกษตรกรอัจฉริยะ	13:15-13:30
3	30	แนวทางการพัฒนาการผลิตหอมแดงตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีของกลุ่มแปลงใหญ่หอมแดงบ้านโคกก่อง ตำบลข้าวปุ้น อำเภอกุด้ข้าวปุ้น จังหวัดอุบลราชธานี	13:30-13:45
4	44	แนวทางการส่งเสริมการเรียนรู้การผลิตมันสำปะหลังของเกษตรกรในจังหวัดหนองคาย	13:45-14:00
5	48	การจัดการความรู้ของเครือข่ายศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร ในอำเภอสมเด็จ จังหวัดกาฬสินธุ์	14:00-14:15
6	71	การส่งเสริมการจัดการกลุ่มและการผลิตปุ๋ยอินทรีย์ของสมาชิกกลุ่มอำเภอธาตุพนม จังหวัดนครพนม	14:15-14:30
7	131	ยกระดับผลผลิตปาล์มน้ำมันโดยการจัดการสวนที่เหมาะสมระดับชุมชนตามศักยภาพพื้นที่จังหวัดนครพนม	14:30-14:45

กำหนดการนำเสนอภาคบรรยาย กลุ่มเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี  
ห้องออนไลน์ B

Zoom Meeting ID 988 3935 5485 Passcode seat2022 Breakout Room B

ลำดับ	รหัสบทความ	ชื่อบทความ	เวลา
1	36	เปรียบเทียบการเจริญเติบโตและอัตราการตายของปูม้า ( <i>Portunus pelagicus</i> ) ที่เลี้ยงในระบบจำลองบ่อดินและบ่อที่ปูด้วยโพลีเอทิลีน	13:00–13:15
2	37	ผลกระทบของระดับความเข้มข้นของสีน้ำที่เกี่ยวกับการพัฒนาการและอัตราการตายของลูกปูม้า ( <i>Portunus pelagicus</i> ) ระยะซู่เดี่ยว 1 ถึง 4	13:15–13:30
3	43	ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการยอมรับการผลิตข้าวอินทรีย์ของเกษตรกรในตำบลจิวัดอน อำเภอเมืองสกลนคร จังหวัดสกลนคร	13:30–13:45
4	53	ผลของวิธีการเก็บเกี่ยวผลผลิตด้วยเครื่องเกี่ยวนวดต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง พันธุ์เชียงใหม่ 60 ของเกษตรกรเครือข่ายผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์ จังหวัดอุดรธานี	13:45–14:00
5	60	การพัฒนาผลิตภัณฑ์ไดโนแทลไดโนดผสมลูกตาล	14:00–14:15
6	94	การพัฒนาผลิตภัณฑ์วาฟเฟิลจากแป้งกล้วยไข่	14:15–14:30
7	112	การพัฒนาต้นแบบเทคโนโลยีการผลิตแต่งโมไรเมล็ดในระบบโรงเรือนจังหวัดนครพนม	14:30–14:45
8	79	การยอมรับการใช้ผลิตภัณฑ์สารเร่งซูเปอร์ พด.7 ในการผลิตสารควบคุมแมลงศัตรูพืชของหมอดินอาสาประจำหมู่บ้านในจังหวัดนครพนม	14:45–15:00

## กำหนดการนำเสนอภาคบรรยาย กลุ่มวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ห้องออนไลน์ C

Zoom Meeting ID 988 3935 5485 Passcode seat2022 Breakout Room C

ลำดับ	รหัสบทความ	ชื่อบทความ	เวลา
1	52	ศึกษาความรู้ความเข้าใจ และความคิดเห็นของประชาชนในระบบกักตัวที่บ้าน (Home Isolation) กรณีศึกษาประชาชนในเขตพื้นที่ตำบลเชิงทะเล อำเภอถลาง จังหวัดภูเก็ต	13:00-13:15
2	63	โครงสร้างสังคมพืช การกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดิน และการเปลี่ยนแปลงลักษณะ ทางกายภาพของผิวดินบางประการ ภายหลังจากการฟื้นฟูป่าในโครงการปลูกป่าอย่างยั่งยืนของ ปตท.ในพื้นที่วังจันทร์ จังหวัดระยอง	13:15-13:30
3	87	การศึกษาเปรียบเทียบปัจจัยที่มีผลต่อความตั้งใจและพฤติกรรม การแยกขยะในกลุ่มบุคคลทั่วไป นิสิตหอพักและร้านค้าภายในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	13:30-13:45
4	98	ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับความรอบรู้ด้านสุขภาพ ความรอบรู้ด้านทันตสุขภาพและภาวะซึมเศร้าในผู้ป่วยโรคเบาหวานชนิดที่ 2 ตำบลแห่งหนึ่ง ในจังหวัดสกลนคร	13:45-14:00
5	99	ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับความรู้ การตัดสินใจเลือกปฏิบัติ เจตคติ และพฤติกรรม การป้องกันการตั้งครรภ์ ในนักเรียนหญิง ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ตำบลแห่งหนึ่ง ในจังหวัดสกลนคร	14:00-14:15
6	103	การวางนัยทั่วไปการแปลง(f, g) ของพีชคณิต BE	14:15-14:30
7	113	ความเหนียวและแนวทางการพัฒนาผลิตภัณฑ์ฝ้ายเส้นมือเสริมเส้นใยธรรมชาติ	14:30-14:45
8	122	การจัดการคลังโลหิตและการจัดสรรโลหิตเพื่อลดการขาดแคลนและสูญเสียโลหิตจากการหมอดอายุของงานธนาคารเลือด โรงพยาบาลมหาสารคามศรีเชียงใหม่	14:45-15:00
9	128	ประสิทธิภาพของแผนผังในการบำบัดและเจริญเติบโตในน้ำเสียจากกระบวนการผลิตข้าวฮางอก	15:00-15:15
10	135	ผลของโปรแกรมการบริหารสมองเพื่อป้องกันภาวะสมองเสื่อมของผู้สูงอายุในสถานสงเคราะห์คนชรา	15:15-15:30



กำหนดการนำเสนอภาคบรรยาย กลุ่มวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ศึกษา  
ห้องออนไลน์ D

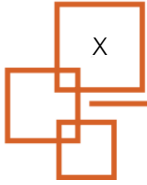
Zoom Meeting ID 988 3935 5485 Passcode seat2022 Breakout Room D

ลำดับ	รหัส บทความ	ชื่อบทความ	เวลา
1	32	การสร้างแบบทดสอบความสัมพันธ์ทางห่วงโซ่อาหารของพืชและสัตว์ (ภาษาอังกฤษ)	13:00–13:15
2	89	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ(ปวช.) ชั้นปีที่ 1 ที่เรียนด้วยชุด กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วีดิทัศน์ เรื่องนาโนเทคโนโลยี	13:15–13:30
3	92	การพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับตรวจสอบการมาเรียนของนักเรียนบน ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ กรณีศึกษาโรงเรียนประสาทรัฐประชากิจ จังหวัดราชบุรี	13:30–13:45
4	107	การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ โจทย์ปัญหา ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบที่ไฟว์ เรื่อง ปริมาณสาร สัมพันธ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	13:45–14:00
5	108	การพัฒนาชุดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง พอลิเมอร์ ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 6	14:00–14:15
6	124	แอปพลิเคชันแนะนำอุปกรณ์ช่างด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม	14:15–14:30
7	125	การพัฒนาชุดการทดลองเคมีแบบย่อส่วน สำหรับการวิเคราะห์หา ปริมาณคลอไรด์ในน้ำ	14:30–14:45
8	127	การพัฒนาชุดการทดลองเคมีแบบย่อส่วน สำหรับการวิเคราะห์หา ปริมาณกรดแอสติคในน้ำส้มสายชู	14:45–15:00
9	132	การพัฒนาชุดการทดลองเคมีแบบย่อส่วน สำหรับการวิเคราะห์หา ปริมาณกรดแอสคอร์บิกในตัวอย่าง	15:00–15:15

## กำหนดการนำเสนอภาคบรรยาย กลุ่มวิศวกรรมศาสตร์ ห้องออนไลน์ E

Zoom Meeting ID 988 3935 5485 Passcode seat2022 Breakout Room E

ลำดับ	รหัส บทความ	ชื่อบทความ	เวลา
1	42	การนำเทคโนโลยีสารสนเทศมาใช้แก้ไขปัญหาการสื่อสาร และเพิ่มประสิทธิภาพในองค์กรธุรกิจ	13:00-13:15
2	91	การลดการสูญเสียในกระบวนการตัดเม็ดไนลอน 6	13:15-13:30
3	96	การพัฒนาเชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่งจากต้นอัญชัน	13:30-13:45
4	100	เครื่องกลเติมอากาศในน้ำชนิดกังหันพลังงานเซลล์แสงอาทิตย์	13:45-14:00
5	121	การจัดตารางการผลิตเครื่องจักรแบบขนานที่ไม่เหมือนกัน ของการทอผ้าหน้าเดียวหลายชนิด	14:00-14:15
6	123	การจัดตารางการทำงานที่เหมาะสมในการตรวจสอบคุณภาพก่อนส่งมอบของผลิตภัณฑ์ชิ้นส่วนนาฬิกา	14:15-14:30
7	126	การจัดตารางการผลิตในกระบวนการปั๊มขึ้นรูปชิ้นส่วนสำหรับอุตสาหกรรมยานยนต์	14:30-14:45
8	130	การประเมินความเสี่ยงอุบัติเหตุทางถนนของทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 34 ในจังหวัดสมุทรปราการ	14:45-15:00



## กำหนดการนำเสนอภาคโปสเตอร์ ระดับบัณฑิตศึกษา อาจารย์ และบุคคลทั่วไป ห้องออนไลน์ F

Zoom Meeting ID 954 4153 0120 Passcode 625744 Breakout Room F

ลำดับ	รหัสบทความ	ชื่อบทความ	เวลา
1	28	การจัดการธุรกิจบริการเครื่องเกี่ยวนาข้าวในเขตพื้นที่ตำบลเวียงน้ำ อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม	13:00–13:05
2	46	สภาพและปัญหาการจัดซื้อจัดจ้าง ผ่านระบบจัดซื้อจัดจ้างทาง อิเล็กทรอนิกส์ (e-Government Procurement: e-GP) ของหน่วยงาน ภายใน มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม	13:05–13:10
3	50	ผลการเสริมสารถับยั้งเอนไซม์ยูรีเอส (Courit®) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการ ผลิตในโคเนื้อลูกผสม	13:10–13:15
4	54	การทดสอบประสิทธิภาพการควบคุมศัตรูคน้ำโดยชีววิธี ในระบบ โรงเรือนจังหวัดขอนแก่น	13:15–13:20
5	55	ผลของภาชนะบรรจุเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงแบบกะเพาะเปลือกต่อคุณภาพของ เมล็ดพันธุ์ ในสภาพการเก็บรักษา	13:20–13:25
6	59	การตรวจสอบวิธีวิเคราะห์ HPLC ของตัวบ่งชี้ฟลาโวนอยด์และไกลโคไซด์ ของไม้เท้ายาม่อม	13:25–13:30
7	68	สมบัติทางความร้อนและทางกายภาพของฉนวนกันความร้อนจากวัสดุ ผสมระหว่างเส้นใยตะไคร้กับน้ำยางพารา	13:30–13:35
8	70	ความรู้และความต้องการใช้กัญชาทางการแพทย์ของประชาชน บ้าน หนองบก ตำบลขามป้อม อำเภอนาโพธิ์ จังหวัดมหาสารคาม	13:35–13:40
9	73	การศึกษาความเข้มแสงจากหลอดแอลอีดีและช่วงเวลาการให้แสงต่อการ เจริญเติบโตของผักกวางตุ้งในระบบไฮโดรโปนิคส์	13:40–13:45
10	74	ผลของการออกกำลังกายด้วยสายสร้างชีวิตที่มีต่อสมรรถภาพทางกาย และการทำงานของระบบหายใจและหลอดเลือดในผู้ป่วยโรคไตเรื้อรัง ระยะที่ 3: การศึกษานำร่อง	13:45–13:50
11	80	แอปพลิเคชันสนุกคิดคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3	13:55–14:00
12	95	ผลของเครื่องกะเพาะข้าวโพดพร้อมระบบทำความสะอาดที่มีต่อคุณภาพ เมล็ดพันธุ์	14:00–14:05
13	101	การเปลี่ยนแปลงการโคจรและพารามิเตอร์สัมบูรณ์ของระบบดาวคู่อุป ราคา TY Boo	14:05-14:10

ลำดับ	รหัสบทความ	ชื่อบทความ	เวลา
14	102	แนวทางการส่งเสริมการผลิตพริกตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีของเกษตรกรในอำเภอชำสูง จังหวัดขอนแก่น	14:10-14:15
15	106	พันธุศาสตร์เซลล์ของปลา กัดป๋ายบางชนิด จากแหล่งน้ำธรรมชาติในประเทศไทย	14:15-14:20
16	134	การหาปริมาณสารไตรฮาโลมีเทนในตัวอย่างน้ำดื่มด้วยเทคนิคแก๊สโครมาโทกราฟี	14:20-14:25
17	136	ผลของสูตรดินผสมต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้ากาแฟอบาบีที่ปลูกในกระถางเพื่อใช้เป็นไม้ประดับ	14:25-14:30
18	142	การพัฒนาตัวชี้วัดสุขภาพผู้สูงอายุโดยใช้ตัวแบบตรรกศาสตร์คลุมเครือ	14:30-14:35
19	152	เครื่องผสมอาหารวัวพลังงานแสงอาทิตย์	14:35-14:40

## กำหนดการนำเสนอภาคโปสเตอร์ ระดับปริญญาตรี ห้องออนไลน์ G

Zoom Meeting ID 954 4153 0120    Passcode 625744    Breakout Room G

ลำดับ	รหัสบทความ	ชื่อบทความ	เวลา
1	65	ผลของอาหารสังเคราะห์สูตร Murashige and Skoog (1962) ตัดแปลงร่วมกับปุ๋ยไฮโดรโปนิคส์ RSU S1 ต่อการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อกล้วยา	13:00–13:05
2	66	ผลของปุ๋ยชีวภาพไมคอร์ไรซาต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้ากาแฟอราบิก้าที่ปลูกในกระถาง	13:05–13:10
3	67	ผลของการใช้ปุ๋ยหมักมูลหอนใหม่ต่อฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระและปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมของกะเพรา ( <i>Ocimum tenuiflorum</i> L.)	13:10–13:15
4	75	ผลของไมคอร์ไรซาต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมและฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของฟ้าทะลายโจร	13:15–13:20
5	76	ผลของปุ๋ยคอกต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมและฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของฟ้าทะลายโจร	13:20–13:25
6	77	ผลของน้ำหมักมูลหอนใหม่ต่อฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระและปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมของฟ้าทะลายโจร	13:25–13:30
7	104	การพัฒนาบทเรียนออนไลน์ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่องเทคโนโลยีเปลี่ยนโลก โดยใช้แอปพลิเคชัน ClassDojo สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสตรีศึกษา จังหวัดร้อยเอ็ด	13:30–13:35
8	105	การออกกำลังกายโดยใช้น้ำหนักตัวเป็นแรงต้านที่มีต่อดัชนีมวลกายและเปอร์เซ็นต์ไขมันของนักกีฬาฟุตบอลโรงเรียนเมืองเดาวิทยาคม	13:35–13:40
9	109	การกำจัดฟอสฟอรัสจากน้ำเสียโรงฆ่าสัตว์ด้วยถ้ำกระดูกหมู	13:40–13:45
10	115	ผลของน้ำตาลกลูโคสต่อผลผลิตและคุณภาพดอกกล้วยาทางการแพทย์	13:45–13:50
11	116	การคัดเลือกสายพันธุ์ระหว่างคู่ผสม RSU 01 กับ RBF4	13:50–13:55
12	138	ผลของ IBA และ NAA ต่อการเจริญเติบโตของกิ่งปักชำผักชามา ( <i>Cnidocolus chayamansa</i> McVaugh)	14:00–14:05
13	141	ฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียของลูกประคบสมุนไพรไทยเก็บจากกลุ่มวิสาหกิจจังหวัดร้อยเอ็ด	14:05-14:10
14	143	ผลของ 2,4-D ต่อการชักนำให้เกิดแคลลัสของบัวบกในสภาพปลอดเชื้อ	14:10-14:15
15	144	ผลของปุ๋ยน้ำหมักต่อการเจริญเติบโตของกล้วยา	14:15-14:20

ลำดับ	รหัส บทความ	ชื่อบทความ	เวลา
16	145	ผลของขนาดภาชนะปลูกต่อการเจริญเติบโตของผักสลัดเรดโอ๊ค	14:20-14:25
17	146	ผลของสารฟอกฆ่าเชื้อต่อการขยายพันธุ์โงฐจุฬาลัมพาในสภาพปลอดเชื้อ	14:25-14:30
18	147	ผลของ BA และ NAA ต่อการเจริญเติบโตของโงฐจุฬาลัมพาในสภาพปลอดเชื้อ	14:30-14:35
19	148	ผลของ 2,4-D ต่อการชักนำให้เกิดแคลลัสของโงฐจุฬาลัมพาในสภาพปลอดเชื้อ	14:35-14:40
20	151	ผลของ IBA และ NAA ต่อการเจริญเติบโตและการเกิดรากของกิ่งปักชำบอระเพ็ด ( <i>Tinospora crispa</i> (L.) Hook. f. & Thomson)	14:40-14:45

## สารบัญ

เรื่อง	หน้า
การจัดการธุรกิจบริการเครื่องเกี่ยวขนาดข้าวในเขตพื้นที่ตำบลเวียงน้ำอำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม ปริญญา เปรมโต, มนัญญา นันทสาร, เกศจิตต์ ขามคุลา, มหินทร โพธิวรรณ และ นฤตล สวัสดิ์ศรี	1
เปรียบเทียบการเจริญเติบโตและอัตราการตายของปูม้า (Portunus Pelagicus) ที่เลี้ยงในระบบ จำลองบ่อดินและบ่อที่ปลูกด้วยโพลีเอทิลีน รุ่งทิวา คนสันทัด, วุฒิชัย อ่อนเอียด, วาสนา อากรรรัตน์ และ อนุรักษ์ สุขดาราศา	11
ผลกระทบของระดับความเข้มข้นของสีน้ำเทียมต่อการพัฒนาการ และอัตราการตายของ ลูกปูม้า (Portunus pelagicus) ระยะซุเอี้ย 1 ถึง 4 อัศรพงษ์ มหาสินไพศาล, เอกภพ จีวาลัย, สุทธิญา พูลเกษม, เจนจิรา กรุดทอง, ทัดมาพร ชนะสงคราม, วาสนา อากรรรัตน์ และ รุ่งทิวา คนสันทัด	19
ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการยอมรับการผลิตข้าวอินทรีย์ของเกษตรกรในตำบลจิวัดอน อำเภอเมืองสกลนคร จังหวัดสกลนคร บุษดี รัตนกร, เบญจมาศ อยู่ประเสริฐ และ บำเพ็ญ เขียวหวาน	30
แนวทางการส่งเสริมการเรียนรู้การผลิตมันสำปะหลังของเกษตรกรในจังหวัดหนองคาย มัทนา วงทองคำ, เบญจมาศ อยู่ประเสริฐ และ สินีสุข คุรุเมือง แสนเสริม	44
การจัดการความรู้ของเครือข่ายศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร ในอำเภอสมเด็จ จังหวัดกาฬสินธุ์ ณัฐวุฒิ จิตจักร์, เบญจมาศ อยู่ประเสริฐ และ สินีสุข คุรุเมือง แสนเสริม	56
ผลการเสริมสารยับยั้งเอนไซม์ยูริเอส (Courit®) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตในโคเนื้อลูกผสม ปิยะรัฐ จันทร์อ่อน, ปวิศา แสนล้อม และ ศุภวิทย์ ไตรวุฒานนท์	68
ผลของวิธีการเก็บเกี่ยวผลผลิตด้วยเครื่องเกี่ยวขนาดต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง พันธุ์เชียงใหม่ 60 ของเกษตรกรเครือข่ายผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์ จังหวัดอุดรธานี วิมลรัตน์ คำขำ, สิทธิพงศ์ ศรีสว่างวงศ์ และ เอกภาพ บ้านภูมิ	78
การทดสอบประสิทธิภาพการควบคุมศัตรูค่น้ำโดยชีววิธี ในระบบโรงเรือนจังหวัดขอนแก่น ศิริลักษณ์ พุทธวงศ์, ปภัสสร สีลาภิรักษ์, รพีพร ศรีสถิตย์ และ อรัญญ์ ชันดิยวิชัย	93
ผลของภาชนะบรรจุเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงแบบกะเทาะเปลือกต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ ในสภาพ การเก็บรักษา เปรมจิตต์ ถินคำ, วิมลรัตน์ คำขำ, ศิริลักษณ์ พุทธวงศ์, กาญจนา มหาเวทย์สกุล, สิทธิพงศ์ ศรีสว่างวงศ์ และ ภาคภูมิ ถินคำ	103

## สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
ผลของการใช้ปุ๋ยหมักมูลหนอนไหมต่อฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระและปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมของกะเพรา [ <i>Ocimum tenuiflorum</i> L.] วรรณรัช เผือกราชพลี, กษิณีเดช อ่อนศรี, กัญตนา หลอดทองกลาง, เกศินี ศรีปฐมกุล, ธัญชา เกณฑ์ขุนทด, อภิเดช เอมเยี่ยม และ อรพรรณ หัสรังค์	111
การส่งเสริมการจัดการกลุ่มและการผลิตปุ๋ยอินทรีย์ของสมาชิกกลุ่มอำเภอธาตุพนม จังหวัดนครพนม นิชาภา พนาจันทร์, เบญจมาศ อยู่ประเสริฐ และ พลสรายุ สราญรัมย์	119
ผลของปุ๋ยคอกต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมและฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของ ฟ้าทะลายโจร ณัฐกิจ สีน้าเงิน, กษิณีเดช อ่อนศรี, กัญตนา หลอดทองกลาง, เกศินี ศรีปฐมกุล, ธัญชา เกณฑ์ขุนทด และ อภิเดช เอมเยี่ยม	131
ผลของน้ำหมักมูลหนอนไหมต่อฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระและปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม ของฟ้าทะลายโจร ยุทธนา แสงเพชร, กษิณีเดช อ่อนศรี, กัญตนา หลอดทองกลาง, เกศินี ศรีปฐมกุล, ธัญชา เกณฑ์ขุนทด และ อภิเดช เอมเยี่ยม	137
การยอมรับการใช้ผลิตภัณฑ์สารเร่งซูเปอร์ พด.7 ในการผลิตสารควบคุมแมลงศัตรูพืชของ หมอดินอาสาประจำหมู่บ้านในจังหวัดนครพนม กัลยารวรรณ วรษา, เบญจมาศ อยู่ประเสริฐ และ พลสรายุ สราญรัมย์	145
การพัฒนาผลิตภัณฑ์วาฟเฟิลจากแป้งกล้วยไข่ ฉัตรชัย จันทรังสิงห์ไชย, หยาดรุ้ง สุวรรณรัตน์, สุทิสภา ชัยกุล และ ถาวร ฉิมเลี้ยง	153
ผลของเครื่องกะเทาะข้าวโพดพร้อมระบบทำความสะอาดที่มีต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ กาญจนา มหาเวศย์สกุล, มงคล ตุ่นเข้า และ สิทธิพงศ์ ศรีสว่างวงศ์	162
แนวทางการส่งเสริมการผลิตพริกตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีของเกษตรกรใน อำเภอชำสูง จังหวัดขอนแก่น สุภัคชญา เครือศิริกุล, เบญจมาศ อยู่ประเสริฐ และ สินีขุ ครุฑเมือง แสนเสริม	175
การพัฒนาต้นแบบเทคโนโลยีการผลิตแตงโมไร้เมล็ดในระบบโรงเรือน จังหวัดนครพนม ปัญญาพล สิริสุวรรณมา, นิยม ไข่มุกข์, วุฒิพล จันทร์สระคู และ อรัญญา ชันดิยวิชัย	189



## สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
ผลของ IBA และ NAA ต่อการเจริญเติบโตของกิ่งปักชำผักชಾಯา ( <i>Cnidocolus chayamansa</i> McVaugh) สุทธิรักษ์ จันทุพันธ์, กษิตรีเดช อ่อนศรี, กัญตนา หลอดทองกลาง, เกศินี ศรีปฐมกุล, ธัญชยา เกณท์ขุนทด และ อภิเดช เอมเยี่ยม	198
การสร้างแบบทดสอบความสัมพันธ์ทางห่วงโซ่อาหารของพืชและสัตว์(ภาษาอังกฤษ) ด้วย Google App Script มงคล แสงสุข และ พงษ์เทพ รักผกาวงศ์	205
ศึกษาความรู้ความเข้าใจ และความคิดเห็นของประชาชนในระบบกักตัวที่บ้าน (Home Isolation) กรณีศึกษาประชาชนในเขตพื้นที่ตำบลเชิงทะเล อำเภอถลาง จังหวัดภูเก็ต สมพร รุจิจิตติอังสุธร, ชยาทิติย์ แก้วพิทักษ์, ลลิตา ภาคเมธาวี, พรรณนวิดี ขำจริง และ ศราวุธ จงจิตจร	218
โครงสร้างสังคมพืช การกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดิน และการเปลี่ยนแปลงลักษณะ ทางกายภาพของผิวดินบางประการ ภายหลังจากการฟื้นฟูป่าในโครงการปลูกป่าอย่างยั่งยืนของ ปตท.ในพื้นที่วังจันทร์ จังหวัดระยอง คนุพงษ์ งามเนตร, สคาร ที่จันทัก และ สมพร แม่ลิ้ม	227
สมบัติทางความร้อนและทางกายภาพของฉนวนกันความร้อนจากวัสดุผสมระหว่างเส้นใยตะไคร้กับน้ำยางพารา ปริญ นิลแสงรัตน์	237
ความรู้รอบรู้และความต้องการใช้กัญชาทางการแพทย์ของประชาชน บ้านหนองบก ตำบลขามป้อม อำเภอวาปีปทุม จังหวัดมหาสารคาม อรนุช วงศ์วัฒนาเสถียร และ มณฑิรา จันทวารีย์	246
การศึกษาความเข้มแสงจากหลอดแอลอีดีและช่วงเวลาการให้แสงต่อการเจริญเติบโตของผักกวางตุ้งในระบบไฮโดรโปนิกส์ พงศธร กองแก้ว	257
แอปพลิเคชันสนุกคิดคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 กาญจนา คำสมบัติ, วันวิสา เจริญยิ่ง, ทินกร คุณาสีห์ และ อนุวัต ชัยเกียรติธรรม	262
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ(ปวช.) ชั้นปีที่ 1 ที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วีดิทัศน์ เรื่องนาโนเทคโนโลยี ชลนรา หรพริ้ง, พรณรงค์ สิริปิยะสิงห์ และ ยุวดี อินสำราญ	270

## สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
การพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับตรวจสอบการมาเรียนของนักเรียนบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ กรณีศึกษาโรงเรียนประสาทรัฐประชากิจ จังหวัดราชบุรี คณิน อุดมแดงอร่าม และ แก้วใจ อภรณ์พิศาล	280
ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับความรอบรู้ด้านสุขภาพ ความรอบรู้ด้านทันตสุขภาพและภาวะซึมเศร้าในผู้ป่วยโรคเบาหวานชนิดที่ 2 ตำบลแห่งหนึ่ง ในจังหวัดสกลนคร กรกนก โพธิ์ศรี, กรรณิการ์ พิมศรี, นนัชฐา จำปาเทศ, น้ำฝน แก้วกระโทก, มนิศรา บุญสิทธิ์, ภาสกร สุวรรณไตร, ละดาพร โลสิงห์, ทิฆัมพร ประเทพา, วันวิษา ศรีพรหม และ นิตกร ภูสุวรรณ	288
ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับความรู้ การตัดสินใจเลือกปฏิบัติ เจตคติ และพฤติกรรมการป้องกัน การตั้งครรภ์ ในนักเรียนหญิง ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ตำบลแห่งหนึ่ง ในจังหวัดสกลนคร เจริญขวัญ คุชรินทร์, เครือวัลย์ ติละบาล, น้ำทิพย์ ปานพรม, ภัทรวรินทร์ ไชยคุณ, วลีรัตน์ จิตจง, สายชล ชมชัยรัตน์ และ นิตกร ภูสุวรรณ	301
การเปลี่ยนแปลงการโคจรและพารามิเตอร์สัมบูรณ์ของระบบดาวคู่อุปราคา TY Boo ปฐมพงษ์ พันธุ์พิบูลย์	313
การวางนัยทั่วไปการแปลง (f, g) ของพีชคณิต BE เอกวิทย์ ลำพวย, อัฐชัย ชญา และ จุฑาทิพย์ สุระเกียรติกุล	323
พันธุศาสตร์เซลล์ของปลากัดป่าบางชนิด จากแหล่งน้ำธรรมชาติในประเทศไทย ปริญญาศักดิ์ เจียรระแม	331
การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบที่พั่ว เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ศรีัญญา สมภักดี, พัชราภรณ์ พิมพ์จันทร์ และ ฉาณุกรณ์ ทับทิมใส	345
การพัฒนาชุดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง พอลิเมอร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ธนพัฒน์ ทับไรสง, เนตรชนก จันทร์สว่าง และ ปนัดดา แทนสุโพธิ์	357
การกำจัดฟอสฟอรัสจากน้ำเสียโรงฆ่าสัตว์ด้วยเถ้ากระดูกหมู เจนจิราภรณ์ ศรีสุวรรณ, ธนัชพร จินตะชิน, ศศิญาพร นรราชภูร์ และ วุฒิกกร สายแก้ว	372
ความเหนียวและแนวทางการพัฒนาผลิตภัณฑ์ฝ้ายเข็นมือเสริมเส้นใยธรรมชาติ เมตตา เถาว์ชาติ	381

## สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
การจัดการคลังโลหิตและการจัดสรรโลหิตเพื่อลดการขาดแคลนและสูญเสียโลหิตจาก การหมตอายุของงานธนาคารเลือด โรงพยาบาลมหาราชนครเชียงใหม่ วรินตา มาสุสุข, สาลินี อ่างเลาหะพันธุ์ และ วรฐา มินเสน	388
แอปพลิเคชันแนะนำอุปกรณ์ช่างด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม พิชชา สุขปลั่ง, ศุภกฤต พวงเกิด และ เทพนิมิต อิมทองคำ	402
การพัฒนาชุดการทดลองเคมีแบบย่อส่วน สำหรับการวิเคราะห์หาปริมาณคลอไรด์ในน้ำ เกษสุดา ทิพย์สุทธิ, รุ่งนภา มาพะเซ็นต์ และ อาวีธา ศรีสุวรรณ	411
ประสิทธิภาพของแผนผังในการบำบัดและเจริญเติบโตในน้ำเสียจากกระบวนการ ผลิตข้าวฮางอก เมตตา เก่งชูวงศ์, อังศุมา ก้านจักร, รติกร แสงห้าว, ชลธิชา บาริศรี, ชุติมา คุ่มขลิบ และ ศรัญญา อุทัยฉวางวงศ์	420
การหาปริมาณสารไตรฮาโลมีเทนในตัวอย่างน้ำดื่มด้วยเทคนิคแก๊สโครมาโทกราฟี ภิรมย์ สุวรรณสม, ปนัดดา แทนสุโพธิ์ และ วุฒิกกร สายแก้ว	431
ผลของโปรแกรมการบริหารสมองเพื่อป้องกันภาวะสมองเสื่อมของผู้สูงอายุใน สถานสงเคราะห์คนชรา ณิชนน ทิพย์ไอสถ และ ธนิตา ผาติเสนะ	438
การนำเทคโนโลยีสารสนเทศมาใช้แก้ไขปัญหาการสื่อสาร และเพิ่มประสิทธิภาพในองค์กรธุรกิจ วิศภาพ ตริสุวรรณ	451
สภาพและปัญหาการจัดซื้อจัดจ้าง ผ่านระบบจัดซื้อจัดจ้างทางอิเล็กทรอนิกส์ (e-Government Procurement : e-GP) ของหน่วยงานภายใน มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ประโชติ ประจันตะเสน	461
การลดการสูญเสียในกระบวนการตัดเม็ดในลอน 6 ศักร์ศรณ์ ลีมะทวิกุล	469
การจัดตารางการผลิตเครื่องจักรแบบขนานที่ไม่เหมือนกัน ของการทอผ้าหน้าเดียวหลายชนิด วิศรุต เขิงทอง และ เตือนใจ สมบูรณ์วิวัฒน์	477
การจัดตารางการทำงานที่เหมาะสมในการตรวจสอบคุณภาพก่อนส่งมอบของ ผลิตภัณฑ์ขึ้นส่วนนาฬิกา พัฒน์นรี ผาฉิมพลี และ เตือนใจ สมบูรณ์วิวัฒน์	487

## สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
การจัดตารางการผลิตในกระบวนการป้อนชิ้นรูปชิ้นส่วนสำหรับอุตสาหกรรมยานยนต์ ขวัญภิรมย์ เหมือนสมัย และ เตือนใจ สมบูรณ์วิวัฒน์	497
การประเมินความเสี่ยงอุบัติเหตุทางถนนของทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 34 ในจังหวัด สมุทรปราการ นิตสาร ลานทอง และ อนุเผ่า ออบแพทย์	508
เครื่องผสมอาหารวัวพลังงานแสงอาทิตย์ สุจิตรา ผาระนัด, ปกเกศ จันทะกล และ มุณี จันทะรัง	518

## การจัดการธุรกิจบริการเครื่องเกี่ยวนวดข้าวในเขตพื้นที่ตำบลแวงน่าง

### อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม

Service business management of rice combine harvester

Waengnang Sub-District, Muaung District, Maha Sarakham Province.

ปริญญา เปรมโต\*, มนัญญา นันทสาร, เกศจิตต์ ขามคุลา, มหินทร โภธิวรรณ และ นฤตล สวัสดิ์ศรี

Parinya Premto\*, Mananya Nanyasarn, Ketjit Khamkhula, Mahinthorn Phothiswan and

Naruedol Sawatsri

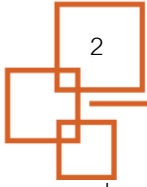
สาขาวิชาบริหารธุรกิจเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

Agribusiness Program Agricultural Technology Rajabhat Maha sarakham University

\*Corresponding author. E-mail: ohmirez@gmail.com

### บทคัดย่อ

การศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการจัดการเครื่องเกี่ยวนวดข้าวและเปรียบเทียบความเห็นของเกษตรกรที่ใช้แรงงานคนในการเกี่ยวและเกษตรกรที่ใช้เครื่องเกี่ยวนวดข้าว ปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยการสำรวจเครื่องเกี่ยวนวดข้าวในพื้นที่ ตำบลแวงน่าง อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม และเก็บรวบรวมข้อมูล โดยการสัมภาษณ์ผู้ประกอบการเครื่องเกี่ยวนวดข้าวจำนวนทั้งหมด 6 รายและสุ่มตัวอย่างเกษตรกรที่ปลูกข้าวนาปี และนาปรัง ที่ใช้แรงงานคนและใช้บริการเครื่องเกี่ยวนวดข้าวในการเกี่ยว จำนวน 60 รายโดยใช้แบบสัมภาษณ์ ผลการศึกษาพบว่า ผู้ประกอบการแต่ละรายมีจำนวนเครื่องเกี่ยวนวดข้าว 1 เครื่องโดยนิยมซื้อเครื่องเกี่ยวนวดข้าวมือสอง การติดต่อให้ไปรับจ้างเกี่ยว เกษตรกรจะติดต่อมาเองเป็นส่วนใหญ่อ้อยละ 70 โดยเสียค่าจ้างเครื่องเกี่ยวนวดข้าว นาปีไร่ละ 700 บาท และนาปรังไร่ละ 500 บาท พื้นที่ที่ไปรับจ้างเกี่ยว คือ ตำบลแวงน่าง ตำบลเขวาสินรินทร์ และตำบลดอนหว่าน ไม่มีการเดินทางไปรับจ้างเกี่ยวต่างจังหวัด เนื่องจากเครื่องเกี่ยวนวดข้าวยังมีน้อยไม่เพียงพอต่อความต้องการและค่าใช้จ่ายในการเดินทางสูง มีค่าใช้จ่ายในการรับจ้างเกี่ยวข้าวทั้งหมดเฉลี่ย 645,000 บาทต่อปี มีรายได้ 960,000 บาทต่อปี และมีรายได้สุทธิ 315,000 บาทต่อปี ในด้านการเปรียบเทียบความเห็นของเกษตรกรที่ใช้แรงงานคนและที่ใช้เครื่องเกี่ยวนวดข้าวในการเกี่ยวพบว่าความเห็นในการใช้เครื่องเกี่ยวนวดข้าว เสียค่าใช้จ่ายน้อยกว่าจ้างแรงงาน ใช้เวลาเกี่ยวเกี่ยวน้อยที่สุด สะดวกสบายลดขั้นตอนการทำงาน ลดปัญหาการขาดแคลนแรงงานได้มากใช้เวลาในการติดต่อมาเกี่ยวเกี่ยวไม่นานแต่มีข้อเสียคือ มีการสูญเสียข้าวมาก เหตุผลหลักที่เกษตรกรมีความพึงพอใจใช้แรงงานคนในการเกี่ยวคือ การสูญเสียข้าวน้อย สามารถลดการปนเปื้อนได้มาก มีความชื้นที่เหมาะสม สามารถขายผลผลิตได้ราคาสูง แต่เสียค่าใช้จ่ายมากกว่าการใช้เครื่อง



เกี่ยวนวดข้าว ใช้เวลาในการเก็บเกี่ยวนาน ติดต่อแรงงานมาเก็บเกี่ยวซ้ำ ปัญหาและอุปสรรคที่พบคือเครื่องเกี่ยวนวด  
ข้าวมีจำนวนน้อยไม่เพียงพอ

**คำสำคัญ:** เครื่องเกี่ยวนวดข้าว ต้นทุน ผลตอบแทน

### Abstract

The objectives of this study were to investigate the management of a combine harvester, compare the attitudes of farmers who employed laborers for rice harvest with those who hired the machines and survey the problems and other inconveniences that may occur. The survey was conducted in Waeng nang sub-district, Muang district Maha Sarakham province, and six owners of combine harvesters were asked to respond to the questions. Sixty rice farmers, who grew in-season rice and off-season rice, were randomly selected to respond to the interview. Some of these farmers employed laborers for rice harvest and others hired combine harvesters. The survey found that each harvester owner had only one machine. They purchased the second-hand machines instead of the brand-new machines. Most transactions (70%) between the farmers and the machine owners were on direct contact basis without the brokers, and the hiring costs were 700 Baht and 500 Baht for in-season rice and off-season rice, respectively. The machine owners preferred to work in the near areas in Waengnang sub-district, Khe-wa sub-distict, Nongpling sub-district and Donwhan subdistrict rather than to work in other provinces because the machines were not enough for farmers nearby and the transportation cost to other provinces was too high. The cost of operation for a machine was calculated as 645,000 Baht per annum, and gross income was 960,000 Baht on average. Therefore, the benefit per a machine per annum would be 315,000 Baht. For advantages and disadvantages of the machines compared to laborers, hiring a machine was much cheaper, more convenient and more rapid than laborers. The machines could reduce stages of post-harvest process and replace human labor. Moreover the waiting time for a machine was not too long. The most important disadvantage of the machines was the high loss of rice grains during post-harvest. The most important advantages of hiring laborers were low loss of rice grains during harvest, low contamination and low moisture, and the farmers could sell their rice at the premium prices. However, the cost of hiring laborers was higher than hiring a machine, took more time to complete the harvest process and took more waiting time for laborers. The most important problem was the low number of the harvesters, which were not enough for harvesting season.

**Keywords:** Combine harvester, cost, benefit

## บทนำ

ข้าวเป็นพืชเศรษฐกิจสำคัญของประเทศไทย ในปี 2557 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกข้าวแบ่งเป็นข้าวนาปีจำนวน 61,739,500 ไร่ และข้าวนาปรังจำนวน 15,187,517 ไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2557) การเพาะปลูกข้าวจำนวนมากทำให้มีความต้องการเก็บเกี่ยวข้าวจำนวนมากตามไปด้วย ในปี 2557 นั้นไทยมีพื้นที่เก็บเกี่ยวข้าวรวมทั้งนาปี และนาปรังกว่า 74 ล้านไร่ ในอดีตการเก็บเกี่ยวข้าวใช้การยืมแรงงานเกี่ยว ข้าวหรือเรียกว่า “ลงแขก” แต่ในปัจจุบันเนื่องจากแรงงานเกษตรหายากและมีค่าจ้างสูง ชาวนาจึงนิยมจ้างผู้ประกอบการที่มีรถเกี่ยววนวดข้าวเพื่อทำการเก็บเกี่ยว

ปัจจุบัน มีการอพยพแรงงานเข้าสู่ภาคอุตสาหกรรมเป็นจำนวนมากและค่าจ้างแรงงานที่มี อัตราเพิ่มสูงขึ้นเฉลี่ย 200-300 บาทต่อคนต่อวัน ทำให้เกิดปัญหาการขาดแคลนแรงงานภาคการเกษตร เครื่อง เกี่ยววนวดข้าวจึงเข้ามามีบทบาทมากขึ้นในขบวนการ เก็บเกี่ยวข้าวการเปรียบเทียบเวลาทำงานและค่าใช้จ่าย ในการเก็บเกี่ยวข้าวระหว่างรถเกี่ยววนวดข้าวและ แรงงานคน พบว่า รถเกี่ยววนวดข้าวใช้เวลาเก็บเกี่ยว 0.27 ชั่วโมงต่อไร่ เสียค่าใช้จ่าย 570 บาทต่อไร่ แรงงานคนใช้เวลาเก็บเกี่ยว 45.29 ชั่วโมงต่อไร่ เสีย ค่าใช้จ่าย 1,083 บาทต่อไร่ จะเห็นได้ว่าการใช้เครื่อง นวดข้าวในการเก็บเกี่ยวช่วยลดเวลาการทำงาน ลดค่าใช้จ่ายในการผลิต ดีกว่าใช้แรงงานคน แต่กระนั้นก็ตามเครื่องเกี่ยววนวดข้าวที่บริการในทุกวันนี้ทั่วประเทศ มีอยู่ไม่เกิน 3,000 คัน ซึ่งนับว่ามีน้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่เก็บเกี่ยวข้าวทั้งหมด จังหวัดมหาสารคามมีพื้นที่ทำการเกษตรรวม ทั้งสิ้น 4,201,425 ไร่ แบ่งเป็นพื้นที่ปลูกข้าว 2,642,614 ไร่ ปลูกข้าว โปดเลี้ยงสัตว์ 11,726 ไร่ ปลูกมันสำปะหลัง 225,660 ไร่ มีจำนวนแรงงานภาคการเกษตร 470,478 คน มีรายได้จากการทำการเกษตร 30,145 บาทต่อคนต่อปี (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2564) จังหวัดมหาสารคาม มี 13 อำเภอ ตำบลแวงน่าง ตั้งอยู่ในเขตอำเภอเมือง มีหมู่บ้านทั้งหมด 28 หมู่บ้าน มีเนื้อที่ ทั้งหมด 45,312.50 ไร่ หรือ 72.5 ตารางกิโลเมตร ประชากรส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเกษตรกรรมร้อยละ 60 อาชีพรับจ้างร้อยละ 20 อาชีพค้าขาย และรับราชการ ร้อยละ 20 (องค์การบริหารส่วนตำบลแวงน่าง, 2563) จากการสำรวจเบื้องต้นพบว่า มีเครื่องเกี่ยววนวดข้าวเพียง 6 เครื่องไปรับจ้างเก็บเกี่ยวอยู่ในตำบลแวงน่าง ตำบลเขวา ตำบลหนองปลิง ตำบลดอนหวาน และมีพื้นที่ปลูกข้าวรวม ทั้งหมด 62,141 ไร่ ซึ่งไม่เพียงพอต่อการเก็บเกี่ยว ผลผลิตข้าว จากสาเหตุดังกล่าวเบื้องต้นผู้ทำการศึกษา จึงสนใจศึกษาการจัดการธุรกิจเครื่องเกี่ยววนวดข้าว ต้นทุน ผลตอบแทน และความเห็นของเกษตรกร ระหว่างการใช้แรงงานคนและเครื่องเกี่ยววนวดข้าวใน การเก็บเกี่ยวผลผลิต

## วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการจัดการเครื่องเกี่ยววนวดข้าวของผู้ประกอบการรถเกี่ยววนวดข้าวในเขตพื้นที่ตำบลแวงน่าง อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม
2. เพื่อศึกษาความเห็นของเกษตรกรที่ใช้แรงงานคนในการเก็บเกี่ยวและเกษตรกรที่ใช้เครื่องเกี่ยววนวดข้าวในเขตพื้นที่ตำบลแวงน่าง อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม

### การทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศที่เกี่ยวข้อง

ชมพูนุช นันทจิตร (2558) ได้ทำการศึกษาเรื่องการลงทุนในธุรกิจรถเกี่ยววนวดข้าวรับจ้าง กรณีศึกษา: ผู้ประกอบการจังหวัดสุพรรณบุรี โดยการศึกษางานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาลักษณะการดำเนินงานของธุรกิจรถเกี่ยววนวดข้าวรับจ้าง ความคุ้มค่าในการลงทุนตลอดจนผลกระทบของผู้ประกอบการรับจ้างเกี่ยวข้าวจากภัยแล้ง เก็บรวบรวมข้อมูลจากการสัมภาษณ์เชิงลึกกับผู้ประกอบการรถเกี่ยววนวดข้าวในจังหวัดสุพรรณบุรีจำนวน 6 ราย การสัมภาษณ์ครอบคลุมลักษณะการดำเนินงาน ต้นทุน ผลตอบแทน และความเสี่ยงในการดำเนินธุรกิจ งานวิจัยวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการลงทุนด้วยต้นทุนและผลตอบแทนหลายช่วงเวลา โดยกำหนดระยะเวลาโครงการ 10 ปี แบ่งกรณีศึกษาจากรูปแบบภัยแล้ง เป็น 4 กรณีศึกษา ผลการศึกษาพบว่าถ้าพบภัยแล้งรุนแรงที่สุด ผู้ประกอบการจะมีระยะเวลาคืนทุนแบบคิดลด 8 ปี 7 เดือน มูลค่าปัจจุบันสุทธิ 993,915.04 บาท อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อผลตอบแทนค่าใช้จ่ายเท่ากับ 1.13 และอัตราผลตอบแทนภายในโครงการเท่ากับ 12% ซึ่งหมายความว่าการลงทุนในธุรกิจรับจ้างเกี่ยววนวดข้าวคุ้มค่ากับการลงทุน แม้ว่ามีภัยแล้งทุกปีซึ่งส่งผลกระทบต่อกิจการเกี่ยววนวดข้าวเป็นอย่างมาก การวิเคราะห์พบว่าการลงทุนในธุรกิจรถเกี่ยววนวดข้าวของผู้ประกอบการสุพรรณบุรียังคงคุ้มค่ากับการลงทุน

ปรารธนา ม่วงงาม (2555) ได้ทำการศึกษาเรื่องธุรกิจบริการรับจ้างเกี่ยวข้าวในจังหวัดสุพรรณบุรี โดยการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความต้องการใช้บริการและใช้คุณค่าของธุรกิจบริการรับจ้างเกี่ยวข้าวในจังหวัดสุพรรณบุรี จากการสำรวจใช้แบบสอบถามสัมภาษณ์เกษตรกรผู้ให้บริการเกี่ยวข้าว จำนวน 100 รายและผู้ประกอบการธุรกิจบริการรับจ้างเกี่ยวข้าว จำนวน 20 ราย ทำการวิเคราะห์เชิงพรรณนา โดยผลการศึกษา พบว่าการเลือกใช้บริการเกษตรกรให้ความสำคัญให้ความสำคัญกับการบริการเป็นกันเองมากที่สุด มีความต้องการใช้รถเกี่ยววนวดข้าวแบบรถอ้อม ราคาบริการต้องเป็นมาตรฐานติดต่อกับผู้ประกอบการธุรกิจบริการรับจ้างเกี่ยววนวดข้าวได้ง่ายและไม่ต้องรอคิวนาน ต้องการเข้าถึงส่งเสริมการตลาดของผู้ประกอบการธุรกิจบริการรับจ้าง พนักงานต้องมีความชำนาญ ให้บริการด้วยความยินดี และมีความรับผิดชอบ รวมถึงต้องการให้ผู้ประกอบการให้ความสำคัญกับทุกขั้นตอนของกระบวนการ ส่วนผู้ประกอบการธุรกิจรับจ้างเกี่ยวข้าวให้ความสำคัญกับคุณภาพกับเก็บเกี่ยวมากที่สุด การเพิ่มคุณค่าให้กับธุรกิจบริการรับจ้างเกี่ยวข้าวของผู้ประกอบการ พบว่าในการเพิ่มคุณค่ากิจกรรมหลัก ได้แก่ ปัจจุบันนำเข้าเป็นรถเกี่ยวข้าวประเภทอ้อมและมีจำนวนรถเกี่ยวข้าวเพียงพอต่อความต้องการกระบวนการผลิต ตั้งแต่การจัดลำดับคิวระบบการให้บริการและให้บริการด้วยความยืดหยุ่น การเก็บรวบรวมผลงานหลังให้บริการควรมีการสอบถามถึงผลงานหลังให้บริการเพื่อสามารถแก้ไขข้อผิดพลาดได้อย่างตรงจุดการขายและการตลาด ติดต่อกันได้ง่าย ไม่ต้องนัดนาน บริการที่เพิ่มมูลค่า ได้แก่ลดการร่วนของเมล็ดข้าว ส่วนกิจกรรมสนับสนุน ได้แก่คนขับต้องมีความชำนาญ การพัฒนาเทคโนโลยีมีการปรับเปลี่ยนรูปแบบรถเกี่ยวข้าว และมีอุปกรณ์ที่ทันสมัย การบริหารทรัพยากรบุคคลต้องมีการคัดเลือกพนักงาน อบรมมารยาท สร้างแรงจูงใจให้กับพนักงาน ทำให้พนักงานมีแรงกระตุ้นในการทำงาน และโครงสร้างพื้นฐานการวางระบบการเงิน การบัญชีที่ดีทำให้องค์กรมีความได้เปรียบและดำเนินธุรกิจได้อย่างมั่นคง ข้อเสนอแนะผู้ประกอบการธุรกิจบริการรับจ้างเกี่ยวข้าว คือ ต้องให้ความสำคัญกับคุณภาพของการเก็บเกี่ยวและบริการที่เป็นกันเองมากที่สุด ควรมีรถเกี่ยวข้าวแบบรถอ้อม ควรมีการรวมกลุ่มของผู้ประกอบการเพื่อ



ราคาที่ได้มาตรฐานและลดปัญหาการตัดราคา มีระบบการจัดลำดับคิวและมีรถเกี่ยวในเครือข่ายเพียงพอต่อความต้องการ มีการส่งเสริมการตลาดที่เข้าถึงเกษตรกรมากขึ้น ด้านพนักงานควรมีการสร้างแรงจูงใจ เพื่อสามารถสร้างความพึงพอใจให้กับเกษตรกร อย่างถูกต้องรวดเร็ว และทำให้เกษตรกรผู้ใช้บริการรถเกี่ยวข้าวเกิดความประทับใจ

### ขอบเขตการวิจัย

1. กลุ่มประชากรเขตพื้นที่บ้านเวงนาง ตำบลเวงนาง อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม
2. ระยะเวลาเก็บข้อมูล ระยะเวลาประมาณ 12 เดือน ตั้งแต่ กันยายน 2563 – กรกฎาคม 2564

### นิยามศัพท์เฉพาะ

เครื่องเกี่ยวนวดข้าว หมายถึง เครื่องจักรที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซลเป็นต้นกำลังขับเคลื่อนและทำงาน ซึ่งประกอบด้วยกระบวนการตัด ลำเลียง นวด คัดแยก และทำความสะอาดข้าวเปลือก โดยมีถังรองรับข้าวเปลือกที่ผ่านกระบวนการทั้งหมดแล้วหรือมีการบรรจุข้าวเปลือกลงในภาชนะบรรจุอื่น

ต้นทุน หมายถึง ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในการดำเนินการผลิตสินค้า หรือบริการ หรือถ้าพูดกันแบบภาษาชาวบ้าน ต้นทุนคือ จำนวนเงินที่ได้จ่ายไปในการซื้อ สินค้า ข้าวของ วัสดุอุปกรณ์ ต่าง ๆ นานาจิปาถะ เพื่อนำมาผลิตหรือขายสินค้าเพื่อให้ก่อให้เกิดรายได้คือยอดขายอีกที โดยเริ่มตั้งแต่ขั้นตอนการออกแบบผลิตภัณฑ์ การผลิต การทดสอบ การจัดเก็บ และการขนส่ง

ผลตอบแทน หมายถึง ผลประโยชน์ที่นักลงทุนจะได้รับในรูปแบบต่าง ๆ จากการลงทุน เช่น ดอกเบี้ย เงินปันผล และกำไรจากส่วนต่างของราคาเมื่อขายหลักทรัพย์ หรือ Capital Gain เป็นต้น

### ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เพื่อทราบถึงการจัดการเครื่องเกี่ยวนวดข้าวของเกษตรกรในเขตพื้นที่ตำบลเวงนาง อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม
2. เพื่อทราบถึงความเห็นของเกษตรกรที่ใช้แรงงานคนในการเกี่ยวเกี่ยวและเกษตรกรที่ใช้เครื่องเกี่ยวนวดข้าวในเขตพื้นที่ตำบลเวงนาง อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม

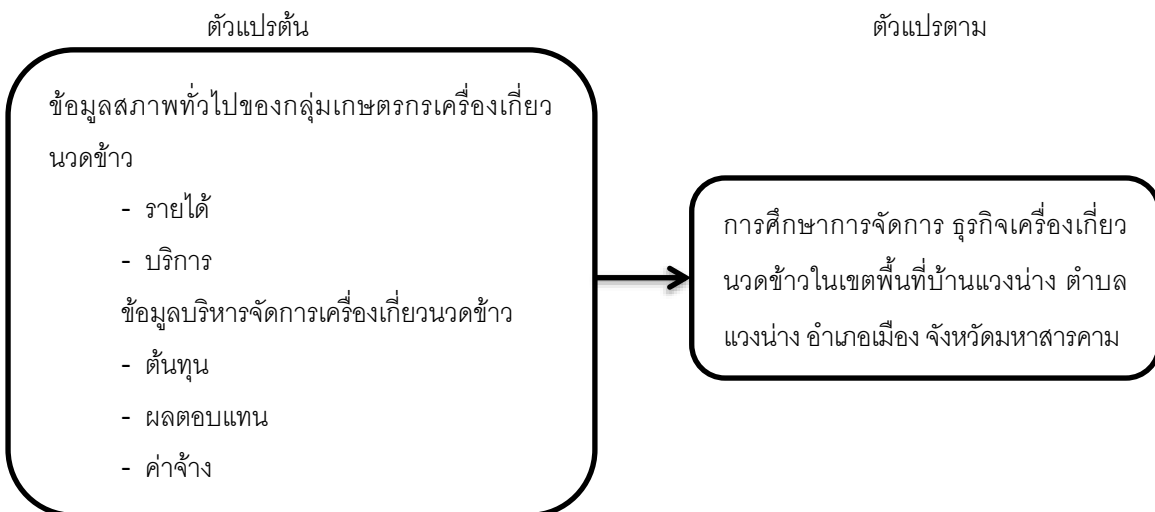
### วิธีการศึกษา

การศึกษานี้มุ่งเน้นการศึกษาการจัดการ ธุรกิจเครื่องเกี่ยวนวดข้าวในเขตพื้นที่ตำบลเวงนาง อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม โดยศึกษา ต้นทุน และผลตอบแทนของผู้ประกอบการที่มีเครื่องเกี่ยวนวดข้าวไว้รับจ้าง และเปรียบเทียบความคิดเห็นของเกษตรกร ระหว่างการใช้เครื่องเกี่ยวนวดข้าวกับการใช้แรงงานคน ในการเกี่ยวเกี่ยววิเคราะห์ปัญหา อุปสรรคที่เกี่ยวกับการใช้เครื่องเกี่ยวนวดข้าว ซึ่งรายละเอียดของการศึกษามีดังนี้ ใช้วิธีการสุ่มเลือก

ตัวอย่างแบบเจาะจง โดยเลือกผู้ที่มีเครื่องเกี่ยวขนาดข้าวไว้เพื่อรับจ้างทั้งหมดที่อยู่ใน ตำบลเวียงนาง อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม เก็บรวบรวมข้อมูลโดยการสัมภาษณ์ผู้ประกอบการเกี่ยวกับข้อมูลทั่วไป ต้นทุนผล ตอบแทน และ สุ่มตัวอย่างเกษตรกรที่ปลูกข้าวนาปีและนาปรังที่ใช้แรงงานคนและใช้บริการ เครื่องเกี่ยวขนาดข้าวในการเก็บเกี่ยว จำนวน 60 ราย ทำการสุ่มตัวอย่างจำนวนประชากรตามแหล่งที่อยู่ของเครื่องในตำบลเวียงนาง อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม โดยการใช้แบบสัมภาษณ์การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพรรณนา โดยนำข้อมูลที่ได้รวบรวมมาวิเคราะห์ คำนวณหาค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย

**กรอบแนวคิดของโครงการวิจัย**

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อการศึกษาการจัดการ ธุรกิจเครื่องเกี่ยวขนาดข้าวในเขตพื้นที่บ้านเวียงนาง อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม ดังนั้นกลุ่มประชากรคือ เกษตรกรเขตพื้นที่บ้านเวียงนาง อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม จากการศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยดังกล่าว สามารถประยุกต์เป็นกรอบแนวคิด ได้ดังต่อไปนี้



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดของวิจัย

**ผลการศึกษาและวิจารณ์**

ผลการศึกษาพบว่าผู้ประกอบการเครื่องเกี่ยว ขนาดข้าวเป็นเพศชายทุกราย อายุระหว่าง 49.5 ปี จบการศึกษามัธยมศึกษาตอนต้น ร้อยละ 70 มัธยมศึกษาตอนปลาย ร้อยละ30 มีแรงงานในครัวเรือนที่ช่วยกิจการ จำนวน 1-2 คน อาชีพหลักทำนา อาชีพรองประกอบธุรกิจบริการเครื่องเกี่ยวขนาดข้าว รายได้หลัก 300,000 บาทต่อปี รายได้จากอาชีพรอง 960,000 บาทต่อปี ด้านการจัดการ สำหรับการติดต่อให้ไปรับจ้างเก็บเกี่ยว เกษตรกรจะติดต่อผู้ประการเองหรือร้อยละ 70 ผ่าน นายหน้า ร้อยละ 20 ผู้ประกอบการติดต่อเกษตรกรเอง ร้อยละ 10 โดยติดต่อผ่านนายหน้าจะเสียเงินค่านายหน้า 40 บาทต่อไร่ พื้นที่ที่ไปรับจ้างเก็บเกี่ยว คือ ตำบลเวียงนาง ตำบลเขวา ตำบลหนองปลิง ตำบลดอนหวาน ราคาที่ไป รับจ้างเก็บเกี่ยว ข้าวนาปี 700 บาทต่อไร่ ข้าวนาปรัง 500 บาทต่อไร่ สาเหตุที่ราคา

การเก็บเกี่ยวข้าวนาปีสูง กว่าเนื่องจากมีลำต้นสูงเก็บเกี่ยวได้ยากกว่าข้าวนาปรัง ไม่มีการเดินทางไปรับจ้างเก็บเกี่ยวต่างจังหวัด เนื่องจากเครื่องเกี่ยวขนาดข้าวยังมีน้อยไม่เพียงพอต่อความต้องการและค่าใช้จ่ายในการเดินทางสูง ผู้ประกอบการซื้อรถเกี่ยวขนาดข้าวมือสองคันละ 950,000 บาท และซื้อรถบรรทุกขนส่งคันละ 300,000 บาท มีค่าใช้จ่ายที่เป็นเงินสดรวม 645,000 บาทต่อปี ได้แก่ ค่าน้ำมันรถเกี่ยว ขนาดข้าวร้อยละ 37.21 ค่าซ่อมบำรุงรถเกี่ยวขนาดข้าวร้อยละ 16.28 ค่าน้ำมันรถบรรทุกร้อยละ 7.90 ค่าซ่อมบำรุงรถบรรทุกร้อยละ 4.65 ค่าคนขับรถเครื่องเกี่ยวขนาดข้าวร้อยละ 15.50 ค่าแรงงานประจำรถร้อยละ 10 ค่านายหน้าร้อยละ 3.03 และค่าใช้จ่ายอื่น ๆ ร้อยละ 5.43 มีรายได้ทั้งหมด 965,000 บาทต่อปี และมีรายได้สุทธิ 315,500 บาทต่อปี ความเห็นของเกษตรกรที่ใช้เครื่องเกี่ยวขนาดข้าวและเกษตรกรที่ใช้แรงงานคน เกษตรกรเพศชายที่ใช้เครื่องเกี่ยวขนาดข้าวและใช้แรงงานคนมีส่วนร่วมเท่ากันคือร้อยละ 70 เกษตรกรที่ใช้เครื่องเกี่ยวขนาดข้าวอายุเฉลี่ย 49.5 ปี เกษตรกรที่ใช้แรงงานคนในการเก็บเกี่ยวอายุเฉลี่ย 48.9 ปี เกษตรกรที่ใช้เครื่องเกี่ยวขนาดข้าวและใช้แรงงานคนในการเก็บเกี่ยว ส่วนใหญ่จบการศึกษาระดับประถมศึกษา เกษตรกรที่ใช้เครื่องเกี่ยวขนาดข้าวมีจำนวนแรงงานในครัวเรือนที่ทำเกษตรเฉลี่ย 2.6 คน ซึ่งน้อยกว่าเกษตรกรที่ใช้แรงงานคนในการเก็บเกี่ยวที่มีจำนวนแรงงานในครัวเรือนเฉลี่ย 2.9 คน เกษตรกรที่ใช้เครื่องเกี่ยวขนาดข้าวประกอบอาชีพหลัก คือ ทำนาร้อยละ 66.7 และใช้แรงงานคนในการเก็บเกี่ยวร้อยละ 83.3 เกษตรกรที่ใช้เครื่องเกี่ยวขนาดข้าวมีรายได้เฉลี่ย 111,698 บาทต่อปี ซึ่งสูงกว่าเกษตรกรที่ใช้แรงงานคนในการเก็บเกี่ยวที่มีรายได้เฉลี่ย 82,819.20 บาทต่อปี เกษตรกรที่ใช้เครื่องเกี่ยวขนาดข้าวมีพื้นที่ปลูกข้าวทั้งนาปีและนาปรังเฉลี่ย มากกว่าเกษตรกรที่ใช้แรงงานคนในการเก็บเกี่ยวคือมีพื้นที่เท่ากับ 11.9 ไร่ และ 8.9 ไร่ ตามลำดับ เกษตรกรที่ใช้เครื่องเกี่ยวขนาดข้าวได้ผลผลิตข้าวนาปีเฉลี่ย 650 กิโลกรัมต่อไร่ ผลผลิตข้าวนาปรังได้เฉลี่ย 550 กิโลกรัมต่อไร่ ในขณะที่เกษตรกรที่ใช้แรงงานคนในการเก็บเกี่ยวได้ผลผลิตข้าวนาปีเฉลี่ย 700 กิโลกรัมต่อไร่ ผลผลิตข้าวนาปรังได้ เฉลี่ย 600 กิโลกรัมต่อไร่ เกษตรกรที่ใช้แรงงานคน เสียค่าจ้างแรงงานคนในการเก็บเกี่ยวเฉลี่ย 315 บาทต่อคนต่อวัน จำนวนแรงงานจ้างเก็บเกี่ยวต่อครั้งเฉลี่ย 10.37 คน นอกจากนั้นผู้จ้างแรงงานยังจ่ายค่าอาหารและค่าเครื่องดื่มเพิ่มเติมด้วย เกษตรกรที่ใช้แรงงานคนในการเก็บเกี่ยวมีความเห็นว่ามีภาระสูญเสียชีวิตน้อยที่สุด (ร้อยละ 73.3) ส่วนเกษตรกรที่ใช้เครื่องเกี่ยวขนาดข้าวเห็นว่ามีภาระสูญเสียชีวิตมาก (ร้อยละ 46.7) เกษตรกรที่ใช้แรงงานคนในการเก็บเกี่ยวเห็นว่าเสียค่าใช้จ่ายสูงมาก (ร้อยละ 80.0) ในขณะที่เกษตรกรที่ใช้เครื่องเกี่ยวขนาดข้าวเห็นว่า เสียค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด (ร้อยละ 66.7) เกษตรกรที่ใช้แรงงานคนในการเก็บเกี่ยวเห็นว่าใช้เวลาในการเก็บเกี่ยวมาก (ร้อยละ 53.3) ส่วนเกษตรกรที่ใช้เครื่องเกี่ยวขนาดข้าวเห็นว่าใช้เวลาในการเก็บเกี่ยวที่น้อยที่สุด (ร้อยละ 46.7) เกษตรกรที่ใช้แรงงานคนในการเก็บเกี่ยวมีความเห็นว่าจะสามารถลดการปนเปื้อนได้มาก (ร้อยละ 50.0) ในขณะที่เกษตรกรที่ใช้เครื่องเกี่ยวขนาดข้าวเห็นว่า มีปนเปื้อนปานกลาง (ร้อยละ 60.0) เกษตรกรที่ใช้แรงงานคนในการเก็บเกี่ยวเห็นว่าความชื้นที่ได้เหมาะสม (ร้อยละ 80.0) ขณะที่เกษตรกรที่ใช้เครื่องเกี่ยวขนาดข้าวเห็นว่ามีคุณภาพสูง (ร้อยละ 60.0) เกษตรกรที่ใช้แรงงานคนในการเก็บเกี่ยวเห็นว่าสามารถขายผลผลิตได้สูง (ร้อยละ 60.0) ส่วนเกษตรกรที่ใช้เครื่องเกี่ยวขนาดข้าวเห็นว่า การใช้เครื่องเกี่ยวขนาดข้าวมีผลกระทบต่อรายได้อยู่ในระดับปานกลาง (ร้อยละ 63.3) เกษตรกรที่ใช้แรงงานคนในการเก็บเกี่ยวเห็นว่าระยะเวลาในการติดต่อแรงงานมาเก็บเกี่ยวช้ากว่าเกษตรกรที่ใช้เครื่องเกี่ยวขนาดข้าว เกษตรกรที่ใช้แรงงานคนใน

การเก็บเกี่ยวมีความเห็นว่ามีควมยุ่งยากต้องทำหลายขั้นตอน (ร้อยละ 95.0) ขณะที่เกษตรกรที่ใช้เครื่องเกี่ยวนวดข้าว เห็นว่ามีความสะดวกสบาย ลดขั้นตอนการทำงานได้มากที่สุด (ร้อยละ 63.3) และสามารถลดปัญหาการขาดแคลนแรงงานได้มากที่สุด (ร้อยละ 70.0) เกษตรกรที่ใช้แรงงานคนมีความเห็นว่าจะหันมาใช้เครื่องเกี่ยวนวดข้าวในการเก็บเกี่ยวแน่นอนที่สุด (ร้อยละ 96.7) ดังตารางที่ 1 และตารางที่ 2

ตารางที่ 1 Attitudes of the rice farmers, who hired combine harvesters

Items	Mostly agree	Agree	Neutral	Disagree	Mostly Disagree
Loss		46.7	43.3	6.7	3.3
Expense			20	66.7	13.3
Harvest time				46.7	53.3
Contamination		30	60	10	
Moisture		3.3	63.3	33.4	
Revenue	3.3		63.3	33.4	
Contact time for thresher		26.7	56.7	16.6	

ตารางที่ 2 Attitudes of the rice farmers, who hired laborers

Items	Mostly agree	Agree	Neutral	Disagree	Mostly Disagree
Loss		16.7	10		73.3
Expense	6.7	80	13.3		
Harvest time		53.3	40	6.7	
Contamination	6.7	50	43.4		
Moisture	16.7	73.3	10		
Revenue		40	60		
Contact time for thresher	6.7	53.3	40		

### ข้อดีในการใช้เครื่องเกี่ยวนวดข้าวในการเก็บเกี่ยว

มีความสะดวก รวดเร็วในการเก็บเกี่ยวผลผลิตสามารถลดค่าใช้จ่ายได้มากกว่าการใช้แรงงานคนอีกทั้งมีความสะดวก สบายลดขั้นตอนการทำงานและลดการใช้แรงงานคน สามารถติดต่อเครื่องเกี่ยวนวดข้าวได้ง่าย

### ข้อเสียในการใช้เครื่องเกี่ยวนวดข้าวในการเก็บเกี่ยว

ปริมาณข้าวร่วงหล่นจากการเก็บเกี่ยว มีความชื้นสูงและหน้าดินแน่นไถปรับหน้าดินได้ยาก ผลผลิตพบสิ่งเจือปนมาก อีกทั้งคุณภาพต่ำขายได้ราคาน้อย

### ข้อดีในการใช้แรงงานคนในการเก็บเกี่ยว

ปริมาณและผลผลิตมีคุณภาพ ขายได้ราคา ผลผลิตมีความชื้นเหมาะสมสามารถสร้างงานในชุมชน ได้ผลผลิตพบสิ่งปนเปื้อนน้อยอีกทั้งสามารถสร้างปฏิสัมพันธ์ในชุมชนได้

### ข้อเสียในการใช้แรงงานคนในการเก็บเกี่ยว

มีค่าใช้จ่ายสูง ใช้เวลาในการเก็บเกี่ยวยาวนาน และมีขั้นตอนการทำงานที่มาก ปัญหาและอุปสรรค ความชื้น และการสูญเสียข้าวในการเก็บเกี่ยวด้วยเครื่องและจำนวนเครื่องเกี่ยวนวดข้าวไม่เพียงพอต่อความต้องการ ข้อเสนอแนะ ควรมีการพัฒนาเครื่องเกี่ยวนวดข้าวให้มีระบบป้องกันสูญเสียให้น้อยลง

### สรุปและข้อเสนอแนะ

การศึกษาในครั้งนี้เป็นการศึกษาเฉพาะพื้นที่ ตำบลแวงน่าง อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม ซึ่งจะเห็นว่า ต้นทุนของผู้ประกอบการจะสูงมากในการลงทุนครั้งแรกผู้รับจ้างเกี่ยวข้าวด้วยเครื่องมีต้นทุนที่เป็นเงินสดที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการรับจ้างเก็บเกี่ยวเท่ากับ 645,000 บาทต่อปี และมีรายได้ 960,000 บาทต่อปี และมีรายได้สุทธิ 315,000 บาทต่อปี แต่อย่างไรก็ตามผลตอบแทนที่ได้รับในการรับจ้างเกี่ยวนวดข้าวก็มาก พอที่จะทำให้ผู้ประกอบการสามารถดำเนินกิจการต่อไปได้ ความเห็นของเกษตรกรที่ใช้แรงงานคนและเกษตรกรที่ใช้เครื่องเกี่ยวนวดข้าวในการเก็บเกี่ยว เกษตรกรเห็นว่าการใช้เครื่องเกี่ยวนวดข้าวเสียค่าใช้จ่ายในการเก็บเกี่ยวน้อย สามารถลดขั้นตอนการทำงานได้มาก ลดปัญหาการขาดแคลนแรงงานได้มาก เกษตรกรมีการยอมรับการใช้เครื่องเกี่ยวนวดข้าวมากเนื่องจากปัจจัยที่สำคัญคือ การขาดแคลนแรงงานและปัญหาค่าจ้างแรงงานที่สูงในปัจจุบันจึงทำให้เกษตรกรหันมาใช้บริการเครื่องเกี่ยวนวดข้าว แม้จะมีปัญหาในเรื่องการสูญเสียข้าวและปัญหาความชื้นอยู่บ้างแต่ไม่มีผลกระทบมากนัก แต่หากมีการพัฒนาเครื่องเกี่ยวนวดข้าวให้มีประสิทธิภาพก็จะเป็นประโยชน์ต่อเกษตรกรมากขึ้น เกษตรกรเห็นว่า การใช้แรงงานคนในการเก็บเกี่ยวมีการสูญเสียข้าวน้อย สามารถลดการปนเปื้อนได้มากกว่าการใช้เครื่องเกี่ยวนวดข้าว ความชื้นที่ได้เหมาะสม ผลผลิตมีคุณภาพได้ผลตอบแทนที่ดี



ภาพที่ 2 รถเกี่ยวนวดข้าว



ภาพที่ 3 เครื่องเกี่ยวนวดข้าว

### กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนและคณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณคณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามที่ได้ให้  
ดำเนินการวิจัยจนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

### เอกสารอ้างอิง

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. (2553). เครื่องเกี่ยวขนาดข้าวทั่วประเทศ. <http://www.doae.go.th>

ปรารธนา ม่วงงาม. (2555). ธุรกิจบริการรับจ้างเกี่ยวข้าวในจังหวัดสุพรรณบุรี [วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต,  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์]. สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ. [https://doi.nrct.go.th/ListDoi/listDetail?Resolve\\_Doi=10.14457/KU.the.2012.389](https://doi.nrct.go.th/ListDoi/listDetail?Resolve_Doi=10.14457/KU.the.2012.389)

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2557). ข้อมูลการผลิตสินค้าเกษตร. [http://www.oae.go.th/ewt\\_news.php?nid=13577](http://www.oae.go.th/ewt_news.php?nid=13577).

โสภาส พรรณเสมา และ ส่องสกลน บุญเกิด. (2553). การศึกษาระบบการใช้เครื่องเกี่ยวขนาดข้าว. ส่วนวิจัยเศรษฐกิจ  
เทคโนโลยีและปัจจัยทางการเกษตร.

## เปรียบเทียบการเจริญเติบโตและอัตราการตายของปูม้า (*Portunus Pelagicus*) ที่เลี้ยงในระบบจำลองบ่อดินและบ่อที่ปูด้วยโพลีเอทิลีน

### Comparison of Growth and Survival Rate of Blue Swimming Crab (*Portunus Pelagicus*) Reared in Simulation Condition of Earthen Pond and Pond Lined with Polyethylene

รุ่งทิวา คนสันทัด\* วุฒิชัย อ่อนเอี่ยม วาสนา อากรรรัตน์ และ อนูรักษ์ สุขดาราศา  
Rungtiwa Konsantad\*, Vuttichai Oniam, Wasana Arkronrat and Anurak Sookdara

สถานีวิจัยประมงคลองวาฬ คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กระจับปี่ 77000

Klongwan Fisheries Resesrch Station, Faculty of Fishereies, Kasetsart University, Prachuap Khiri Khan 77000, Thailand

\*Corresponding author. E-mail: rungtiwa0014@gmail.com

#### บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบการเจริญเติบโตและอัตราการตายของปูม้า (*Portunus Pelegicus*) ที่เลี้ยงในระบบจำลองบ่อดิน (ชุดการทดลองที่ 1) และบ่อที่ปูด้วย PE (ชุดการทดลองที่ 2) ที่ระยะเวลา 120 วัน ผลการศึกษาพบว่า ปูม้ามีความกว้างกระดองเฉลี่ยเท่ากับ  $10.40 \pm 0.20$  และ  $9.90 \pm 0.26$  เซนติเมตร และมีน้ำหนักตัวเฉลี่ยเท่ากับ  $79.03 \pm 15.98$  และ  $63.13 \pm 7.00$  กรัม ตามลำดับ โดยปูม้าทั้งสองชุดการทดลองมีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (ADG) และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (SGR) ไม่แตกต่างกัน แต่ปูม้าในชุดการทดลองที่ 2 จะมีอัตราการตาย ( $51.81 \pm 3.23$  %) และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ( $2.76 \pm 0.11$ ) ดีกว่าของปูม้าในชุดการทดลองที่ 1 ( $31.46 \pm 11.54$  % และ  $3.90 \pm 0.18$  ตามลำดับ) โดยค่าคุณภาพน้ำของทั้งสองชุดการทดลองในการศึกษาครั้งนี้อยู่ในระดับที่ไม่ส่งผลกระทบต่ออัตราการเจริญเติบโต และอัตราการตายของปูม้าที่เลี้ยง การศึกษานี้แสดงให้เห็นว่า การเลี้ยงปูม้าด้วยการใช้ PE ปูพื้นบ่อจะเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการช่วยเพิ่มผลผลิตของปูม้าที่เลี้ยงได้

**คำสำคัญ:** ปูม้า, บ่อดิน, บ่อปูพีอี, การเจริญเติบโตและอัตราการตาย

### Abstract

The objectives of this study were to comparison of growth and survival rate of blue swimming crab (*Portunus pelagicus*) reared under simulated earthen pond (T1) and pond lined with polyethylene (T2) conditions at 120 days. The results showed that mean carapace width of crab were  $10.40 \pm 0.20$  and  $9.90 \pm 0.26$  cm, mean body weight of crab were  $79.03 \pm 15.98$  and  $63.13 \pm 7.00$  g, respectively. Average daily growth (ADG) and specific growth rate (SGR) of crab in both treatment were not significant difference. However, crab in T2 had survival rate ( $51.81 \pm 3.23$  %) and food conversion ratio ( $2.76 \pm 0.11$ ) better than crab in T1 ( $31.46 \pm 11.54$  % and  $3.90 \pm 0.18$ , respectively). Regarding to water quality, water parameters of both treatment did not affect any growth and survival rate of crab reared. In conclusion, this study indicated that crab reared in pond lined with PE could be an alternative option for improve crab productivity in pond.

**Keywords:** Blue swimming crab, Earthen pond, Pond lined with polyethylene, Growth and survival rate

### บทนำ

ปูม้า (*Portunus Pelegicus* Linnaeus, 1758) เป็นสัตว์ในกลุ่ม Crustacean ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทย ที่ได้รับความนิยมในการบริโภคอย่างแพร่หลาย ส่วนมากปูม้าที่จับมาบริโภคมาจากการจับจากธรรมชาติ เนื่องจากการเลี้ยงปูม้าแบบเชิงพาณิชย์ยังไม่ประสบความสำเร็จและต้นทุนค่อนข้างสูง ในทางอุตสาหกรรมมีการนำปูม้ามาแปรรูปและส่งออก โดยข้อมูลทางสถิติของการส่งออกสินค้าสัตว์น้ำของประเทศไทยปี พ.ศ. 2564 ชี้ให้เห็นว่า การส่งออกผลิตภัณฑ์ปูทั้งหมดจำนวน 1,697.2 ตัน คิดเป็นมูลค่า 753.9 ล้านบาท และมีการแปรรูปผลิตภัณฑ์เนื้อปูกระป๋องส่งออกไปยังต่างประเทศ ได้แก่ ฝรั่งเศส สหรัฐอเมริกา แคนาดา และญี่ปุ่น ปูม้าสามารถเลี้ยงในบ่อดินได้เช่นเดียวกับสัตว์น้ำชนิดอื่น ๆ เช่น ปูทะเล ปลา และกุ้ง เป็นต้น (เทพบุตร เวชกามา และ วุฒิชัย อ่อนเอี่ยม, 2553; วุฒิชัย อ่อนเอี่ยม และ คณะ, 2552; วาสนา อากรรต์ และ คณะ, 2554; สุदारัตน์ นิลราช และ คณะ, 2562) แต่ปัจจุบันยังไม่สามารถเลี้ยงปูม้าในแบบเชิงพาณิชย์ได้ เนื่องจากผลผลิตปูม้ายังต่ำอยู่ไม่คุ้มค่าต่อการลงทุน

จากรายงานที่ผ่านมาพบว่าปูม้าที่เลี้ยงในบ่อดินมีผลผลิตต่ำอันเนื่องมาจากปัจจัยหลักสองประการ ได้แก่ การกินกันเอง และการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของดินพื้นบ่อ (วุฒิชัย อ่อนเอี่ยม, 2554) โดยวิธีการลดอัตราการกินกันเองของปูม้าที่เลี้ยงมีรายงานว่า สามารถทำได้โดยการใส่วัสดุหลบซ่อนลงไปใบบ่อเลี้ยง (อัมพร บัวทิ และคณะ, 2553) แต่ที่ผ่านมายังไม่มีรายงานเรื่องการแก้ไขปัญหการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของดินพื้นบ่อที่ส่งผลกระทบต่อ การเลี้ยงปูม้า ด้วยเหตุนี้งานวิจัยนี้จึงมุ่งศึกษารูปแบบการเลี้ยงปูม้าแบบใช้พลาสติกโพลีเอททีลีน (Polyethylene) หรือ PE ใบบ่อ เพื่อลดผลกระทบของดินพื้นบ่อต่อการเลี้ยงปูม้า ซึ่งปัจจุบันการเลี้ยงสัตว์น้ำแบบใช้พลาสติกโพลีเอททีลีนใบบ่อกำลังเป็นที่นิยมโดยเฉพาะสัตว์ในกลุ่ม Crustacean เช่น กุ้งทะเล ซึ่งข้อดีของการปูพื้นบ่อด้วยโพลีเอททีลีน คือ ลดปัญหาจากดินพื้นบ่อ และยังช่วยเพิ่มผลิตต่อหน่วยพื้นที่ได้อีกด้วย (พจมาน เชนเดช และคณะ, 2549) ด้วยเหตุนี้เพื่องานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เปรียบเทียบการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตาย รวมไปถึง



การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของน้ำระหว่างการเลี้ยงปูม้าในบ่อดินและในบ่อที่ปูพื้นด้วย PE ซึ่งองค์ความรู้ที่ได้จากงานวิจัยเรื่องนี้จะเป็ประโยชน์ต่อการพัฒนารูปแบบการเลี้ยงปูม้าสู่การเลี้ยงเชิงพาณิชย์ต่อไป

### วิธีดำเนินการวิจัย

1. การวางแผนการทดลอง โดยแบ่งออกเป็น 2 ชุดการทดลอง (Treatment) ดังนี้ ชุดการทดลองที่ 1 เลี้ยงปูม้าในระบบจำลองบ่อดิน และชุดการทดลองที่ 2 เลี้ยงปูม้าในระบบจำลองบ่อที่ปูด้วย PE (ความหนา 0.5 มิลลิเมตร) ชุดการทดลองละ 3 ซ้ำ (Replication)

2. การเตรียมสัตว์ทดลอง นำแม่ปูม้าไข่แก่จนออกกระดองสีเทาดำที่ได้จากการเลี้ยงในบ่อดินของสถานีวิจัยประมงคลองวาฬ มาเพาะฟักในถังพลาสติกทรงกลมขนาด 200 ลิตร ปล่อยแม่ปู 1 ตัว/ถัง ที่ปริมาตรน้ำ 150 ลิตร ความเค็ม 30 ppt เมื่อลูกปูฟักออกเป็นตัวแยกแม่ปูออก ทำการสุ่มนับลูกปูโดยใช้บีกเกอร์ขนาด 100 มิลลิเมตร สุ่มตกลงไปในถังเพาะฟัก สุ่มนับลูกปู 3 ครั้ง ต่อ 1 ถัง และหาค่าเฉลี่ย และนำค่าที่ได้มาเทียบกับปริมาตรน้ำทั้งหมดภายในถังเพาะฟัก ซึ่งจะทำให้ทราบถึงปริมาณของลูกปูในถัง (จุดชี้ขั้ว อ่อนเยิ้ม และคนะ, 2552) จากนั้นย้ายลูกปูไปอนุบาลในบ่อซีเมนต์ขนาด 3 ตัน ที่อัตราความหนาแน่นของลูกปูประมาณ 100,000 ตัวต่อปริมาตรน้ำ 1 ตัน (ภมรพรรณ ฉัตรภูมิ และ วารินทร์ ธนาสมหวัง, 2548) ความเค็ม 30 ppt (วารินทร์ ธนาสมหวัง และ คนะ, 2548) และความเป็นกรดเป็นด่าง 8.0-8.5 (วารินทร์ ธนาสมหวัง และ ธรรมบุญ วุ่นซึ่งชี้, 2549) อาหารที่ใช้ในการอนุบาลลูกปูม้าระยะ zoea I-zoea II และ zoea III-first crab ได้แก่ โรติเฟอร์ (Brachionus Rotundiformis) และอาร์ทีเมียแรกฟัก (Artemia Instar I) ตามลำดับ สำหรับอาหารที่ใช้ในการอนุบาลลูกปูม้าระยะ Crab อายุ 1 วันเป็นต้นไป จะใช้อาหารกุ้งขาวเบอร์ 2 โดยให้ในปริมาณที่ลูกปูกินจนอิ่ม และอนุบาลลูกปูจนมีอายุประมาณ 40-45 วัน หรือให้ได้ขนาดความกว้างกระดองประมาณ 1.5 เซนติเมตร จึงสุ่มลูกปูเพื่อนำไปทดลองต่อไป

3. การเตรียมบ่อทดลอง เตรียมบ่อคอนกรีตกลางแจ้งขนาด 1.5 x 2.5 x 1.0 เมตร จำนวน 6 บ่อ ใ้ดินรองพื้นบ่อสูงประมาณ 20 เซนติเมตร จำนวน 3 บ่อ สำหรับชุดการทดลองที่ 1 โดยดินที่ใช้รองพื้นบ่อจะนำมาจากคันบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งของสถานีวิจัยประมงคลองวาฬ ส่วนชุดการทดลองที่ 2 จะปูพื้นบ่อด้วย PE หนา 0.5 มิลลิเมตร ให้ทั่วพื้นบ่อ ใ้แผ่นพลาสติกขนาดกว้าง 20 เซนติเมตร ยาว 30 เซนติเมตร สูง 10 เซนติเมตร ทำมุม 90 องศา ลงไปในบ่อเพื่อใช้เป็นที่หลบซ่อน จำนวน 1 ที่หลบซ่อน/ตารางเมตร ภายในบ่อทดลองทั้งสองชุดการทดลองจะจัดระบบการให้อากาศที่เหมือนกัน โดยใ้หัวทรายวางกระจายไว้ภายในบ่อ บ่อละ 3 หัว (หัวบ่อ กลางบ่อ และท้ายบ่อ) เติมน้ำทะเลระดับความลึกประมาณ 80 เซนติเมตร เตรียมไว้ 1 สัปดาห์ ก่อนปล่อยสัตว์ทดลอง

### การดำเนินการทดลอง

ปล่อยลูกปูม้าขนาดความกว้างกระดองเฉลี่ย  $1.5 \pm 0.2$  เซนติเมตร น้ำหนักตัวเฉลี่ย  $0.6 \pm 0.2$  กรัม ที่อัตราความหนาแน่น 5 ตัว/ตารางเมตร เลี้ยงปูม้าในแต่ละชุดการทดลองด้วยเม็ดสำเร็จรูปสำหรับกุ้งทะเลเบอร์ 2 ในช่วง 30 วันแรกในอัตราประมาณ 10% ของน้ำหนักตัว/วัน และให้อาหารเบอร์ 4 ในช่วง 31-120 วัน ในอัตราประมาณ 5%

ของน้ำหนักตัว/วัน วันละ 2 มื้อ เวลาประมาณ 9.00 และ 16.00 น. (อาภรณ์ เทพพานิช และคณะ, 2551; Maheswarudu et al., 2008; Soundarapandian & Raja, 2008) บันทึกปริมาณอาหารที่ให้ทุกวัน ระหว่างการทดลองจะตรวจสอบอัตราการตายของปูม้าโดยการนับจำนวนปูที่เหลืออยู่ พร้อมบันทึกความกว้างกระดอง (Carapace Width, CW) โดยใช้เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ และชั่งน้ำหนักตัวปู (Body Weight, BW) ด้วยเครื่องชั่งตวงวัด 1 ตำแหน่ง ทุก 15 วัน เพื่อศึกษาการเจริญเติบโต และเพื่อปรับปริมาณอาหารที่ให้ เลี้ยงปูม้าเป็นระยะเวลา 120 วัน จึงจับผลผลิตทั้งหมดระหว่างการทดลองเปลี่ยนถ่ายน้ำประมาณ 20% และดำเนินการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำทุก 5 วัน ค่าพารามิเตอร์และเครื่องมือที่ใช้ในการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำมีดังนี้ ความเค็มของน้ำวัดด้วย Salinity Refractometer (Primatech) ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO) และอุณหภูมิของน้ำวัดด้วย DO Meter (YSI 550A) ความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำวัดด้วย pH Meter (Cyber Scan pH 11) จากนั้นเก็บตัวอย่างน้ำปริมาตร 200 มิลลิลิตร ใส่ขวดพลาสติกเพื่อนำมาวิเคราะห์หาปริมาณแอมโมเนียรวม ปริมาณไนโตรเจน และค่าความเป็นด่างภายในห้องปฏิบัติการตามวิธีมาตรฐานของ APHA, AWWA and WEF (2017) ได้แก่ Koroleff's Indophenol Blue Method, Colorimetric Method และ Titration Method ตามลำดับ สำหรับการวัดการดูดกลืนคลอรีนในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำวัดด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (i5 uv-vis Hanon Spectrophotometer)

เมื่อสิ้นสุดการทดลองของในแต่ละชุดการทดลองจะจับผลผลิตทั้งหมดเพื่อหาอัตราการรอด (Survival Rate, SV), อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (Average Daily Growth, ADG) ตามวิธีการคำนวณของ Brown (1957) ดังสมการที่ (1) และ (2) ตามลำดับ หาอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (Specific Growth Rate, SGR) และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (Food Conversion Rate, FCR) ตามวิธีของ Halver (1986) ดังสมการที่ (3) และ (4) ตามลำดับ ดังนี้

$$SV (\%) = (\text{จำนวนปูม้าที่เก็บเกี่ยวได้ทั้งหมด} / \text{จำนวนปูม้าเริ่มต้น}) \times 100 \quad (1)$$

$$ADG (\text{กรัม/วัน}) = (\text{น้ำหนักเฉลี่ยสุดท้าย} - \text{น้ำหนักเฉลี่ยเริ่มต้น}) / \text{จำนวนวันที่เลี้ยง} \quad (2)$$

$$FCR = \text{น้ำหนักอาหารที่ให้ทั้งหมด} / \text{น้ำหนักผลผลิตทั้งหมด} \quad (3)$$

$$SGR = [(\ln \text{น้ำหนักสุดท้าย} - \ln \text{น้ำหนักเริ่มต้น}) / \text{ระยะเวลาทดลอง}] \times 100 \quad (4)$$

### การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูลทั้งสองชุดการทดลองด้วยวิธี Independent Sample t-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิเคราะห์และประมวลผลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป IBM SPSS Statistics for Windows (Version 21.0; IBM Corp., Armonk, NY, USA)

### ผลการวิจัยและอภิปรายผล

การศึกษาการเลี้ยงปูม้าในระบบจำลองการเลี้ยงในบ่อดิน (ชุดการทดลองที่ 1) และบ่อ PE (ชุดการทดลองที่ 2) ที่ระยะเวลา 120 วัน พบว่า ปูม้ามีความกว้างกระดองเฉลี่ยเท่ากับ  $10.40 \pm 0.20$  และ  $9.90 \pm 0.26$  เซนติเมตร และมีน้ำหนักตัวเฉลี่ยเท่ากับ  $79.03 \pm 15.98$  และ  $63.13 \pm 7.00$  กรัม ตามลำดับ โดยปูม้าในชุดการทดลองที่ 1 มี ADG เฉลี่ย

เท่ากับ  $0.65 \pm 0.13$  กรัม/วัน SGR เฉลี่ยเท่ากับ  $4.02 \pm 0.17$  %/วัน และมี SV เฉลี่ยเท่ากับ  $31.46 \pm 11.54$  % ส่วนชุดการทดลองที่ 2 มีค่าเฉลี่ยของ ADG SGR และ SV เท่ากับ  $0.55 \pm 0.05$  กรัม/วัน  $4.08 \pm 0.09$  %/วัน และ  $51.81 \pm 3.23$  % (ตามลำดับ) เมื่อนำค่าเฉลี่ยที่ได้มาวิเคราะห์ผลทางสถิติ พบว่า อัตราการเจริญเติบโตของปูม้าทั้ง 2 ชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $P > 0.05$ ) ส่วนอัตราการรอดตายของปูม้าในชุดการทดลองที่ 2 จะสูงกว่าของชุดการทดลองที่ 1 ( $P < 0.05$ ) นอกจากนี้ พบว่าชุดการทดลองที่ 2 มี FCR เฉลี่ยเท่ากับ  $2.76 \pm 0.11$  ซึ่งต่ำกว่า ( $P < 0.05$ ) ของชุดการทดลองที่ 1 ที่มี FCR เฉลี่ยเท่ากับ  $3.90 \pm 0.18$  (ตารางที่ 1)

ผลการศึกษาคุณภาพน้ำ พบว่า ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ค่าพีเอช และปริมาณไนโตรเจนของทั้ง 2 ชุดการทดลองมีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) ส่วนค่าความเค็ม อุณหภูมิของน้ำ ปริมาณแอมโมเนียรวม และความเป็นต่างในแต่ละชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $P > 0.05$ ) (ตารางที่ 2) Boyd et al. (1994) ได้กล่าวเอาไว้ว่า ดินพื้นบ่อเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำโดยเฉพาะสัตว์น้ำที่อยู่ในกลุ่มของ Decapod Crustaceans เช่น กุ้ง ปู โดยเฉพาะปูม้าเป็นสัตว์ที่มีพฤติกรรมการดำรงชีพอยู่ที่พื้นน้ำดินทั้งการหาอาหาร การลอกคราบเพื่อการเจริญเติบโต และการพัฒนาการของไข่ (Kangas, 2000) ดังนั้นการเลี้ยงปูม้าควรคำนึงถึงการจัดการพื้นบ่อควบคู่ไปด้วยซึ่งการเลี้ยงปูม้าด้วยการใช้ PE พื้นบ่อจะเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการบริหารจัดการพื้นบ่อได้จากรายงานที่ผ่านมาพบว่าการเลี้ยงสัตว์น้ำในบ่อ PE จะช่วยลดปัญหา จากดินพื้นบ่อ และยังช่วยเพิ่มผลผลิตต่อหน่วยพื้นที่ได้อีกด้วย เช่น การเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมในบ่อ PE (พจมาน เชนเดช และคณะ, 2549; วิลาวัลย์ บุญวาสน์ และคณะ, 2555; Prawitwilakul et al., 2006) และการเลี้ยงปลาหรือสัตว์น้ำอื่นๆ (De Silva & Davy, 2010) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาครั้งนี้ที่พบว่าปูม้าที่เลี้ยงในระบบจำลองบ่อ PE จะมีอัตราการรอดตายสูง และมี FCR ต่ำกว่าปูม้าที่เลี้ยงในระบบจำลองบ่อดิน เนื่องจากดินพื้นบ่อเป็นแหล่งสะสมของเสีย สิ่งขับถ่ายของปู และเศษอาหารที่เหลือตกค้างภายในบ่อ รวมทั้งมีตะกอนสารอินทรีย์ที่มีการสะสมค่อนข้างสูงตลอดระยะเวลาการเลี้ยง เป็นเหตุให้ปูอ่อนแอ กินอาหารน้อยลง และตายในที่สุด (Wehrauch et al., 2004; Romana & Zeng, 2006) วุฒิชัย อ่อนเอี่ยม (2554) รายงานว่า การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของดินพื้นบ่อเป็นอีกหนึ่งปัจจัยหลักที่ส่งผลกระทบต่อผลผลิต และ FCR ของปูม้าที่เลี้ยง

**ตารางที่ 1** เปรียบเทียบความกว้างกระดอง น้ำหนักตัว อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ อัตราการรอดตาย และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของปูม้าที่เลี้ยงในระบบจำลองบ่อดิน (ชุดการทดลองที่ 1) กับระบบจำลองบ่อ PE (ชุดการทดลองที่ 2) ที่ระยะเวลา 120 วัน

พารามิเตอร์	ชุดการทดลองที่ 1	ชุดการทดลองที่ 2	P-value
ความกว้างกระดอง (เซนติเมตร)	$10.40 \pm 0.20^a$	$9.90 \pm 0.26^a$	0.059
น้ำหนักตัว (กรัม)	$79.03 \pm 15.98^a$	$67.13 \pm 7.00^a$	0.303
อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (กรัม/วัน)	$0.65 \pm 0.13^a$	$0.55 \pm 0.05^a$	0.296
อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (%/วัน)	$4.20 \pm 0.17^a$	$4.08 \pm 0.09^a$	0.336
อัตราการรอดตาย (%)	$31.46 \pm 11.54^b$	$51.86 \pm 3.23^a$	0.042
อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ	$3.90 \pm 0.18^b$	$2.76 \pm 0.11^a$	0.001

หมายเหตุ ตัวอักษร a, b ที่แตกต่างกันในแนวนอน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ )

ตารางที่ 2 คุณภาพน้ำเฉลี่ยระหว่างการเลี้ยงปูม้าในชุดการทดลองที่ 1 (ระบบจำลองบ่อดิน) และชุดการทดลองที่ 2 (ระบบจำลองบ่อ PE) ที่ระยะเวลา 120 วัน

พารามิเตอร์	ชุดการทดลองที่ 1	ชุดการทดลองที่ 2	P-value
ความเค็มของน้ำ (ppt)	32.70±0.10 <sup>a</sup>	32.73±0.11 <sup>a</sup>	0.725
ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (mg/l)			
เช้า	4.08±0.11 <sup>a</sup>	5.47±0.16 <sup>b</sup>	0.000
บ่าย	6.00±0.11 <sup>a</sup>	5.66±0.26 <sup>a</sup>	0.111
อุณหภูมิของน้ำ (°C)			
เช้า	28.13±0.11 <sup>a</sup>	28.13±0.05 <sup>a</sup>	1.000
บ่าย	30.60±0.10 <sup>a</sup>	30.60±0.20 <sup>a</sup>	1.000
ความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำ			
เช้า	7.62±0.04 <sup>b</sup>	8.06±0.01 <sup>a</sup>	0.000
บ่าย	7.71±0.04 <sup>b</sup>	8.07±0.02 <sup>a</sup>	0.000
ปริมาณแอมโมเนียรวม (mg-N/l)	0.09±0.03 <sup>a</sup>	0.11±0.01 <sup>a</sup>	0.587
ปริมาณไนไตรท์ (mg-N/l)	0.03±0.01 <sup>a</sup>	0.06±0.01 <sup>b</sup>	0.019
ค่าความเค็มต่างของน้ำ (mg/l as CaCO <sub>3</sub> )	125.53±4.52 <sup>a</sup>	124.80±3.91 <sup>a</sup>	0.842

หมายเหตุ ตัวอักษร a, b ที่แตกต่างกันในแนวนอน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ )

ส่วนผลของการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำภายใต้การศึกษาคั้งนี้ พบว่า ชุดการทดลองในระบบจำลองบ่อ PE มีปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำช่วงเช้า (5.47±0.16 mg/l) ค่าพีเอชช่วงเช้า (8.06±0.01) และบ่าย (8.07±0.02) สูงกว่าในระบบจำลองบ่อดิน (4.08±0.11 mg/l, 7.62±0.04 และ 7.71±0.04 ตามลำดับ) ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานของพจมาน เชนเดช และคณะ (2549) ที่รายงานว่า ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำและค่าพีเอชของการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมระหว่างบ่อดินกับบ่อ PE มีความแตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับกระบวนการสังเคราะห์แสงของแพลงก์ตอนพืชในบ่อ ซึ่งโดยทั่วไปในบ่อดินจะมีปริมาณแพลงก์ตอนพืชน้อยกว่าในบ่อ PE จึงส่งผลให้ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำและค่าพีเอชในบ่อ PE สูงกว่าในบ่อดิน ส่วนปริมาณไนไตรท์ของชุดการทดลองในระบบจำลองภายใต้การศึกษานี้ (0.06±0.01 mg-N/l) จะมีปริมาณสูงกว่าในระบบจำลองบ่อดิน (0.03±0.01 mg-N/l) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะกระบวนการย่อยสลายของของเสียในบ่อ PE เกิดขึ้นไม่สมบูรณ์เมื่อเทียบกับในบ่อดินจึงทำให้เกิดการสะสมของสารอินทรีย์มากกว่า (Prawitwilakul et al., 2006) อย่างไรก็ตามค่าคุณภาพน้ำของทั้งสองชุดการทดลองในการศึกษาคั้งนี้อยู่ในระดับที่ไม่ส่งผลกระทบต่ออัตราการเจริญเติบโต และอัตราการรอดตายของปูม้าที่เลี้ยง (วารินทร์ ธนาสมหวัง และ คณะ, 2548; วุฒิชัย อ่อนเอียด, 2554; Maheswarudu et al., 2008; Soundarapandian & Raja, 2008)

### สรุปผล

จากการเปรียบเทียบการเลี้ยงปูม้าในระบบจำลองบ่อดิน และระบบจำลองบ่อ PE พบว่าปูม้าที่เลี้ยงในระบบจำลองบ่อ PE จะมีอัตราการตายสูง และมี FCR ต่ำกว่าปูม้าที่เลี้ยงในระบบจำลองบ่อดิน เนื่องจากดินพื้นบ่อเป็นอีกปัจจัยที่ส่งผลต่อผลผลิตของปูม้าที่เลี้ยง ดังนั้นการเลี้ยงปูม้าควรคำนึงถึงการจัดการพื้นบ่อควบคู่ไปด้วย ซึ่ง

การเลี้ยงปูม้าด้วยการใช้ PE ปูพื้นบ่อจะเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการบริหารจัดการพื้นบ่อได้ และอาจเป็นทางเลือกที่ดีทางหนึ่งของเกษตรกรที่สนใจในการเลี้ยงปูม้าเชิงพาณิชย์ต่อไป อย่างไรก็ตาม ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมหรือปรับปรุงรูปแบบการเลี้ยงปูม้าในสภาพพื้นที่เลี้ยงจริง รวมไปถึงการศึกษาต้นทุนและผลตอบแทนของการเลี้ยงปูม้าในบ่อ PE ทั้งนี้เพื่อการต่อยอดองค์ความรู้รูปแบบหรือระบบการเลี้ยงที่สามารถถ่ายทอดสู่เกษตรกรเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างเป็นรูปธรรม

### กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการ การพัฒนาศักยภาพการผลิตพ่อแม่พันธุ์และลูกพันธุ์ปูม้า (*Portunus pelagicus* Linnaeus, 1758) เพื่อการอนุรักษ์และเพื่อการประกอบอาชีพ ที่ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากสถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (สวพ.มก.) ประจำปีงบประมาณ 2561

### เอกสารอ้างอิง

- เทพบุตร เวชกามา และ วุฒิชัย อ่อนเยี่ยม. (2553). การอนุบาลลูกปูม้า *Portunus pelagicus* (Linnaeus, 1758) ระยะ zoea ถึง first crab ในกระชังแขวนลอยในบ่อดิน. *วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก*, 3(1), 38-43.
- พจมาน เชนเดช, ชะลอ ลิมสุวรรณ, นิตี ชูเชิด และ นันทิภา พันธุ์สวัสดิ์. (2549, ม.ค. 30). การศึกษาคุณภาพของกุ้งขาวแวนนาไม (*Litopenaeus vannamei*) ที่เลี้ยงในบ่อดินและบ่อที่ปูด้วยโพลีเอทิลีนด้วยน้ำความเค็มต่ำในการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 44 (น. 255-262). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ภมรพรรณ ฉัตรภูมิ และ วารินทร์ ธนาสมหวัง. (2548). ผลของความหนาแน่นต่ออัตราการรอดตายของลูกปูม้า *Portunus pelagicus* (Linnaeus, 1758) ที่อนุบาลในถังไฟเบอร์. *เอกสารวิชาการฉบับที่ 10/2548*. กรมประมง.
- วารินทร์ ธนาสมหวัง และ ธรรมนุญ วุ่นชิงชี. (2549). ผลของความเป็นกรด-ด่างของน้ำต่ออัตราการรอดและการเจริญเติบโตของลูกปูม้า *Portunus pelagicus* (Linnaeus, 1758) ที่อนุบาลในถังไฟเบอร์. *เอกสารวิชาการฉบับที่ 38/2549*. กรมประมง.
- วารินทร์ ธนาสมหวัง, สุพิศ ทองรอด และลิลา เรืองแป้น. (2548). รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์โครงการการผลิตพ่อแม่พันธุ์และการเลี้ยงปูม้า *Portunus pelagicus* (Linnaeus, 1758) เชิงพาณิชย์. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.
- วาสนา อารรัตน์, ลิขิต ชูชิต และวุฒิชัย อ่อนเยี่ยม. (2554). การพัฒนาการของไข่นอกกระดอง และอัตราการฟักไข่ของแม่ปูม้า *Portunus pelagicus* (Linnaeus, 1758) ที่เลี้ยงขุนด้วยอาหารแตกต่างกัน 3 ชนิด. *วารสารวิจัยเทคโนโลยีการประมง*, 5(1), 56-65.
- วิลาวัลย์ บุญวาสน์, ชะลอ ลิมสุวรรณ และ นิตี ชูเชิด. (2555, ม.ค. 31). ผลของการนำสารอินทรีย์และเลนออกจากบ่อโดยท่อระบายกลางบ่อต่อการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายของการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมอย่างหนาแน่นในการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 50 (น. 428-438). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วุฒิชัย อ่อนเยี่ยม. (2554). การศึกษาสาเหตุการตายของการเลี้ยงปูม้า *Portunus pelagicus* (Linnaeus, 1758) ในบ่อดิน. [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์]. ฐานข้อมูลงานวิจัย (ThaiLis).

- วุฒิชัย อ่อนเยี่ยม, เทพบุตร เวชกามา และโสภี วิชัยเมือง. (2552, มี.ค. 17-20). อัตราการรอดตายของลูกปูม้า *Portunus pelagicus* (Linnaeus, 1758) ที่ได้จากพ่อแม่พันธุ์ในบ่อดิน. ใน *เกษตรนำไทย: อาหารและพลังงานทดแทนสู่สมดุลอย่างยั่งยืน. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 47* (น.381-387). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สุครัตน์ นิลราช, กัญญารัตน์ งามเจริญ, ธนิษฐา ทรรพนันท์ และ อมรศักดิ์ สวัสดิ์. (2562). ชีววิทยาและการประมงปูม้า *Portunus pelagicus* (Linnaeus, 1758) ในประเทศไทย. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 21(1),117-127.
- อาภรณ์ เทพพานิช, สิริวรรณ หนูแข่ง, นิธิวัฒน์ วงศ์วิวัฒน์ และสำรวย ชุมวรฐายี. (2551). การเลี้ยงปูม้า *Portunus pelagicus* (Linnaeus, 1758) ด้วยอาหาร 3 ชนิดในบ่อดิน. *เอกสารวิชาการฉบับที่ 44/2551*. กรมประมง.
- อัมพร บัวที, ลิขิต ชูชิต และ เทพบุตร เวชกามา. (2553, ก.พ. 3-5). ผลของการใช้ท่อพีวีซีและกล่องพลาสติกเป็นวัสดุหลบซ่อนต่ออัตราการรอดตาย และอัตราการเติบโตของปูม้า *Portunus pelagicus* (Linnaeus, 1758) ที่เลี้ยงบ่อดิน. ใน *พื้นที่เศรษฐกิจชาติ เกษตรศาสตร์สู่วิฤต พิชิตโลกร้อน. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 48* (น.229-234). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- APHA, AWWA & WEF. (2017). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (23<sup>rd</sup> ed.). American Water Works Association.
- Brown, M.E. (1957). *The Physiology of Fishes Vol.1*. Academic Press.
- Boyd, C. E., Munsiri, P., & Hajek, B. J. (1994). Composition of sediment from intensive shrimp pond in Thailand. *World Aquaculture*, 25, 53-55.
- De Silva, S.S., & Davy, F.B. (2010). *Success stories in Asian aquaculture*. Springer.
- Prawitwilakul, O., Limsuwan, C., Taparhudee, W., & Chuchird, N. (2006). Comparison of rearing pacific white shrimp in earthen ponds and in ponds lined with polyethylene. *Kasetsart Journal (Natural Science)*, 40(1), 167-171.
- Kangas, M. I. (2000). Synopsis of the biology and exploitation of the blue swimmer crab, *Portunus pelagicus*, in Western Australia. *Fisheries Research Report*, 121, 1-22.
- Halver, V.E. (1986). *Fish Nutrition* (2<sup>nd</sup> ed.). Academic Press.
- Maheswarudu, G., Jose, J., Manmadhan, N. K. R., Arputharaj, M. R., Ramakrishna, A., Vairamani, A. & Ramamoorthy, N. (2008). Evaluation of the seed production and grow out culture of blue swimming crab *Portunus pelagicus* in India. *Indian Journal of Marine Sciences*, 37(3), 313-321.
- Romana, N., & Zeng, C. (2006). The effects of salinity on the survival, growth and hemolymph osmolality of early juvenile blue swimmer crab, *Portunus pelagicus*. *Aquaculture*, 260, 151-162.
- Soundarapandian, P., & Raja, S. D. A. (2008). Fattening of the blue swimming crab *Portunus pelagicus* (Linnaeus, 1758). *Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 3(1), 97-101.
- Weihrauch, D., Morris, S., & Towle, D. W. (2004). Ammonia excretion in aquatic and terrestrial crabs. *Journal of Experimental Biology*, 207, 4491-4504.

**ผลกระทบของระดับความเข้มข้นของสีน้ำเทียมต่อการพัฒนาการ  
และอัตราการรอดตายของลูกปูม้า (*Portunus Pelagicus*) ระยะซุเอีย 1 ถึง 4**  
Effect of Water Colorant Intensity on Development and Survival Rate of  
Blue Swimming Crab (*Portunus Pelagicus*) Larval Stages in Zoea 1 to 4

อัครพงษ์ มหาสินไพศาล<sup>1</sup>, เอกภพ จิวฉาย<sup>1</sup>, สุธัญญา พูลเกษม<sup>1</sup>, เจนจิรา กรุดทอง<sup>2</sup>,  
ทัตมาพร ชนะสงคราม<sup>2</sup>, วาสนา อากรรรัตน์<sup>3\*</sup> และรุ่งทิวา คนสันทัด<sup>3</sup>  
Akarapong Mahasinpaisan<sup>1</sup>, Eakkapob Ngewlay<sup>1</sup>, Suthanya Phoonkasem<sup>1</sup>,  
Jenjira Krutthong<sup>2</sup>, Thattamaporn Chanasongkram<sup>2</sup>, Wasana Arkronrat<sup>3\*</sup> and  
Rungtiwa Konsantad<sup>3</sup>

<sup>1</sup>นิสิตภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน กรุงเทพฯ 10900

<sup>2</sup>นิสิตภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 73140

<sup>3</sup>สถานีวิจัยประมงคลองวาฬ คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กระจับปี่ศรีจันทร์ 77000

<sup>1</sup>Department of Aquaculture, Faculty of Fisheries, Kasetsart University, Bangkhen Campus, Bangkok 10900

<sup>2</sup>Department of Aquaculture, Faculty of Fisheries, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus,  
Nakhon Pathom 73140

<sup>3</sup>Klongwan Fisheries Research Station, Faculty of Fisheries, Kasetsart University, Prachuap Khiri Khan 77000

\*Corresponding author. E-mail: ffishw@ku.ac.th

### บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลกระทบของระดับความเข้มข้นของสีน้ำเทียมที่มีต่อการพัฒนาระยะและอัตราการรอดตายของลูกปูม้า (*Portunus Pelagicus*) โดยทดลองระดับความเข้มข้นที่ต่างกัน 4 ระดับ ได้แก่ ไม่ใสสีน้ำเทียม (Control) ใสสีน้ำเทียมที่ 1 ppm (T1) 25 ppm (T2) และ 50 ppm (T3) ชุดการทดลองละ 3 ซ้ำ ศึกษาการพัฒนาระยะของลูกปูทุก 12 ชั่วโมง และบันทึกอัตราการรอดตายของลูกปูในแต่ละระยะ ผลการศึกษพบว่าระยะเวลาที่ใช้ในการพัฒนาจากรยะซุเอีย 1 ถึง 2 ของลูกปูในชุด Control (72.0±0.0 ชั่วโมง) และ T1 (72.0±0.0 ชั่วโมง) ไม่มีความแตกต่างกัน (P>0.05) และมีระยะเวลาของการพัฒนาระยะเร็วกว่าของลูกปูใน T2 (128.0±6.9 ชั่วโมง) และ T3 (128.0±6.9 ชั่วโมง) (P<0.05) และการพัฒนาจากรยะซุเอีย 2 ถึง 3 ของชุด Control และ T1 (48.0±0.0 และ 56.0±6.9 ชั่วโมง ตามลำดับ) จะเร็วกว่า T2 และ T3 (64.0±6.9 และ 64.0±6.9 ชั่วโมงตามลำดับ) นอกจากนี้ ลูกปูในชุด Control และ T1 สามารถพัฒนาจากรยะซุเอีย 3 ถึง 4 ได้ (72.0±0.0 และ 64.0±6.9 ชั่วโมงตามลำดับ) แต่ไม่พบการพัฒนากระดังกล่าวในชุด T2 และ T3 ส่วนอัตราการรอดตายของลูกปูในแต่ละชุดการทดลอง

พบว่า ชุด Control และ T1 จะมีอัตราการรอดตายเฉลี่ยสูงกว่าของชุด T2 และ T3 ( $P < 0.05$ ) การศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าการใส่สีน้ำเทียมมีความเป็นไปได้ในการนำมาประยุกต์ใช้กับการอนุบาลลูกปูม้า แต่ควรเลือกใช้ในระดับความเข้มข้นที่เหมาะสม

**คำสำคัญ:** ปูม้า สีน้ำเทียม พัฒนาการระยะ อัตราการรอดตาย

### Abstract

The purpose of this study was to investigate effect of water colorant concentration on development stage and survival rate of blue swimming crab (*Portunus pelagicus*) larvae. Four experiments with three replicates including colorless water (control), water added with 1 ppm colorant (T1), 25 ppm colorant (T2) and 50 ppm colorant (T3) were conducted to observed larval development stages every 12 hours and survival rate of crab stage developed. The results showed that periods of development stage from zoea 1 to 2 in control ( $72.0 \pm 0.0$  hrs.) and T1 ( $72.0 \pm 0.0$  hrs.) was not significantly different, and both treatments had faster development than T2 ( $128.0 \pm 6.9$  hrs.) and T3 ( $128.0 \pm 6.9$  hrs.) ( $P < 0.05$ ), respectively. Meanwhile, larvae developed from stage 2 to 3 in control and T1 ( $48.0 \pm 0.0$  and  $56.0 \pm 6.9$  hrs.) also faster than in T2 and T3 ( $64.0 \pm 6.9$  and  $64.0 \pm 6.9$  hrs.). Furthermore, we found that crab larvae in control and T1 could develop into zoea stage 3 to 4 ( $72.0 \pm 0.0$  and  $64.0 \pm 6.9$  hrs.), while, the crab larvae in T2 and T3, no development occurred. In addition, the survival rates of crab larvae in control and T1 were found higher than in T2 and T3 ( $P < 0.05$ ). This study indicated that water colorant is possible to apply for crab larval nursing. However, it should be aware of suitable colorant concentration.

**Keywords:** *Portunus pelagicus*, Water colorant, Development stage, Survival rate

### บทนำ

ปูม้า (*Portunus Pelagicus* Linnaeus, 1758) เป็นทรัพยากรประมงที่มีคุณค่า และมีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทย เนื่องจากเป็นสัตว์น้ำที่นิยมบริโภคอย่างแพร่หลาย และมีศักยภาพสูงในการเป็นสินค้าส่งออกที่สำคัญของประเทศ ซึ่งผลิตภัณฑ์จากปูคิดเป็นมูลค่าหลายพันล้านบาทต่อปี จึงทำให้เกิดความต้องการปูม้าเพิ่มสูงขึ้น และจากข้อมูลสถิติการประมงแห่งประเทศไทย พบว่า ในปี พ.ศ. 2562 ปริมาณปูม้าที่จับได้ในทะเลบริเวณอ่าวไทยมีปริมาณเพิ่มสูงขึ้นจากปี พ.ศ. 2558 เฉลี่ยปีละ 56% (กรมประมง, 2564) และน่าจะมีแนวโน้มความต้องการเพิ่มสูงขึ้นอีกเรื่อย ๆ จนอาจทำให้เกิดการทำประมงปูม้ามากเกินไปจนเกินกำลังผลิตของธรรมชาติได้ (ทิวารัตน์ สินอนันต์, 2555) ดังนั้นการเพาะเลี้ยงปูม้าจึงจำเป็นต้องเข้ามามีบทบาทมากขึ้น ซึ่งปัจจุบันองค์ความรู้และงานวิจัยด้านการเพาะเลี้ยงปูม้าในประเทศไทยได้มีการพัฒนารูปแบบวิธีการเพาะ อนุบาล และเลี้ยงมาอย่างต่อเนื่อง ทั้งนี้เพื่อให้มีผลผลิต และอัตราการรอดตายที่สูงขึ้น ตลอดจนได้มีการพัฒนาไปถึงการเลี้ยงปูม้าในบ่อดินเพื่อใช้เป็นพ่อแม่พันธุ์ (วุฒิชัย อ่อนเอี่ยม และคณะ, 2554) แต่ปัญหาของการอนุบาลลูกปูม้าวัยอ่อนที่พบมากที่สุด คือ อัตราการรอดต่ำ



อันเนื่องมาจากพฤติกรรมกินกันเอง (Cannibalism) ของปูม้า (Marshall et al., 2005; Maheswarudu et al., 2008) จึงทำให้การผลิตลูกพันธุ์ปูในเชิงพาณิชย์เป็นไปได้ยาก และยังไม่สามารถส่งเสริมให้เกษตรกรหันมาเลี้ยงปูม้าเพื่อประกอบอาชีพให้มีผลผลิตที่คุ้มค่ากับการลงทุนได้ การพัฒนาการของลูกปูม้าวัยอ่อนจะเริ่มจากระยะซูลี (Zoea Stages) ซึ่งเป็นตัวอ่อนระยะแรกหลังฟักออกจากไข่แบ่งออกเป็น 4 ระยะย่อย คือ ซูลี 1 ถึง 4 จะใช้เวลาประมาณ 8-12 วัน จากนั้นลูกปูจะพัฒนาเข้าสู่ระยะเมกาโลปา (Megalopa Stage) ใช้เวลาประมาณ 4-5 วัน ก็จะพัฒนาเข้าสู่ระยะที่ลูกปูมีลักษณะคล้ายตัวเต็มวัย หรือที่เรียกว่า First Crab Stage (Arshad et al., 2006)

การอนุบาลลูกปูม้าวัยอ่อนให้มีประสิทธิภาพมีอัตราการรอดตายสูง ลูกปูแข็งแรง ลดการทำร้ายกันเองระหว่างการอนุบาล และได้ผลผลิตสูงคุ้มค่ากับการลงทุนนั้นต้องคำนึงถึงปัจจัยหลายประการ (วาสนา อภกรรต์ และคณะ, 2554; วาสนา อภกรรต์ และวุฒิชัย อ่อนเอี่ยม, 2555) ซึ่งการทำสีน้ำภายในบ่ออนุบาลโดยการใช้สีน้ำเทียมหรือสีน้ำวิทยาศาสตร์ก็เป็นอีกประเด็นหนึ่งที่นำศึกษาต่อการนำมาประยุกต์ใช้กับการอนุบาลลูกปูม้า เนื่องจากสีน้ำเทียมเป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ โดยเฉพาะกับการอนุบาลลูกสัตว์น้ำวัยอ่อนหลายชนิด ซึ่งสีน้ำเทียมมีคุณสมบัติละลายน้ำได้เร็วไม่มีพิษโหดหนัก และย่อยสลายในธรรมชาติ (วิญญู บุญประเสริฐ และคณะ, 2561, 2562; ชนกันต์ จิตมนัส และคณะ, 2562; Kawamura et al., 2018) รายงานว่าการใช้สีน้ำเทียมจะช่วยพรางแสง ควบคุมสีน้ำ และลดความเครียดของลูกกุ้งจากน้ำที่มีความใสได้ ช่วยลดการทำร้ายกันเอง และทำให้ลูกกุ้งกินอาหารดีขึ้น มีการเจริญเติบโต และการรอดตายเพิ่มขึ้น ด้วยเหตุนี้ การทดลองครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลกระทบของระดับความเข้มข้นของสีน้ำเทียมต่อการเจริญเติบโต และอัตราการรอดตายของลูกปูม้าระยะซูลี 1 ถึง 4 รวมไปถึงการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำระหว่างการอนุบาล ซึ่งองค์ความรู้ที่ได้รับจะเป็นแนวทางในการพัฒนาเทคนิคการอนุบาลที่ช่วยเพิ่มศักยภาพการผลิตลูกพันธุ์ปูม้าภายใต้ระบบโรงเพาะฟักต่อไป

## วิธีดำเนินการวิจัย

**การวางแผนการทดลอง** วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design; CRD) โดยใช้สีน้ำเทียมที่ระดับความเข้มข้นต่างกัน 4 ระดับเป็นชุดการทดลอง (Treatment) คือ อนุบาลลูกปูม้าวัยอ่อนระยะซูลี 1 ถึง 4 แบบไม่ใส่สีน้ำเทียม (Control) แบบใส่สีน้ำเทียมความเข้มข้น 1 ppm (T1) 25 ppm (T2) และ 50 ppm (T3) ตามลำดับ ชุดการทดลองละ 3 ซ้ำ

**การเตรียมสัตว์ทดลอง** นำแม่ปูม้าที่มีไข่แก่จนออกกระดองสีเทาดำหรือแม่ปูที่มีไข่อยู่ในระยะหัวใจเต้น (Heart - beating Stages) จากการสังเกตการณ์พัฒนาการของคัพภะที่อยู่ในไข่ (นางนุช ตั้งเกริกโอฬาร และศุภางค์ ชำปฏี, 2550; Arshad et al., 2006) มาวัดความกว้างกระดอง (Carapace Width) ความยาวกระดอง (Carapace Length) และชั่งน้ำหนักตัวเพื่อหาน้ำหนักแม่ปูก่อนฟักไข่ และนำแม่ปูมาเพาะฟักภายในถังเพาะฟักทรงกลมขนาด 200 ลิตร อัตราปล่อยแม่ปู 1 ตัว/ถัง ใส่น้ำความเค็ม 30 ppt ปริมาตรน้ำ 150 ลิตร (วุฒิชัย อ่อนเอี่ยม และคณะ, 2552) เมื่อลูกปูม้าฟักออกเป็นตัว ทำการแยกแม่ปูออก และนำแม่ปูมาชั่งน้ำหนักอีกครั้งเพื่อหาน้ำหนักแม่ปูหลังฟักไข่ เปิดให้อากาศอย่างแรง และทำการสูบน้ำลูกปูโดยใช้ปั๊มเกอร์ขนาด 100 มิลลิลิตร สูมดักลงไปในถังเพาะฟัก 3 ครั้ง/ถัง และหาค่าเฉลี่ยเพื่อนำจำนวนลูกปูที่ได้มาเทียบกับปริมาตรน้ำทั้งหมดภายในถังเพาะฟัก ซึ่งจะทำให้ทราบถึงปริมาณของลูกปูทั้งหมดในถัง และนำมาคำนวณหาอัตราการฟักไข่ของแม่ปูม้าตามวิธีของวุฒิชัย อ่อนเอี่ยม และคณะ (2552)

### วิธีดำเนินการ

ดำเนินการทดลองโดยการสุ่มลูกปูม้ามาอนุบาลในถังพลาสติกทรงกลมขนาด 200 ลิตร ที่อัตราความหนาแน่นของลูกปูประมาณ 100 ตัว/น้ำ 1 ลิตร (ภมรพรรณ ฉัตรภูมิ และวารินทร์ ธนาสมหวัง, 2548) ใส่ความเค็ม 30 ppt ปริมาตรน้ำ 150 ลิตร โดยน้ำที่อนุบาลลูกปูในชุด control จะไม่ใส่สีน้ำเทียม ส่วนน้ำที่อนุบาลลูกปูในชุดทดลองจะใส่สีน้ำเทียม (Golden Brown®, ASIA STAR LAB CO., LTD.) ที่ความเข้มข้น 1 ppm (T1) 25 ppm (T2) และ 50 ppm (T3) ตามลำดับ อนุบาลลูกปูม้าโดยให้อาหารที่เมีย (*Artemia* spp.) แรกฟัก 5 ตัว/ลูกปู 1 ตัว/วัน เป็นอาหารลูกปูวันละ 3 มื้อ คือ ช่วงเวลาประมาณ 09.00 น. 13.00 น. และ 17.00 น. ศึกษาการพัฒนารูปร่างของลูกปูม้าวัยอ่อนระยะชูเอี้ยง 1 ถึง 4 ตามวิธีการของ Arshad et al. (2006) ทุก ๆ 12 ชั่วโมง และสุมนับจำนวนเพื่อหาอัตราการรอดตายของลูกปูระยะชูเอี้ยง 1, 2, 3 และ 4 ตามสมการ (1)

$$\text{อัตราการรอดตาย (\%)} = (\text{จำนวนลูกปูที่เหลือรอด} / \text{จำนวนลูกปูที่ปล่อยอนุบาล}) \times 100 \quad (1)$$

ระหว่างการทดลองจะมีการจัดการคุณภาพน้ำ ด้วยการดูดตะกอนพร้อมทั้งเปลี่ยนถ่ายน้ำประมาณ 50% และมีการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำในบ่ออนุบาลลูกปูม้าทุก 5 วัน ด้วยเครื่องมือ และวิธีการดังนี้ ความเค็มของน้ำวัดด้วย Salinity Refract meter ยี่ห้อ Prima Tech อุณหภูมิน้ำ และความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำ (pH) วัดโดยใช้ pH meter ยี่ห้อ Cyber Scan pH 11 จากนั้นเก็บตัวอย่างน้ำใส่ขวดบีโอดี เพื่อนำมาวิเคราะห์หาปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO) ด้วยวิธี Azide Modification of Isodiametric Method และเก็บตัวอย่างน้ำใส่ขวดพลาสติกมาประมาณ 300 มิลลิลิตร เพื่อนำมาวิเคราะห์หาปริมาณแอมโมเนียรวมด้วยวิธี Koroleff's Indophenol Blue Method ปริมาณไนโตรเจนด้วยวิธี Colorimetric Method และค่าความเป็นด่างด้วยวิธี Titration Method (APHA, AWWA and WEF; 2017) ภายในห้องปฏิบัติการสำหรับการวัดการดูดกลืนคลื่นแสงในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำจะวัดด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (ยี่ห้อ Hanon รุ่น i5 UV-Vis Spectrophotometer)

### การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

เมื่อสิ้นสุดการทดลองจะวิเคราะห์ข้อมูลการพัฒนารูปร่างของลูกปูม้าในแต่ละระยะ และอัตราการรอดตายของลูกปูระยะชูเอี้ยง 1, 2, 3 และ 4 ด้วยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance, ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่ได้ในแต่ละชุดการทดลองด้วยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิเคราะห์และประมวลผลด้วยโปรแกรม IBM SPSS Statistics for Windows, Version 21.0

### ผลการวิจัยและอภิปรายผล

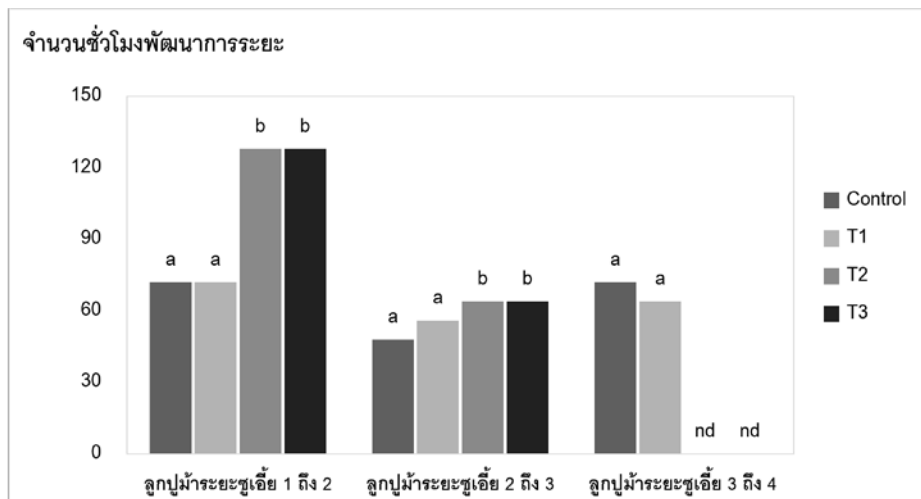
#### 1. จำนวนชั่วโมงของการพัฒนาระยะ

ผลการศึกษาการพัฒนารูปร่างของลูกปูม้าวัยอ่อนระยะชูเอี้ยงที่อนุบาลแบบไม่ใส่สีน้ำเทียม (Control) และใส่สีน้ำเทียมความเข้มข้น 1 ppm (T1) 25 ppm (T2) และ 50 ppm (T3) พบว่า ระยะเวลาเฉลี่ยของการพัฒนาระยะของลูกปูม้าจากระยะชูเอี้ยง 1 ถึง 2 ของชุด Control (72.0±0.0 ชั่วโมง) และ T1 (72.0±0.0 ชั่วโมง) ไม่มีความแตกต่างกัน ( $P>0.05$ ) และจะมีระยะเวลาของการพัฒนาระยะเร็วกว่าของชุด T2 (128.0±6.9 ชั่วโมง) และ T3 (128.0±6.9 ชั่วโมง) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P<0.05$ ) และการพัฒนาจากรยะชูเอี้ยง 2 ถึง 3 ของชุด Control และ

T1 (48.0±0.0 และ 56.0±6.9 ชั่วโมง ตามลำดับ) จะเร็วกว่าของชุดการทดลอง T2 และ T3 (64.0±6.9 และ 64.0±6.9 ชั่วโมง ตามลำดับ) นอกจากนี้ ลูกปูม้าของชุด Control และ T1 สามารถดำรงชีวิต และพัฒนาจากระยะซู่เอี้ย 3 ถึง 4 (72.0±0.0 และ 64.0±6.9 ชั่วโมง ตามลำดับ) ได้ เมื่อเทียบกับชุดการทดลอง T2 และ T3 (ภาพที่ 1)

## 2. อัตรารอดตายของลูกปูม้า

ผลการอนุบาลลูกปูม้าในแต่ละชุดการทดลอง พบว่า อัตรารอดตายเฉลี่ยของลูกปูม้าระยะซู่เอี้ย 2 ในชุด control T1 T2 และ T3 เท่ากับ 6.2±0.3, 6.0±3.0, 2.0±0.6 และ 1.5±1.0 % ระยะซู่เอี้ย 3 เท่ากับ 5.3±1.3, 4.6±0.6, 0.0±0.0 และ 0.0±0.0 % และระยะซู่เอี้ย 4 เท่ากับ 8.4±1.0, 8.2±2.1, 0.0±0.0 และ 0.0±0.0 % ตามลำดับ โดยลูกปูม้าที่อนุบาลในชุด Control และ T1 จะมีอัตรารอดตายเฉลี่ยของลูกปูในแต่ละระยะสูงกว่าของชุดการทดลอง T2 และ T3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) (ตารางที่ 1)



ภาพที่ 1 พัฒนาการระยะของลูกปูม้า (*Portunus pelagicus*) วัยอ่อนที่อนุบาลแบบไม่ใส่สีน้ำเทียม (control) และใส่สีน้ำเทียมความเข้มข้น 1 ppm (T1) 25 ppm (T2) และ 50 ppm (T3) ตัวอักษรที่แตกต่างกัน (a,b) บนแผนภูมิแท่ง แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ )

ตารางที่ 1 อัตรารอดตายของลูกปูม้า (*P. pelagicus*) วัยอ่อนระยะซู่เอี้ย 1 ถึง 4 ที่อนุบาลแบบไม่ใส่สีน้ำเทียม (control) และใส่สีน้ำเทียมความเข้มข้น 1 ppm (T1) 25 ppm (T2) และ 50 ppm (T3)

อัตรารอดตาย (%)	ชุดการทดลอง				P-value
	Control	T1	T2	T3	
ลูกปูม้าระยะซู่เอี้ย 1	100.0±0.0 <sup>a</sup>	100.0±0.0 <sup>a</sup>	100.0±0.0 <sup>a</sup>	100.0±0.0 <sup>a</sup>	1.000
ลูกปูม้าระยะซู่เอี้ย 2	6.2±0.3 <sup>a</sup>	6.0±3.0 <sup>a</sup>	2.0±0.6 <sup>b</sup>	1.5±1.0 <sup>b</sup>	0.013
ลูกปูม้าระยะซู่เอี้ย 3	5.3±1.3 <sup>a</sup>	4.6±0.6 <sup>a</sup>	0.0±0.0 <sup>b</sup>	0.0±0.0 <sup>b</sup>	0.000
ลูกปูม้าระยะซู่เอี้ย 4	8.4±1.0 <sup>a</sup>	8.2±2.1 <sup>a</sup>	0.0±0.0 <sup>b</sup>	0.0±0.0 <sup>b</sup>	0.000

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่แตกต่างกัน (a,b) ในแนวนอน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ )

### การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำ

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำระหว่างการอนุบาลลูกปูม้าตั้งแต่ระยะชูเอี้ยง 1 ถึง 4 พบว่าค่าคุณภาพน้ำเฉลี่ยได้แก่ ความเค็ม ความเป็นกรดเป็นด่าง และปริมาณแอมโมเนียรวมของแต่ละชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P>0.05$ ) ส่วนปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ อุณหภูมิ น้ำ ปริมาณไนโตรเจน และค่าความเป็นด่างของน้ำในแต่ละชุดการทดลองจะมีความแตกต่างกัน ( $P<0.05$ ) (ตารางที่ 2)

**ตารางที่ 2** คุณภาพน้ำระหว่างการอนุบาลลูกปูม้า (*P. pelagicus*) วัยอ่อนระยะชูเอี้ยง 1 ถึง 4 ที่อนุบาลแบบไม่ใส่สีน้ำเทียม (control) และใส่สีน้ำเทียมความเข้มข้น 1 ppm (T1) 25 ppm (T2) และ 50 ppm (T3)

พารามิเตอร์	ชุดการทดลอง				P-value
	Control	T1	T2	T3	
ความเค็มของน้ำ (ppt)	30.00±0.00 <sup>a</sup>	30.00±0.00 <sup>a</sup>	30.00±0.00 <sup>a</sup>	30.00±0.00 <sup>a</sup>	1.000
DO (mg/l)	5.89±0.23 <sup>a</sup>	5.87±0.20 <sup>a</sup>	6.66±0.15 <sup>b</sup>	6.95±0.12 <sup>b</sup>	0.000
อุณหภูมิของน้ำ (°C)	28.25±0.15 <sup>a</sup>	28.31±0.13 <sup>a</sup>	28.53±0.06 <sup>b</sup>	28.44±0.02 <sup>ab</sup>	0.048
pH	8.68±0.03 <sup>a</sup>	8.60±0.07 <sup>a</sup>	8.65±0.03 <sup>a</sup>	8.66±0.01 <sup>a</sup>	0.257
แอมโมเนียรวม (mg-N/l)	0.11±0.03 <sup>a</sup>	0.09±0.01 <sup>a</sup>	0.13±0.00 <sup>a</sup>	0.13±0.02 <sup>a</sup>	0.219
ไนโตรเจน (mg-N/l)	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.01±0.00 <sup>b</sup>	0.01±0.00 <sup>c</sup>	0.000
ความเป็นด่างของน้ำ (mg/l as CaCO <sub>3</sub> )	150.66±3.17 <sup>a</sup>	151.11±3.40 <sup>a</sup>	162.33±0.87 <sup>b</sup>	170.44±1.67 <sup>c</sup>	0.000

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่แตกต่างกัน (a,b) ในแนวนอน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P<0.05$ )

ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่า การอนุบาลลูกปูม้าแบบไม่ใส่สีน้ำเทียม (control) และใส่สีน้ำเทียมความเข้มข้น 1 ppm (T1) มีผลต่อระยะเวลาของการพัฒนาระยะลูกปูเร็วขึ้น และมีอัตราการตายเฉลี่ยสูงกว่าลูกปูที่อนุบาลแบบใส่สีน้ำเทียมความเข้มข้น 25 ppm (T2) และ 50 ppm (T3) ซึ่งในประเด็นความเข้มข้นของสีน้ำเทียมที่เหมาะสมต่อการพัฒนาระยะ และอัตราการตายของลูกปู *P. pelagicus* นั้น ที่ผ่านมายังไม่มีการรายงาน แต่อย่างไรก็ตาม การศึกษาครั้งนี้สอดคล้องกับการศึกษาของ Ikhwanuddin et al. (2019) ที่รายงานว่า อิทธิพลของช่วงแสง และความเข้มแสงมีผลต่อการเจริญเติบโต การพัฒนาระยะ และอัตราการตายของลูกปูม้าวัยอ่อนจนถึงระยะวัยรุ่น แต่ในทางกลับกันการศึกษากการเลี้ยงปู *Scylla Serrata* (Rabbani & Zeng, 2005) *S. Olivacea* (Alimuddin et al., 2019) และ *S. Tranquebarica* (Thien et al., 2022) ในถังสีดำส่งผลให้ปูมีการเจริญเติบโต และอัตราการตายสูง เนื่องจากสีดำของถังมีการเลียนแบบที่อยู่อาศัยตามธรรมชาติของปูมากที่สุด ดังนั้นสีของถังจึงส่งผลต่อการเลี้ยงปูวัยอ่อนจนถึงตัวเต็มวัย (Hastuti et al., 2018; Kawamura et al., 2020) ซึ่งต่างจากปู *S. Paramamosian* ที่เลี้ยงในถังสีน้ำเงิน และสีน้ำเงินอมเขียว (Chen et al., 2022) นอกจากสีของถังเลี้ยงนั้น สีน้ำเทียมนั้นก็เป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ โดยเฉพาะกับการอนุบาลลูกสัตว์น้ำวัยอ่อนหลายชนิด ซึ่งสีน้ำเทียมนั้นมีคุณสมบัติละลายน้ำได้เร็ว และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม (วิญญู บุญประเสริฐ และคณะ, 2561, 2562; ชนกันต์ จิตมนัส และคณะ, 2562) อย่างไรก็ตาม การใส่สีน้ำเทียมระหว่างการอนุบาลลูกสัตว์น้ำอาจก่อให้เกิดผลกระทบเชิงลบได้เช่นกัน ตัวอย่างเช่นการศึกษานี้ที่แสดงให้เห็นว่า ลูกปูม้าที่อนุบาลแบบใส่สีน้ำเทียมในปริมาณที่มากเกินไป

เช่น ที่ระดับ 25 และ 50 ppm จะส่งผลกระทบต่อพัฒนาการระยะซ้าลง และอัตราการตายต่ำกว่าการใส่สีน้ำเทียมที่ระดับ 1 ppm และไม่ใส่สีน้ำเทียมระหว่างการอนุบาล ทั้งนี้เนื่องจาก สภาพสีน้ำที่มีการใส่สีน้ำเทียมที่ 25-50 ppm มีความโปร่งแสงต่ำมาก (ความโปร่งแสงอยู่ในช่วง 30-60 เซนติเมตร) เมื่อเทียบกับสภาพสีน้ำเทียมที่ระดับ 1 ppm ที่มีความโปร่งแสงมากกว่า 60 เซนติเมตร ซึ่งสามารถสันนิษฐานได้ว่า ปัจจัยแวดล้อมด้านสีน้ำ หรือความโปร่งแสงของน้ำก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลกระทบต่ออนุบาลลูกปูม้าระยะซ้า ซึ่งสอดคล้องกับรายงานที่มีมาก่อนหน้านี้ในสัตว์น้ำชนิดอื่น ๆ โดย McLean et al. (2008) และ Krasteva et al. (2020) รายงานไว้ว่า ในทางปฏิบัติของการใส่สีน้ำเทียม นั้น ควรเลือกใช้สีน้ำเทียมในปริมาณที่ไม่ส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโต และอัตราการตายของสัตว์น้ำที่เลี้ยง แต่อย่างไรก็ตาม การอนุบาลลูกสัตว์น้ำในกลุ่มครัสเตเชียนที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจชนิดอื่น สีน้ำถือว่าเป็นปัจจัยแวดล้อมสำคัญที่มีอิทธิพลต่อการลอกคราบ การพัฒนาการระยะของวัยอ่อน พฤติกรรม และอัตราการตาย (Guo et al., 2013; Jaski et al., 2014) เช่น กุ้ง *Litopenaeus Vannamei* (Guo et al., 2012) กุ้ง *Macrobrachium Rosenbergii* (Wei et al., 2021) *M. Nipponense* (Abbas et al., 2018) *M. Amazonicum* (Maciel & Valenti, 2014; Bastos et al., 2019) กุ้ง *Penaeus Merquiensis* (Kawamura et al., 2018) และกุ้ง *Fenneropenaeus Chinensis* (Wang et al., 2003) เป็นต้น และรวมไปถึงสัตว์น้ำกลุ่มอื่น ๆ ที่มีรายงานว่า สีน้ำหรือสีของปัจจัยแวดล้อมมีผลต่อการเจริญเติบโต และการดำรงชีวิตในรูปแบบต่าง ๆ เช่น กลุ่มปลา (Rotlland et al., 2003; Papoutsoglou et al., 2005; Strand et al., 2007; Luchiarri & Pirhonen, 2008; Leclercq et al., 2010; El-Sayed & El-Ghobashy, 2011; Raghavan et al., 2013; Eslamloo et al., 2015) และกลุ่มหอย (Gao et al., 2016) เป็นต้น

นอกจากนี้ การศึกษาปัจจุบันนี้แสดงให้เห็นว่า การเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำแต่ละพารามิเตอร์ภายใต้การใส่สีน้ำเทียม (1, 25 และ 50 ppm) และไม่ใส่สีน้ำเทียมอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง และอยู่ในระดับที่ไม่ส่งผลกระทบต่อพัฒนาการระยะ และอัตราการตายของลูกปูม้าวัยอ่อน (Arshad et al., 2006; Soundarapandian et al., 2007; Zhang et al., 2020) ดังนั้น การศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่า การอนุบาลลูกปูม้าวัยอ่อนระยะซ้า 1 ถึง 4 สามารถใช้สีน้ำเทียมระหว่างการอนุบาลได้ ทั้งนี้ต้องใช้ในปริมาณที่ไม่ส่งผลกระทบต่อ การเจริญเติบโต และอัตราการตายของลูกปู อย่างไรก็ตาม ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในส่วนของ การใช้สีน้ำเทียมกับ ลูกปูม้าระยะเมกาโลปา และระยะตัวปู ทั้งนี้เพื่อให้ได้องค์ความรู้ เทคโนโลยีหรือนวัตกรรมใหม่ในการนำมา ประยุกต์ใช้กับการใช้ประโยชน์สีน้ำเทียมต่อการอนุบาลเพื่อเพิ่มผลผลิตของลูกปูม้าไปสู่การผลิตเชิงพาณิชย์ต่อไป

### สรุปผล

จากผลการศึกษาสรุปได้ว่า การอนุบาลลูกปูม้าวัยอ่อนระยะซ้า 1 ถึง 4 แบบไม่ใส่สีน้ำเทียม (Control) และใส่สีน้ำเทียมความเข้มข้น 1 ppm (T1) มีผลต่อระยะเวลาของการพัฒนาการระยะลูกปูให้เร็วขึ้น สามารถดำรงชีวิต จนพัฒนาจากระยะซ้า 3 ถึง 4 ได้ และมีอัตราการตายเฉลี่ยสูงกว่าเมื่อเทียบกับการอนุบาลลูกปูแบบใส่สีน้ำเทียม ความเข้มข้น 25 ppm (T2) และ 50 ppm (T3) ดังนั้นการใส่สีน้ำเทียมในปริมาณที่มากเกินไปอาจส่งผลกระทบต่อ เชิงลบต่อการเจริญเติบโต และการรอดตายของลูกปูม้าที่อนุบาลได้ ทั้งนี้ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในเรื่องของต้นทุน และผลตอบแทนในการอนุบาลลูกปูม้าเชิงพาณิชย์แบบใส่สีน้ำเทียมต่อไป

## กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ ดร.วุฒิชัย อ่อนเอี่ยม หัวหน้าสถานีวิจัยประมงคลองวาฬ ที่ช่วยเหลือในการวางแผนดำเนินการ ตลอดจนการให้ข้อเสนอแนะต่าง ๆ ในการดำเนินงาน ขอขอบคุณนายอนุรักษ์ สุขดารานักวิชาการประมง และนายภูริ ฤทธิมนตรี รวมไปถึงเพื่อน ๆ ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตบางเขนและวิทยาเขตกำแพงแสน ที่สนับสนุนการดำเนินงานในทุก ๆ ด้าน จนงานสำเร็จลุล่วงตามเป้าประสงค์

## เอกสารอ้างอิง

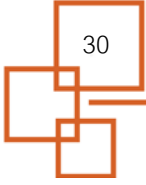
- กรมประมง. (2564). สถิติการประมงแห่งประเทศไทย พ.ศ. 2562, เอกสารวิชาการฉบับที่ 2/2564. กรมประมง.
- ทิวรัตน์ สีนอนันต์. (2555). การประเมินสภาวะทรัพยากรปูม้า *Portunus Pelagicus* (Linnaeus, 1758) บริเวณอ่าวไทยฝั่งตะวันออก, เอกสารวิชาการฉบับที่ 34/2555. กรมประมง.
- ชนกันต์ จิตมนัส, น้ำเพชร ประกอบศิลป์, ประจวบ ฉายบุญ, วิญญู บุญประเสริฐ, สุฤทธิ สมบูรณ์ชัย และอานูภาพ วรณคนาพล. (2562). ผลของสีน้ำต่อการเจริญเติบโต และสีผิวของปลากะพงขาว (*Lates calcarifer* Bloch 1790) ที่เลี้ยงในระบบบ่อควาโปนิคส์. *วารสารแก่นเกษตร*, 47(1), 1337-1344.
- นงนุช ตั้งเกริกโอฬาร และศุภางค์ ชำปฏี. (2550). พัฒนาการคัพภะและระยะเวลาของการฟักไข่ในปูม้าเทศเมียที่มีไข่นอกกระดอง (*Portunus Pelagicus* Linnaeus, 1758). *วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา*, 12(2), 56-63.
- ภมรพรรณ ฉัตรภูมิ และวารินทร์ ธนาสมหวัง. (2548). ผลของความหนาแน่นต่ออัตราการรอดตายของลูกปูม้า (*Portunus pelagicus* Linnaeus, 1758) ที่อนุบาลในถังไฟเบอร์, เอกสารวิชาการฉบับที่ 10/2548. กรมประมง.
- วาสนา อากรรรัตน์ และวุฒิชัย อ่อนเอี่ยม. (2555). ผลของไดอะตอม *Thalassiosira* spp. ต่ออัตราการรอดตาย และพัฒนาการของลูกปูม้า (*Portunus pelagicus*) วัยอ่อนระยะชูเอี้ยง 1 ถึง 4. *วารสารแก่นเกษตร*, 40(1), 61-68.
- วาสนา อากรรรัตน์, ลิขิต ชูชิต, และวุฒิชัย อ่อนเอี่ยม. (2554). การพัฒนาการของไข่นอกกระดอง และอัตราการฟักไข่ของแม่ปูม้า (*Portunus Pelagicus* Linnaeus, 1758) ที่เลี้ยงขุนด้วยอาหารแตกต่างกัน 3 ชนิด. *วารสารวิจัยเทคโนโลยีการประมง*, 5(1), 56-65.
- วิญญู บุญประเสริฐ, ประจวบ ฉายบุญ, เกียรติศักดิ์ เม่งอำพัน, จงกล พรหมยะ และชนกันต์ จิตมนัส. (2561). ผลของสีน้ำต่อการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายของปลากะพงขาววัยรุ่นที่เลี้ยงในระบบหมุนเวียนน้ำแบบบ่อควาโปนิคส์. *วารสารวิจัยเทคโนโลยีการประมง*, 12(1), 11-22.
- (2562). ผลของสีน้ำเทียมต่อกิจกรรมของเอนไซม์ อัตราส่วนระหว่างทริปซินไคโมทริปซิน (T/C ratio) และการเจริญเติบโตของปลากะพงขาววัยรุ่นที่เลี้ยงในระบบหมุนเวียนน้ำ. *วารสารวิจัยเทคโนโลยีการประมง*, 13(2), 11-24.
- วุฒิชัย อ่อนเอี่ยม, เทพบุตร เวชกามา และ โสภี วิชัยเมือง. (2552, มีนาคม 17-20). อัตราการรอดตายของลูกปูม้า *Portunus Pelagicus* (Linnaeus, 1758) ที่ได้จากพ่อแม่พันธุ์ในบ่อดิน. *เกษตรนำไทย: อาหารและพลังงานทดแทนสู่สมดุลอย่างยั่งยืน. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 47* (น. 381-387). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

- วุฒิชัย อ่อนเยี่ยม, วาสนา อากรรรัตน์, ลิขิต ชูชิต, กนกพร เกษสุวรรณ, และรัชกร อรชุน. (2554). การวิเคราะห์ทางการเงินของการเพาะเลี้ยงปูม้าแบบครบวงจร. *วารสารการประมง*, 64(2), 151-158.
- APHA/AWWA/WEF (2017). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (23<sup>rd</sup> ed.). American Water Works Association.
- Abbas, A.T., Ghazi, A.H.H., & Al-Noor, S.S. (2018). Effect of temperature and tank color on post larvae release and survival of freshwater prawn *Macrobrachium nipponense*. *Iraqi Journal of Aquaculture*, 15(2), 134-142.
- Alimuddin, Karim, M.Y., & Tahya, A.M. (2019). Survival rate of mud crab *Scylla olivacea* larvae reared in coloured tanks. *Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation – International Journal of the Bioflux Society*, 12(4), 1040-1044.
- Arshad, A., Efrizal, Kamarudin, M.S., & Saad, C.R. (2006). Study on fecundity, embryology and larval development of blue swimming crab *Portunus pelagicus* (Linnaeus, 1758) under laboratory conditions. *Research Journal of Fisheries and Hydrobiology*, 1(1), 35-44.
- Bastos, A.M., Lima, J.F., & Tavares-Dies, M. (2019). Effect of environmental light colors on the larviculture of the amazon river prawn *Macrobrachium amazonicum*. *Aquaculture International*, 27, 1525-1534.
- Chen, S., Shi, C., Migaud, H., Song, C., Mu, C. Ye, Y., Wang, C., & Ren, Z. (2022). Light spectrum impacts on growth, molting and oxidative stress response of the mud crab *Scylla paramamosain*. *Frontiers in Marine Science*, 9, 1-14.
- El-Sayed, A. F. M., & El-Ghobashy, A. E. (2011). Effects of tank colour and feed colour on growth and feed utilization of thinlip mullet (*Liza ramada*) larvae. *Aquaculture Research*, 42(8), 1163-1169.
- Eslamloo, K., Akhavan, S. R., Eslamifar, A., & Henry, M. A. (2015). Effects of background colour on growth performance, skin pigmentation, physiological condition and innate immune responses of goldfish, *Carassius auratus*. *Aquaculture Research*, 46(1), 202-215.
- Gao, X., Zhang, M., Li, X., Shi, C., Song, C., & Liu, Y. (2016). Effects of LED light quality on the growth, metabolism and activities of related enzymes of *Halotis discus*. *Aquaculture*, 453, 31-39.
- Guo, B., Wang, F., Li, Y., & Dong, S. (2012). Effect of periodic light color change on the molting frequency and growth of *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture*, 362-363, 67-71.
- (2013). Effect of periodic light intensity change on the molting frequency and growth of *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture*, 396-399, 66-70.

- Hastuti, Y. P., Nirmala, K., Syarifah, R., & Tridesianti, S. (2018). Protein profile and ammonia excretion of mud crab *Scylla serrata* with recirculation system. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 21, 275-283.
- Ikhwanuddin, M.H.D., Ahmad-Fadzil, N.S., Mohamad, S., & Abol-Munafi, A.B. (2019). Growth and survival of blue swimming crab, *Portunus pelagicus* larvae at different photo period and light intensity. *Asian Journal of Biological Sciences*, 12(2), 199-203.
- Jaski, M. G., Kamrani, E., & Salarzadeh, A. (2014). The study effect of sun light on growth performance and survival of postlarval white leg shrimp (*Litopenaeus vannamei*) and salinity stress resistance. *European Journal of Experimental Biology*, 4(2), 7-12.
- Kawamura, G., Bagarinao, T. U., Yong, A. S. K., Faisal, A. B., & Lim, L. S. (2018). Limit of colour vision in dim light in larvae of the giant freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii*. *Fisheries Science*, 84, 365-371.
- Kawamura, G., Yong, A. S. K., Roy, D. C., & Lim, L. S. (2020). Shelter color preference in the purple mud crab *Scylla tranquebarica* (Fabricius). *Applied Animal Behavior Science*, 225, 1-6.
- Krasteva, V., Zaikov, A., & Yankova, M. (2020). Effect of different tank colours on some productive parameters of European catfish (*Silurus glanis* L.) fingerlings. *Agricultural Sciences and Technology*, 12(1), 19-23.
- Luchiari, A., & Pirhonen, J. (2008). Effects of ambient colour on colour preference and growth of juvenile rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). *Journal of Fish Biology*, 72(6), 1504-1514.
- Leclercq, E., Taylor, J. F., & Migaud, H. (2010). Morphological skin colour changes in teleosts. *Fish and fisheries*, 11(2), 159-193.
- Maciel, C. R., & Valenti, W. C. (2014). Effect of tank colour on larval performance of the amazon river prawn *Macrobrachium amazonicum*. *Aquaculture Research*, 45(6), 1041-1050.
- Marshall, S., Warburton, K., Paterson, B., & Mann, D. (2005). Cannibalism in juvenile blue-swimmer crab *Portunus pelagicus* (Linnaeus, 1766): effects of body size, moult stage and refuge availability. *Applied Animal Behaviour Science*, 90, 65-82.
- Maheswarudu, G., Josileen Jose, Manmadhan Nair, K. R., Arputharaj, M. R., Ramakrishna, A., Vairamani, A., & Ramamoorthy, N. (2008). Evaluation of the seed production and grow out culture of blue swimming crab *Portunus pelagicus* (Linnaeus, 1758) in India. *Indian journal of Marine Sciences*, 37(3), 313-321.
- McLean, E., Cotter, P., Thain, C., & King, N. (2008). Tank color impacts performance of cultured fish. *Croatian Journal of Fisheries*, 66(2), 43-54.



- Papoutsoglou, S. E., Karakatsouli, N., & Chiras, G. (2005). Dietary L-tryptophan and tank colour effects on growth performance of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) juveniles reared in a recirculating water system. *Aquacultural Engineering*, 32(2), 277-284.
- Rabbani, A. G., & Zeng, C. S. (2005). Effects of tank color on larval survival and development of mud crab *Scylla serrata* (Forsskål). *Aquaculture Research*, 36(11), 1112-1119.
- Raghavan, P. R., Xiao-Ming, Z. H., Wu, L. E., Dong, H. A., Yun-Xia, Y.A., & Shou-Qi, X. I. (2013). Rearing tank colour influences survival and growth of the early larvae of the yellow catfish (*Pelteobagrus fulvidraco*, Richardson). *Acta Hydrobiologica Sinica*, 37(2), 177-184.
- Rotllant, J., Tort, L., Montero, D., Pavlidis, M., Martinez, S. E., Wendelaar, B., & Balm, P. H. M. (2003). Background colour influence on the stress response in cultured red porgy (*Pagrus pagrus*). *Aquaculture*, 223(1-4), 129-139.
- Strand, Å., Alanärrä, A., Staffan, F., & Magnhagen, C. (2007). Effects of tank colour and light Intensity on feed intake, growth rate and energy expenditure of juvenile eurasian perch, *Perca fluviatilis* L. *Aquaculture*, 272(1), 312-318.
- Soundarapandian, P., Thamizhazhagan, E., & Samuel John, N. (2007) Seed Production of Commercially Important Blue Swimming Crab *Portunus pelagicus*. *Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 2(4), 302-309.
- Thien, F. Y., Hamasaki, K., Shapawi, R., Kawamura, G., Cruz-Huervana, J. D. L., & Yong, A. S. K. (2022). Effect of background tank color in combination with sand substrate and shelters on survival and growth of *Scylla tranquebarica* instar. *Egyptian Journal of Aquatic Research*, 1-6.
- Wang, F., Dong, S., Huang, G., Wu, L., Tian, X., & Ma, S. (2003). The effect of light color on the growth of chinese shrimp *Fenneropenaeus chinensis*. *Aquaculture*, 228, 351-360.
- Wei, J., Tian, L., Wang, Y., Yu, L., & Zhu, X. (2021). Effects of salinity, photoperiod, and light spectrum on larval survival, growth and related enzyme activities in the giant freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii*. *Aquaculture*, 530, 735
- Zhang, X., Zhang, Y., Zhang, Q., Liu, P., Guo, R., Jin, S., Lin, J., Chen, L., Ma, Z., & Liu, Y. (2020). Evaluation and analysis of water quality of marine aquaculture area. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17, 1-15.



ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการยอมรับการผลิตข้าวอินทรีย์ของเกษตรกรในตำบลจิวัดอน  
อำเภอเมืองสกลนคร จังหวัดสกลนคร

Factors Related to Adoption of Organic Rice Production in Ngew Don Sub-  
district, Mueang Sakon Nakhon District, Sakon Nakhon Province

บุษดี รัตนกร\*, เบนจามาศ อยู่ประเสริฐ และ บำเพ็ญ เขียวหวาน  
Busadee Rattanakorn\*, Benchamas Yooprasert and Bumpen Keowan

วิชาเอกส่งเสริมและพัฒนาการเกษตร สาขาเกษตรศาสตร์และสหกรณ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

Agricultural Extension and Development School of Agriculture and Cooperatives Sukhothai Thammathirat Open University

\*Corresponding author. E-mail: busadee.rattana@gmail.com

### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสภาพทางสังคมและเศรษฐกิจ ความรู้และความคิดเห็นเกี่ยวกับการผลิตข้าวอินทรีย์ การยอมรับการผลิตข้าวอินทรีย์ของเกษตรกร ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการยอมรับการผลิตข้าวอินทรีย์ของเกษตรกร และปัญหาและข้อเสนอแนะในการส่งเสริมการผลิตข้าวอินทรีย์ กลุ่มตัวอย่างที่ศึกษา คือ เกษตรกรผู้ผลิตข้าวอินทรีย์ที่ผ่านการตรวจประเมินจากกรมการข้าว ปี 2562 ในตำบลจิวัดอน อำเภอเมืองสกลนคร จำนวน 102 ราย เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นแบบสอบถาม วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติพรรณนา และการวิเคราะห์ถดถอยพหุ ผลการวิจัยพบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง อายุเฉลี่ย 56.38 ปี จบการศึกษาระดับประถมศึกษา มีสมาชิกในครัวเรือนเฉลี่ย 3.95 คน มีประสบการณ์ในการผลิตข้าวอินทรีย์เฉลี่ย 5.67 ปี เกษตรกรมีรายได้จากการขายข้าวในรอบการผลิตที่ผ่านมาเฉลี่ย 20,660.61 บาทต่อปี มีรายจ่ายในการผลิตข้าวเฉลี่ย 1,505.49 บาทต่อไร่ มีภาระหนี้สินเพื่อการเกษตรเฉลี่ย 23,738.10 บาทต่อปี มีพื้นที่ผลิตข้าวอินทรีย์เฉลี่ย 10.64 ไร่ มีแรงงานในภาคการเกษตรเฉลี่ย 2.35 คน มีแหล่งเงินทุนเพื่อการเกษตรเป็นเงินทุนของตนเอง เกษตรกรส่วนใหญ่ ร้อยละ 76.5 มีความรู้เกี่ยวกับการผลิตข้าวอินทรีย์อยู่ในระดับมากที่สุด เกษตรกรได้รับความรู้ในระดับมากจากสื่อกิจกรรม และเห็นด้วยกับการผลิตข้าวอินทรีย์ในระดับมากที่สุด เกษตรกรยอมรับปฏิบัติการผลิตข้าวอินทรีย์อยู่ในระดับมาก เพศ อายุ จำนวนสมาชิกในครัวเรือน และรายจ่ายในการผลิตข้าว มีความสัมพันธ์กับการยอมรับการผลิตข้าวอินทรีย์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05) เกษตรกรมีปัญหาการส่งเสริมในประเด็นการแปรรูป และคัดบรรจุ โดยมีข้อเสนอแนะในด้านการส่งเสริมเกี่ยวกับการจัดการดินและปุ๋ย และวิธีการส่งเสริมแบบมวลชน

**คำสำคัญ:** ปัจจัยที่เกี่ยวข้อง การยอมรับ การผลิตข้าวอินทรีย์

### Abstract

This research is to study social and economic conditions knowledge and opinions about organic rice production the adoption of organic rice production of farmers factors relating to the adoption of organic rice production of farmers and problems and suggestions in the extension of organic rice production. The sample group of the study is organic rice production farmers, having passed the evaluation from rice department in 2019 in Ngew Don sub-district, Mueang Sakon Nakhon district. The sample size of 102 people was determined. Questionnaires are utilized to collect necessary data. Data were analyzed by using descriptive analysis and multiple regression analysis. The results of the research revealed that most of the farmers are female with the average age of 56.38 years old who had completed primary school education, have the average members in the household of 3.95 people and have the average organic rice production experience of 5.67 years. Farmers have got the average income from selling rice products in the previous production year of 20,660.61 Baht/year, have got the average expense in rice production of 1,505.49 Baht/Rai, have got the average debt in agriculture of 23,738.10 Baht/year, have the average organic rice production area of 10.64 Rai. They have the average labor in the agricultural sector of 2.35 people with the agricultural funding resource from their own money. Most of the farmers (76.5%) have the knowledge about organic rice production at the highest level. They receive the knowledge at the high level from activity media and agree with organic rice production at the highest level. Farmers adopt the practice of organic rice production at the high level. Gender, age, number of members in the household and rice production cost are related with the adoption of organic rice production at statistically significant level of 0.05. Farmers face the problem regarding the extension in the aspect of processing and packaging. They suggest that there should be the extension on soil and fertilizer management and mass extension method..

**Keywords:** Relating factor, Adoption, Organic rice production

### บทนำ

ข้าว เป็นอาหารหลักของคนไทยและคนในทวีปเอเชีย และข้าวเป็นพืชเศรษฐกิจของภูมิภาคเอเชีย ประเทศไทยมีการเพาะปลูกข้าวเพื่อบริโภคและเป็นสินค้าส่งออกที่สำคัญที่นำรายได้เข้าประเทศ ในปี 2564 ประเทศไทยมีการส่งออกข้าวปริมาณ 6.11 ล้านตัน คิดเป็นมูลค่า 3,410 ล้านเหรียญสหรัฐ (ประมาณ 108,165 ล้านบาท) โดยไทยส่งออกข้าวเป็นอันดับ 3 ของโลก รองจากอินเดีย และเวียดนาม (กรมการค้าต่างประเทศ, 2565) ด้วยสภาพพื้นที่และภูมิอากาศที่เหมาะสมทำให้บางพื้นที่สามารถทำการเพาะปลูกข้าวได้ตลอดทั้งปี โดยในปีเพาะปลูก 2563/64 ประเทศไทยมีเนื้อที่เพาะปลูกข้าวนานปี 62,437,542 ไร่ และมีเนื้อที่เพาะปลูกข้าวนาปรัง 8,342,709 ไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2563) และเพื่อให้ได้ผลผลิตที่สูงขึ้น เกษตรกรจึงมีการใช้สารเคมีและปุ๋ยเคมีในกระบวนการผลิตเพื่อป้องกันกำจัดโรคและแมลงศัตรู และจากการใช้สารเคมีอย่างต่อเนื่องยังส่งผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของเกษตรกร

และผู้บริโภค เป็นพืชต่อสภาพแวดล้อมโดยเฉพาะดินและแหล่งน้ำและที่สำคัญคือ ปัญหาสารพิษตกค้างในผลผลิต (วันปิติ ธรรมศรี, 2564) และจากกระแสความตื่นตัวของผู้บริโภคที่มุ่งเน้นการดูแลสุขภาพมากยิ่งขึ้น โดยให้ความสำคัญกับเรื่องอาหารเพื่อสุขภาพที่มีความปลอดภัยจากสารพิษ โดยเฉพาะสินค้าที่เป็นเกษตรอินทรีย์

ข้าว เป็นพืชชนิดหนึ่งที่นิยมทำเกษตรอินทรีย์ การผลิตข้าวอินทรีย์ เป็นระบบการผลิตข้าวที่ไม่ใช้สารเคมีทางการเกษตรทุกชนิด นอกจากจะทำให้ได้ผลผลิตข้าวที่มีคุณภาพและปลอดภัยจากสารพิษแล้ว ยังเป็นการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและเป็นการพัฒนาการเกษตรแบบยั่งยืน โดยเน้นเรื่องของธรรมชาติเป็นสำคัญ ได้แก่ การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ การฟื้นฟูความอุดมสมบูรณ์ของธรรมชาติ การรักษาสมดุลธรรมชาติและการใช้ประโยชน์จากธรรมชาติ เพื่อการผลิตอย่างยั่งยืน เช่น ปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดินโดยการปลูกพืชหมุนเวียน การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในไร่นาหรือจากแหล่งอื่น การควบคุมโรค แมลงและสัตว์ศัตรูข้าวโดยวิธีผสมผสานที่ไม่ใช้สารเคมี การเลือกใช้พันธุ์ข้าวที่เหมาะสมมีความต้านทานโดยธรรมชาติ รักษาสมดุลของศัตรูธรรมชาติ การจัดการพืช ดิน และน้ำ ให้ถูกต้องเหมาะสมกับความต้องการของต้นข้าว เพื่อให้ต้นข้าวเจริญเติบโตได้ดี มีความสมบูรณ์แข็งแรงตามธรรมชาติ การจัดการสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสมต่อการระบาดของโรค แมลงและสัตว์ศัตรูข้าว เป็นต้น (กองวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว, ม.ป.ป.)

ตำบลจี้วุดอน อำเภอเมืองสกลนคร จังหวัดสกลนคร มีสภาพพื้นที่เป็นที่ราบลุ่ม เป็นทั้งพื้นที่ดอน และพื้นที่น้ำจืด สภาพดินมีความอุดมสมบูรณ์ทางธรรมชาติค่อนข้างต่ำและเป็นดินเค็ม การเพาะปลูกอาศัยน้ำฝนตามธรรมชาติ จึงทำให้มีข้อจำกัดในการเพาะปลูกพืช เกษตรกรร้อยละ 90 ประกอบอาชีพทำนา (สำนักงานเกษตรอำเภอเมืองสกลนคร, 2563) ที่มีพื้นที่ปลูกข้าวนาปี ปี 2563/64 จำนวน 13,082.25 ไร่ (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2563) การทำนามีการใช้ปุ๋ยเคมีและสารเคมีค่อนข้างสูง ทำให้เกษตรกรประสบปัญหาต้นทุนการผลิตเพิ่มขึ้นจากแนวโน้มการปรับราคาปุ๋ยและสารเคมีซึ่งเป็นสินค้านำเข้า และยังส่งผลกระทบต่อทรัพยากรดินทำให้ดินเสื่อมโทรม ในปี พ.ศ. 2558 ได้มีการส่งเสริมให้มีการรวมกลุ่มเพื่อผลิตข้าวปลอดภัยและลด ละ เลิก การใช้สารเคมี ปรับเปลี่ยนสู่การทำนาแบบอินทรีย์ ทำให้เกษตรกรสามารถลดต้นทุนการผลิตและมีผลตอบแทนที่มากกว่าการทำนาเคมี (ชาลิสา สุวรรณกิจ และกนกเนตร เปรมปรี, 2559)

อย่างไรก็ตาม ในการส่งเสริมการผลิตข้าวอินทรีย์เพื่อให้เกิดการยอมรับนำไปปฏิบัติของเกษตรกรนั้น ยังมีหลายปัจจัยเข้ามาเกี่ยวข้อง ทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการยอมรับการผลิตข้าวอินทรีย์ ตลอดจนปัญหาและข้อเสนอแนะที่ได้จากเกษตรกรผู้ผลิตข้าวอินทรีย์ในตำบลจี้วุดอน อำเภอเมืองสกลนคร จังหวัดสกลนคร เพื่อเป็นแนวทางในการวางแผนการส่งเสริมและขยายพื้นที่การผลิตข้าวอินทรีย์ให้เหมาะสม และสอดคล้องกับสภาพพื้นที่ต่อไป

### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาสภาพทางสังคม เศรษฐกิจ ความรู้และความคิดเห็นเกี่ยวกับการผลิตข้าวอินทรีย์ และการยอมรับการผลิตข้าวอินทรีย์ของเกษตรกร
2. เพื่อศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการยอมรับการผลิตข้าวอินทรีย์ของเกษตรกร
3. เพื่อศึกษาปัญหาและข้อเสนอแนะในการส่งเสริมการผลิตข้าวอินทรีย์ของเกษตรกร

## วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัย เรื่อง ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการยอมรับการผลิตข้าวอินทรีย์ของเกษตรกรในตำบลจิวัดอน อำเภอเมืองสกลนคร จังหวัดสกลนคร เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ (Survey Research) มีวิธีการดำเนินการวิจัยดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง คือ เกษตรกรผู้ผลิตข้าวอินทรีย์ที่ผ่านการตรวจประเมินจากกรมการข้าว ปี 2562 ในพื้นที่ตำบลจิวัดอน อำเภอเมืองสกลนคร จังหวัดสกลนคร จำนวน 136 ราย (ศูนย์วิจัยข้าวสกลนคร, 2562) กำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้สูตรคำนวณของ Taro Yamane (Yamane, 1973) ที่ระดับความคลาดเคลื่อน 0.05 ได้ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 102 ราย คิดเป็นร้อยละ 75 ของประชากรทั้งหมด สุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple Random Sampling) โดยวิธีการจับสลากรายชื่อตามสัดส่วนที่กำหนด

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบสอบถามแบบกึ่งโครงสร้าง ประกอบด้วย คำถามที่มีลักษณะคำถามทั้งแบบปลายปิด (Close-ended Question) และคำถามปลายเปิด (Open-ended Question) โดยแบ่งเนื้อหาเป็น 4 ตอน ได้แก่ ตอนที่ 1 สภาพสังคมและเศรษฐกิจของเกษตรกร ตอนที่ 2 ความรู้และแหล่งความรู้เกี่ยวกับการผลิตข้าวอินทรีย์ ตอนที่ 3 ความคิดเห็นและการยอมรับการผลิตข้าวอินทรีย์ และตอนที่ 4 ปัญหาและข้อเสนอแนะในการส่งเสริมการผลิตข้าวอินทรีย์

3. การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.1 การตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา โดยการนำแบบสอบถามเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา จำนวน 3 ท่าน ทำการตรวจสอบตามแบบประเมินโดยใช้ดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามแต่ละข้อกับวัตถุประสงค์ (Index of Item Objective Congruence: IOC) เพื่อพิจารณาแบบสอบถามว่าสอดคล้องกับวัตถุประสงค์หรือไม่ โดยกำหนดคะแนนความเห็น ดังนี้ +1 ถ้าข้อคำถามสอดคล้องกับวัตถุประสงค์, 0 ถ้าไม่แน่ใจว่าข้อคำถามสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ และ -1 ถ้าข้อคำถามไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ นำคะแนนที่ได้จากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญทุกท่านหาค่าเฉลี่ย โดยมีเกณฑ์การเลือกข้อคำถาม คือ หากข้อคำถามที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง ตั้งแต่ 0.50 – 1.00 แสดงว่าข้อคำถามนั้นวัดตรงกับเนื้อหาที่กำหนด สามารถนำข้อคำถามไปใช้ได้ ส่วนข้อคำถามที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องต่ำกว่า 0.50 แสดงว่าข้อคำถามวัดไม่ตรงกับเนื้อหา ผู้วิจัยจะต้องนำข้อคำถามนั้นมาพิจารณาปรับปรุงข้อคำถามใหม่ หรือจะตัดทิ้งให้พิจารณาตามความเหมาะสม (ธีระ กุลสวัสดิ์, 2558, น.2)

3.2 การทดสอบความเที่ยง (Reliability Analysis) นำแบบสอบถามที่ผ่านการตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา ไปทดสอบ (Try-out) กับเกษตรกรที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย จำนวน 30 ราย นำคำตอบที่ได้จากแบบสอบถามตอนที่ 2.2 ระดับการได้รับความรู้ของเกษตรกรเกี่ยวกับการผลิตข้าวอินทรีย์ ตอนที่ 3 การยอมรับการผลิตข้าวอินทรีย์ของเกษตรกรในเชิงความคิดเห็น ตอนที่ 4.1 ปัญหาในการผลิตข้าวอินทรีย์ของเกษตรกร และตอนที่ 4.2 ข้อเสนอแนะในการส่งเสริมการผลิตข้าวอินทรีย์ มาทดสอบหาค่าความเที่ยง (Reliability Analysis) ตามวิธีการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbrach's Alpha Coefficient) โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปปรากฏว่า ได้ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นในแต่ละตอน ดังนี้ 2.2 ระดับการได้รับความรู้ของเกษตรกรเกี่ยวกับการผลิตข้าวอินทรีย์เท่ากับ 0.912 ตอนที่ 3 การยอมรับการผลิตข้าวอินทรีย์ของเกษตรกรในเชิงความคิดเห็น เท่ากับ 0.834 ตอนที่ 4.1 ปัญหาในการผลิตข้าวอินทรีย์ของเกษตรกร เท่ากับ 0.765 และ 4.2 ข้อเสนอแนะในการส่งเสริมการผลิตข้าวอินทรีย์ 0.817 ค่าความเชื่อมั่นของเครื่องมือวิจัย ควรมีค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา

ไม่ต่ำกว่า 0.70 จึงจะยอมรับได้ว่า เครื่องมือวิจัยนั้นมีความเชื่อมั่นหรือความเที่ยงน่าเชื่อถือได้ (ธีระ กุลสวัสดิ์, 2558, น.2) และจากการวิเคราะห์ความเที่ยงแบบสอบถามพบว่าในแต่ละตอนมีค่าความเที่ยงมากกว่า 0.70 สามารถนำไปเก็บข้อมูลได้

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัยครั้งนี้ด้วยตนเอง โดยการกำหนดวัน เวลา สถานที่เก็บข้อมูล โดยประสานผ่านผู้นำชุมชนในแต่ละหมู่บ้านเพื่อนัดหมาย วัน เวลา สถานที่ เพื่อชี้แจงรายละเอียด และขั้นตอน การตอบแบบสอบถาม และสอบถามเป็นรายบุคคล

5. การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบสอบถาม ตรวจสอบความถูกต้อง ครบถ้วนสมบูรณ์ ลงรหัสข้อมูลเพื่อประเมินผล วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติที่พรรณนา ได้แก่ ค่าความถี่ ร้อยละ ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และใช้สถิติอนุมาน เพื่อทดสอบสมมติฐาน โดยใช้การวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ (Multiple Regression Analysis)

## ผลการวิจัย

### 1. สภาพทางสังคมและเศรษฐกิจของเกษตรกร

ผลการวิจัยพบว่า เกษตรกร ร้อยละ 67.6 เป็นเพศหญิง มีอายุเฉลี่ย 56.38 ปี ร้อยละ 68.6 จบการศึกษาในระดับประถมศึกษา มีจำนวนสมาชิกในครัวเรือนเฉลี่ย 3.95 คน และมีประสบการณ์ในการผลิตข้าวอินทรีย์เฉลี่ย 5.67 ปี เกษตรกร ร้อยละ 64.7 มีรายได้จากการขายข้าวในรอบการผลิตที่ผ่านมาเฉลี่ย 20,660.61 บาท มีรายจ่ายในการผลิตข้าวในรอบการผลิตที่ผ่านมาเฉลี่ย 1,505.49 บาทต่อไร่ เกษตรกรร้อยละ 41.2 มีภาระหนี้สินเพื่อทำการเกษตรเฉลี่ย 23,738.10 บาทต่อปี และมีจำนวนพื้นที่ผลิตข้าวอินทรีย์เฉลี่ย 10.64 ไร่ เกษตรกรร้อยละ 93.1 มีพื้นที่ถือครองเป็นของตนเองเฉลี่ย 10.43 ไร่ มีจำนวนแรงงานในภาคการเกษตรเฉลี่ย 2.35 คน และร้อยละ 59.8 ใช้เงินทุนของตนเองในการทำการเกษตร (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 สภาพทางสังคมและสังคมของเกษตรกรผู้ผลิตข้าวอินทรีย์ในตำบลจี้วต่อน อำเภอเมืองสกลนคร จังหวัดสกลนคร

รายการ	จำนวน (n = 102)	ร้อยละ
1. เพศ		
ชาย	33	32.4
หญิง	69	67.6
2. อายุเฉลี่ย (ปี)	56.38	
3. ระดับการศึกษา		
ประถมศึกษา	70	68.6
มัธยมศึกษาตอนต้น	8	7.8
มัธยมศึกษาตอนปลาย	18	17.6
ประกาศนียบัตร/อนุปริญญา	3	2.9
ปริญญาตรีหรือเทียบเท่า	3	2.9

รายการ	จำนวน (n = 102)	ร้อยละ
4. จำนวนสมาชิกในครัวเรือน (คน)		
น้อยกว่าหรือเท่ากับ 2	21	20.6
3 - 5	64	62.7
มากกว่าหรือเท่ากับ 6	17	16.7
ค่าต่ำสุด = 1 คน ค่าสูงสุด = 10 คน ค่าเฉลี่ย = 3.95 คน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 1.697		
5. ประสบการณ์ในการผลิตข้าวอินทรีย์เฉลี่ย (ปี)		
	5.67	
6. รายได้จากการขายข้าวในรอบการผลิตที่ผ่านมา (บาทต่อปี)		
ไม่มีรายได้จากการขายข้าว	36	35.3
มีรายได้จากการขายข้าว	66	64.7
น้อยกว่าหรือเท่ากับ 5,000	6	5.9
5,001 – 15,000	19	18.6
15,001 – 25,000	21	20.6
25,001 – 35,000	16	15.7
มากกว่าหรือเท่ากับ 35,001	4	3.9
ค่าต่ำสุด = 2,000 บาท ค่าสูงสุด = 75,000 บาท ค่าเฉลี่ย = 20,660.61 บาท ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 12,302.281		
7. รายจ่ายในการผลิตข้าวในรอบการผลิตที่ผ่านมา (บาทต่อไร่)		
น้อยกว่าหรือเท่ากับ 1,000	6	5.9
1,001-1,300	39	38.2
1,301-1,600	31	30.4
1,601-1,900	11	10.8
มากกว่าหรือเท่ากับ 1,901	15	14.7
ค่าต่ำสุด = 850 บาท ค่าสูงสุด = 3,200 บาท ค่าเฉลี่ย = 1,505.49 บาท ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 452.611		
8. ภาระหนี้สินเพื่อทำการเกษตร (บาท)		
ไม่มีภาระหนี้สิน	60	58.8
มีภาระหนี้สิน	42	41.2
น้อยกว่าหรือเท่ากับ 5,000	1	1.0
5,001 – 15,000	12	11.8
15,001 – 25,000	15	14.7
25,001 – 35,000	8	7.8
มากกว่าหรือเท่ากับ 35,001	6	5.9
ค่าต่ำสุด = 5,000 บาท ค่าสูงสุด = 50,000 บาท ค่าเฉลี่ย = 23,738.10 บาท ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 11,896.012		
9. จำนวนพื้นที่ผลิตข้าวอินทรีย์เฉลี่ย (ไร่)		
	10.64	



รายการ	จำนวน (n = 102)	ร้อยละ
10. การถือครองพื้นที่		
ไม่มีพื้นที่ถือครองเป็นของตนเอง	7	6.9
มีพื้นที่ถือครองเป็นของตนเอง	95	93.1
น้อยกว่า 4	7	6.8
4 – 7	23	22.5
8 – 11	32	31.4
12 – 15	17	16.7
มากกว่า 15	16	15.7
ค่าต่ำสุด = 2 ไร่ ค่าสูงสุด = 26 ไร่ ค่าเฉลี่ย = 10.43 ไร่ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 5.504		
11. จำนวนแรงงานในภาคการเกษตร (คน)	2.35	
12. แหล่งเงินทุนเพื่อทำการเกษตร (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)		
ของตนเอง	61	59.8
กองทุนหมู่บ้าน	9	8.8
กลุ่ม/สถาบันเกษตรกร	5	4.9
สหกรณ์การเกษตร	4	3.9
ธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์	36	35.3

## 2. ความรู้และแหล่งความรู้เกี่ยวกับการผลิตข้าวอินทรีย์ของเกษตรกร

2.1 ความรู้เกี่ยวกับการผลิตข้าวอินทรีย์ของเกษตรกร จากการทดสอบระดับความรู้ของเกษตรกร โดยใช้ข้อคำถามจำนวน 20 ข้อ โดยพิจารณาจากคะแนนที่ตอบถูก คือ ตอบถูก = 1 คะแนน และตอบผิด = 0 คะแนน พบว่า เกษตรกรร้อยละ 76.5 มีความรู้ในระดับมากที่สุด โดยได้คะแนนความรู้อยู่ระหว่าง 17 – 20 คะแนน รองลงมา ร้อยละ 22.5 เกษตรกรมีความรู้ในระดับมาก มีคะแนนความรู้อยู่ระหว่าง 13 – 16 คะแนน และร้อยละ 1 เกษตรกรมีความรู้ในระดับปานกลาง มีคะแนนความรู้อยู่ระหว่าง 9 – 12 คะแนน โดยมีคะแนนต่ำสุด 12 คะแนน คะแนนสูงสุด 20 คะแนน ค่าเฉลี่ย 17.61 คะแนน เกษตรกรมีความรู้เกี่ยวกับการผลิตข้าวอินทรีย์ในด้านต่าง ๆ ได้แก่ (1) พื้นที่ปลูกและแหล่งน้ำ (2) การจัดการดินและปุ๋ย (3) การจัดการคุณภาพในกระบวนการผลิตก่อนการเก็บเกี่ยว (4) การเก็บเกี่ยวและการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยว (5) การขนย้าย การเก็บรักษา และการรวบรวมผลผลิต (6) การแปรรูป และการคัดบรรจุ (7) การบันทึกและการจัดเก็บข้อมูล แต่เมื่อพิจารณาในข้อคำถามย่อย มีข้อคำถามย่อยที่เกษตรกรตอบถูกน้อยที่สุด คือ การเก็บเกี่ยวข้าวหลังจากข้าวออกดอกแล้วประมาณ 28 – 30 วัน หรือที่เรียกว่า “ระยะพลับพลึง” เป็นระยะเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมสำหรับการทำเมล็ดพันธุ์ ตอบถูกเพียงร้อยละ 53.9

2.2 การได้รับความรู้เกี่ยวกับการผลิตข้าวอินทรีย์ จากแหล่งความรู้ต่างๆ พบว่า ในภาพรวมเกษตรกรได้รับความรู้จากแหล่งความรู้ในระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ย 3.16) โดยเกษตรกรได้รับความรู้ในระดับมาก จากสื่อกิจกรรม (ค่าเฉลี่ย 3.58) และในระดับปานกลาง จากสื่อบุคคล (ค่าเฉลี่ย 3.31) สื่อเทคโนโลยี (ค่าเฉลี่ย 3.23) สื่อสิ่งพิมพ์ (ค่าเฉลี่ย 2.99) สื่อมวลชน (ค่าเฉลี่ย 2.67) ตามลำดับ

### 3. ความคิดเห็นและการยอมรับการผลิตข้าวอินทรีย์ของเกษตรกร

3.1 ความคิดเห็นเกี่ยวกับการผลิตข้าวอินทรีย์ พบว่า ในภาพรวมเกษตรกรเห็นด้วยกับการปฏิบัติตามการผลิตข้าวอินทรีย์ ทั้ง 7 ด้านในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 4.25) โดยเกษตรกรเห็นด้วยในระดับมากที่สุด 5 ด้านคือการขนย้าย การเก็บรักษา และการรวบรวมผลผลิต (ค่าเฉลี่ย 4.53) รองลงมาเห็นด้วยกับการแปรรูป และการคัดบรรจุ (ค่าเฉลี่ย 4.42) พื้นที่ปลูกและแหล่งน้ำ (ค่าเฉลี่ย 4.35) การเก็บเกี่ยวและการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยว (ค่าเฉลี่ย 4.30) การบันทึกและการจัดเก็บข้อมูล (ค่าเฉลี่ย 4.21) และเกษตรกรเห็นด้วยในระดับมาก 2 ด้าน คือ การจัดการดินและปุ๋ย (ค่าเฉลี่ย 4.19) และการจัดการคุณภาพในกระบวนการผลิตก่อนการเก็บเกี่ยว (ค่าเฉลี่ย 3.72)

3.2 การยอมรับปฏิบัติตามการผลิตข้าวอินทรีย์ของเกษตรกร พบว่า เกษตรกรร้อยละ 67.6 มีการปฏิบัติอยู่ในระดับมาก ได้คะแนนการปฏิบัติอยู่ระหว่าง 13 – 16 คะแนน รองลงมาร้อยละ 32.4 มีการปฏิบัติในระดับมากที่สุด ได้คะแนนการปฏิบัติอยู่ระหว่าง 17 – 20 คะแนน โดยเกษตรกรได้คะแนนการปฏิบัติต่ำสุด 13 คะแนน คะแนนการปฏิบัติสูงสุด 18 คะแนน และคะแนนเฉลี่ย 15.57 คะแนน เมื่อพิจารณาในประเด็นย่อย พบว่า เกษตรกรจำนวนมากที่สุด ร้อยละ 100 มีการปฏิบัติในประเด็น 1) เลือกรพื้นที่ปลูกที่ไม่มีวัตถุอันตรายที่จะทำให้เกิดการตกค้างหรือปนเปื้อนในข้าว 2) ใช้น้ำใช้ในกระบวนการผลิตจากแหล่งที่ไม่มีสภาพแวดล้อม ที่ก่อให้เกิดการปนเปื้อนวัตถุอันตราย 3) ไม่เผาตอซัง ฟางข้าว และเศษวัสดุอินทรีย์ในแปลงนา เพราะเป็นการทำลายอินทรีย์วัตถุ และจุลินทรีย์ดินที่มีประโยชน์ 4) ใส่ปุ๋ยอินทรีย์จากธรรมชาติ เช่น ปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยมูลสัตว์ ปุ๋ยหมัก และปุ๋ยพืชสด ที่ละเอียดที่ละเอียดสม่ำเสมอเป็นประจำ 5) เลือกรใช้เมล็ดพันธุ์ข้าวที่ได้มาตรฐานจากแหล่งผลิตเมล็ดพันธุ์แบบเกษตรอินทรีย์ 6) แยกอุปกรณ์ ภาชนะบรรจุ และพาหนะที่ใช้ขนย้ายและเก็บรักษาจากข้าวทั่วไป 7) แยกเก็บรักษาและจัดการผลผลิตระหว่างข้าวอินทรีย์และข้าวที่ไม่ใช่อินทรีย์ 8) แยกสีและจัดเก็บผลิตภัณฑ์ข้าวอินทรีย์จากผลิตภัณฑ์ข้าวทั่วไป 9) จัดบันทึกข้อมูลการใช้ปัจจัยการผลิตในแปลงทุกครั้ง และ 10) จัดบันทึกข้อมูลการเก็บเกี่ยวและปริมาณผลผลิตที่เก็บเกี่ยวได้ และพบว่า มีประเด็นย่อยที่เกษตรกรปฏิบัติน้อยใน 2 ประเด็น คือ 1) การเลือกใช้แสงไฟล่อ ใช้กับดัก หรือใช้กาบเหนียวเป็นวิธีการในการกำจัดแมลงศัตรูข้าว ปฏิบัติเพียงร้อยละ 6.9 และ 2) การแช่เมล็ดพันธุ์ข้าวในสารละลายจุนสี (จุนสี 1 กรัมต่อน้ำ 1 ลิตร) เป็นเวลา 20 ชั่วโมง ก่อนนำไปปลูก เพื่อป้องกันโรคที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์ข้าว ปฏิบัติเพียงร้อยละ 2.9

### 4. ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการยอมรับการผลิตข้าวอินทรีย์ของเกษตรกร

การวิจัยครั้งนี้ใช้การวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ (Multiple Regression Analysis) โดยการนำตัวแปรเข้าไปในสมการโดยวิธีปกติ (enter) เพื่อหาความเกี่ยวข้องระหว่างตัวแปรตามและตัวแปรอิสระหลายตัว ว่าตัวแปรอิสระแต่ละตัวมีความเกี่ยวข้องแบบใดหรือทิศทางใด (เชิงบวกหรือเชิงลบ) กับตัวแปรตาม และมีระดับความเกี่ยวข้องกับตัวแปรตามมากหรือน้อยเพียงใด โดยการวิเคราะห์ในครั้งนี้ใช้ตัวแปรอิสระจำนวน 13 ตัว ได้แก่ 1) เพศ 2) อายุ 3) ระดับการศึกษา 4) จำนวนสมาชิกในครัวเรือน 5) จำนวนแรงงานในภาคการเกษตร 6) ประสบการณ์ในการผลิตข้าวอินทรีย์ 7) จำนวนพื้นที่ผลิตข้าวอินทรีย์ 8) รายได้จากการขายข้าว 9) รายจ่ายในการผลิตข้าว 10) ภาระหนี้สินของครัวเรือน 11) แหล่งเงินทุนเพื่อทำการเกษตร 12) ความรู้เกี่ยวกับการผลิตข้าวอินทรีย์ 13) จำนวนช่องทางการได้รับความรู้ และตัวแปรตาม คือ การยอมรับการผลิตข้าวอินทรีย์ของเกษตรกรในตำบลจันทอน อำเภอเมืองสกลนคร จังหวัดสกลนคร

เมื่อทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทำนาย พบว่า ไม่มีตัวทำนายคู่ใดที่มีความสัมพันธ์กันสูงกว่า 0.85 ที่ทำให้เกิดปัญหาตัวแปรอิสระมีความสัมพันธ์กันสูง (multicollinearity) และการวิจัยครั้งนี้มีแบบจำลองสามารถนำมาสร้างเป็นสมการ ได้ดังนี้

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + b_4X_4 + b_5X_5 + b_6X_6 + b_7X_7 + b_8X_8 + b_9X_9 \\ + b_{10}X_{10} + b_{11}X_{11} + b_{12}X_{12} + b_{13}X_{13}$$

เมื่อ Y = การยอมรับการผลิตข้าวอินทรีย์ของเกษตรกรในตำบลจันทอน อำเภอเมืองสกลนคร จังหวัดสกลนคร (1 = ยอมรับ, 0 = ไม่ยอมรับ)

ตัวแปรอิสระ ได้แก่

- X<sub>1</sub> = เพศ (ตัวแปรหุ่น ชาย = 1 หญิง = 0)
- X<sub>2</sub> = อายุ (ปี)
- X<sub>3</sub> = ระดับการศึกษา (ปี)
- X<sub>4</sub> = จำนวนสมาชิกในครัวเรือน (คน)
- X<sub>5</sub> = จำนวนแรงงานในภาคการเกษตร (คน)
- X<sub>6</sub> = ประสบการณ์ในการผลิตข้าวอินทรีย์ (ปี)
- X<sub>7</sub> = จำนวนพื้นที่ผลิตข้าวอินทรีย์ (ไร่)
- X<sub>8</sub> = รายได้จากการขายข้าว (บาท/ปี)
- X<sub>9</sub> = รายจ่ายในการผลิตข้าว (บาท/ไร่)
- X<sub>10</sub> = หนี้สินของครัวเรือน (บาท/ปี)
- X<sub>11</sub> = แหล่งเงินทุนเพื่อทำการเกษตร (ทุนตนเอง = 1 ไม่ใช่ = 0)
- X<sub>12</sub> = ความรู้เกี่ยวกับการผลิตข้าวอินทรีย์ (คะแนนรวม)
- X<sub>13</sub> = แหล่งความรู้เกี่ยวกับการผลิตข้าวอินทรีย์ (จำนวนช่องทางรวม)

หมายเหตุ : ความรู้เกี่ยวกับการผลิตข้าวอินทรีย์วัดจากคะแนนที่ได้จากการตอบคำถามจากคำถามจำนวน 20 ข้อ

การวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ การยอมรับการผลิตข้าวอินทรีย์ของเกษตรกร (Y) พบว่า จากการวิเคราะห์ถดถอยพหุโดยนำตัวแปรอิสระทั้ง 13 ตัวแปร ใส่ในสมการแล้วคำนวณโดยวิธีปกติ (Enter) ผลปรากฏว่าได้ค่า F เท่ากับ 3.094 Sig. of F เท่ากับ 0.001 เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจเชิงพหุ (Multiple Coefficient of Determination, R<sup>2</sup>) ปรากฏว่า R<sup>2</sup> มีค่าเท่ากับ 0.314 หมายความว่า ตัวแปรอิสระทั้งหมดสามารถอธิบายการผันแปรของตัวแปรตาม ได้ร้อยละ 31.40 และมีความคาดเคลื่อนมาตรฐานของการพยากรณ์ (SEE) เท่ากับ 1.282 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ พบว่าในค่าตัวแปรอิสระ 13 ตัวแปร มีตัวแปรอิสระ 2 ตัวแปร ที่มีผลต่อตัวแปรตามอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ได้แก่ เพศ ที่มีความสัมพันธ์เชิงบวก และจำนวนสมาชิกในครัวเรือนที่มีความสัมพันธ์เชิงลบ มีตัวแปรอิสระ 2 ตัวแปร ที่มีผลต่อตัวแปรตามอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ได้แก่ อายุที่มีความสัมพันธ์เชิงลบ และรายจ่ายในการผลิตข้าว มีความสัมพันธ์เชิงบวก (ตารางที่ 2)

จากผลการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ (Multiple Regression Analysis) เพื่อหาความสัมพันธ์ ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรตาม สรุปได้ว่า ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการยอมรับการผลิตข้าวอินทรีย์ของเกษตรกรในตำบลจันทอน อำเภอเมืองสกลนคร จังหวัดสกลนคร คือ เพศ อายุ จำนวนสมาชิกในครัวเรือน และรายจ่ายในการผลิตข้าว

ตารางที่ 2 การวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณการยอมรับการการผลิตข้าวอินทรีย์ของเกษตรกร (Y)

ตัวแปร	ค่าสัมประสิทธิ์ถดถอย (b)	t	Sig
ค่าคงที่	18.013	10.519	0.000
เพศ	1.049	3.573**	0.001
อายุ	-0.033	-2.411*	0.018
ระดับการศึกษา	0.044	0.920	0.360
จำนวนสมาชิกในครัวเรือน	-0.288	-2.856**	0.005
จำนวนแรงงานในภาคการเกษตร	0.217	1.096	0.276
ประสบการณ์ในการผลิตข้าวอินทรีย์	0.032	0.523	0.603
จำนวนพื้นที่ผลิตข้าวอินทรีย์	0.046	1.591	0.115
รายได้จากการขายข้าว	$3.519 \times 10^{-6}$	0.287	0.775
รายจ่ายในการผลิตข้าว	0.001	2.430*	0.017
หนี้สินของครัวเรือน	$-9.617 \times 10^{-6}$	-0.667	0.507
แหล่งเงินทุนเพื่อทำการเกษตร	-0.551	-1.709	0.091
ความรู้เกี่ยวกับการผลิตข้าวอินทรีย์	-0.083	-1.145	0.255
แหล่งความรู้เกี่ยวกับการผลิตข้าวอินทรีย์	-0.043	-1.297	0.198
$R^2 = 0.314$	SEE = 1.282	F = 3.094	Sig. of F = 0.001

\* มีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 \*\* มีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

## 5. ปัญหา และข้อเสนอแนะในการส่งเสริมการผลิตข้าวอินทรีย์ของเกษตรกร

5.1 ปัญหาที่เกี่ยวกับการผลิตข้าวอินทรีย์ของเกษตรกร พบว่า ในภาพรวมระดับปัญหาที่เกี่ยวกับการผลิตข้าวอินทรีย์ของเกษตรกรในการการปฏิบัติ 7 ด้าน อยู่ในระดับน้อย (ค่าเฉลี่ย 2.17) เมื่อพิจารณาในประเด็นย่อยพบว่าเกษตรกรมีปัญหาในระดับปานกลาง 1 ด้าน คือการแปรรูป และการคัดบรรจุ (ค่าเฉลี่ย 2.82) มีปัญหาระดับน้อย 4 ด้านคือ การจัดการดินและปุ๋ย (ค่าเฉลี่ย 2.52) การจัดการคุณภาพในกระบวนการผลิตก่อนการเก็บเกี่ยว (ค่าเฉลี่ย 2.45) การขนย้าย การเก็บรักษา และการรวบรวมผลผลิต (ค่าเฉลี่ย 2.19) การเก็บเกี่ยวและการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยว (ค่าเฉลี่ย 1.84) และเกษตรกรมีปัญหาระดับน้อยที่สุด 2 ด้าน คือการบันทึกและการจัดเก็บข้อมูล (ค่าเฉลี่ย 1.75) พื้นที่ปลูกและแหล่งน้ำ (ค่าเฉลี่ย 1.63)

5.2 ข้อเสนอแนะในการส่งเสริมการผลิตข้าวอินทรีย์ของเกษตรกร พบว่า เกษตรกรเห็นด้วยกับข้อเสนอแนะ ทั้ง 7 ด้าน ในภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ย 3.18) เมื่อพิจารณาในประเด็นย่อย พบว่าเกษตรกรเห็นด้วยกับข้อเสนอแนะในระดับมาก ในประเด็นความต้องการการส่งเสริมด้านเนื้อหาความรู้ 3 ด้าน คือ เนื้อหาความรู้เกี่ยวกับการจัดการดินและปุ๋ย (ค่าเฉลี่ย 3.80) การแปรรูป และการคัดบรรจุ (ค่าเฉลี่ย 3.76) พื้นที่ปลูกและแหล่งน้ำ (ค่าเฉลี่ย 3.47) เห็นด้วยในระดับปานกลาง 3 ด้าน คือ การจัดการคุณภาพในกระบวนการผลิตก่อนการเก็บเกี่ยว (ค่าเฉลี่ย 3.24) การเก็บเกี่ยวและการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยว (ค่าเฉลี่ย 2.74) การขนย้าย การเก็บ

รักษา และการรวบรวมผลผลิต (ค่าเฉลี่ย 2.66) และเห็นด้วยกับข้อเสนอแนะในระดับน้อย 1 ด้าน คือการบันทึกและการจัดเก็บข้อมูล (ค่าเฉลี่ย 2.57) ส่วนความคิดเห็นเกี่ยวกับข้อเสนอแนะด้านวิธีการการส่งเสริมที่เกษตรกรต้องการพบว่า ในภาพรวมวิธีการส่งเสริมที่ต้องการอยู่ในระดับมาก โดยเกษตรกรเห็นด้วยกับข้อเสนอแนะด้านวิธีการส่งเสริมในระดับมาก 2 วิธีการ คือการส่งเสริมแบบมวลชน(ค่าเฉลี่ย 3.78) และการส่งเสริมแบบกลุ่ม (ค่าเฉลี่ย 3.75) และเห็นด้วยกับข้อเสนอแนะด้านวิธีการส่งเสริมในระดับปานกลางกับการส่งเสริมแบบรายบุคคล (ค่าเฉลี่ย 3.31)

### อภิปรายผล

จากการศึกษา ปัจจัยทางสังคมและเศรษฐกิจของเกษตรกร ความรู้และแหล่งความรู้เกี่ยวกับการผลิตข้าวอินทรีย์ ความคิดเห็นและการยอมรับการผลิตข้าวอินทรีย์ รวมถึงปัญหา และข้อเสนอแนะในการส่งเสริมการผลิตข้าวอินทรีย์ ที่เกี่ยวข้องกับการยอมรับการผลิตข้าวอินทรีย์ มีประเด็นที่สำคัญและนำมาอภิปรายผล ได้ดังนี้

1. **เพศ** จากผลการศึกษาพบว่า **เพศ** เป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการยอมรับการผลิตข้าวอินทรีย์ของเกษตรกร โดยมีความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับการยอมรับการผลิตข้าวอินทรีย์อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับ 0.01 นั่นคือ ยิ่งถ้าหากเกษตรกรเป็นเพศชาย การยอมรับการผลิตข้าวอินทรีย์จะยิ่งเพิ่มขึ้น ซึ่งอาจเป็นเพราะเพศชายเป็นหัวหน้าครอบครัวและเป็นแรงงานหลักในการทำการเกษตรการยอมรับจึงอาจมีมากกว่าเพศหญิง ซึ่งสอดคล้องกับวัลย์ลิกา พลเสน และคณะ (2560, น.22)

2. **อายุ** จากผลการศึกษาพบว่า **อายุ** เป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการยอมรับการผลิตข้าวอินทรีย์ของเกษตรกรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยมีความสัมพันธ์ในเชิงลบกับการยอมรับการผลิตข้าวอินทรีย์ กล่าวคือถ้าเกษตรกรอายุเพิ่มขึ้น จะมีผลต่อการยอมรับการผลิตข้าวอินทรีย์ที่ลดลง ซึ่งอาจเพราะเกษตรกรที่อายุมากคุ้นเคยกับการทำนาแบบเดิมและไม่กล้าทำสิ่งที่ไม่คุ้นเคย แต่คนที่อายุน้อยพร้อมที่จะเรียนรู้และกล้าที่จะลองผิดลองถูก ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของนราศิณี แก้วไหลมา และคณะ (2560, น.389) สอดคล้องกับวนิดา สุจริตธุระการ และจิตผกา ธนปัญญาธิวงษ์ (2553, น.39) และสอดคล้องกับสุพรรณิ เลขกลาง และคณะ (2554, น.135) ซึ่งแตกต่างกับธนภัทร ขาววิเศษ (2563, น.953) ที่พบว่า อายุที่แตกต่างกันมีผลต่อการยอมรับการทำเกษตรอินทรีย์ไม่แตกต่างกัน

3. **จำนวนสมาชิกในครัวเรือน** จากผลการศึกษา พบว่า **จำนวนสมาชิกในครัวเรือน** เป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการยอมรับการผลิตข้าวอินทรีย์อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับ 0.01 และมีความสัมพันธ์เชิงลบกับการยอมรับการผลิตข้าวอินทรีย์ กล่าวคือหากครัวเรือนเกษตรกรมีจำนวนสมาชิกที่เพิ่มขึ้น จะทำให้การยอมรับการผลิตข้าวอินทรีย์ลดลง อาจเป็นเพราะจำนวนสมาชิกในครัวเรือนที่เพิ่มขึ้นเท่ากับมีแรงงานเพิ่มขึ้นจึงไม่จำเป็นต้องปรับเปลี่ยนวิธีการเกษตรไปจากเดิมหากสมาชิกไม่เห็นด้วย ซึ่งสอดคล้องกับปรียากร บุญส่ง (2560, น. 819) พบว่า จำนวนสมาชิกในครัวเรือนของเกษตรกรเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับการส่งเสริมการปลูกข้าวเหนียวดำพันธุ์พื้นเมือง และสอดคล้องกับสวรรค์ มณีโชติและดุสิต อธิบุญวัฒน์ (2562, น. 604) ที่มองว่า ปัจจัยที่ส่งเสริมสนับสนุนให้เกษตรกรทำเกษตรอินทรีย์ส่วนหนึ่งมาจากการที่สมาชิกในครอบครัวสนับสนุน (เห็นด้วย) ทั้งสนับสนุนแรงงานและความรู้ ข้อมูลข่าวสาร

4. **รายจ่ายในการผลิตข้าว** จากผลการศึกษา พบว่า **รายจ่ายในการผลิตข้าว** เป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการยอมรับการผลิตข้าวอินทรีย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับการยอมรับ

การผลิตข้าวอินทรีย์ กล่าวคือ เมื่อรายจ่ายในการผลิตข้าวเพิ่มขึ้นเกษตรกรจะยอมรับการผลิตข้าวอินทรีย์เพิ่มขึ้น ซึ่งอาจเพราะเกษตรกรต้องการลดต้นทุนในการผลิตข้าวที่มาจากราคาปัจจัยการผลิตที่สูงขึ้นแต่ราคาผลผลิตไม่แน่นอน ซึ่งสอดคล้องกับวัลย์ลิกา พลเสน และคณะ (2560, น.22) ที่พบว่า ต้นทุนการผลิตข้าวไรซ์เบอร์รี่เป็นปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับนวัตกรรมการผลิตข้าวไรซ์เบอร์รี่ แม้ว่าต้นทุนข้าวไรซ์เบอร์รี่จะสูงกว่าข้าวชนิดอื่น แต่เกษตรกรมีการยอมรับการปลูกข้าวไรซ์เบอร์รี่เพิ่มขึ้น และสอดคล้องกับพิสุทธิ เข้มมีและคณะ (2556) พบว่าต้นทุนการผลิต เป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการยอมรับเทคโนโลยีการปลูกข้าวนาอินทรีย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ที่มีผลในเชิงบวกต่อการยอมรับเทคโนโลยีในเชิงปฏิบัติ ซึ่งแตกต่างกับผลวิจัยของโคมศิริ แก้วเกตู (2553, น.158-159) ที่พบว่า ต้นทุนในการผลิตข้าว เป็นปัจจัยด้านการเกษตรที่ไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการยอมรับเทคโนโลยีการผลิตข้าวของเกษตรกร

**5. ความรู้เกี่ยวกับการผลิตข้าวอินทรีย์** จากผลการศึกษา พบว่า เกษตรกร ร้อยละ 76.5 มีความรู้เกี่ยวกับการผลิตข้าวอินทรีย์ทั้ง 7 ด้านอยู่ในระดับมากที่สุด แต่เมื่อพิจารณาในข้อคำถามย่อย พบว่ามีเกษตรกรส่วนน้อยร้อยละ 53.9 และ 61.8 ที่มีความรู้ในประเด็น 1) การเก็บเกี่ยวข้าวหลังจากข้าวออกดอกแล้วประมาณ 28 – 30 วัน หรือที่เรียกว่า “ระยะพลับพลึง” เป็นระยะเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมสำหรับการทำเมล็ดพันธุ์ 2) การรักษาสมดุลทางธรรมชาติ ด้วยการขยายปริมาณแมลงที่มีประโยชน์ เช่น ตัวห้ำ ตัวเบียน ไม่สามารถช่วยควบคุมแมลงศัตรูข้าวได้ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะเกษตรกรบางส่วนยังมีความเข้าใจผิดในเรื่องของระยะเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมสำหรับการเก็บเกี่ยวเพื่อทำเมล็ดพันธุ์และเพื่อบริโภคว่าคือระยะเก็บเกี่ยวเดียวกัน และยังมีความเข้าใจเกี่ยวกับแมลงตัวห้ำ ตัวเบียน ว่าเป็นแมลงศัตรูข้าว

**6. ความคิดเห็นและการยอมรับการปฏิบัติ** จากผลการศึกษา พบว่า ในภาพรวมเกษตรกรเห็นด้วยกับการปฏิบัติตามการผลิตข้าวอินทรีย์ ทั้ง 7 ด้านในระดับมากที่สุด และเกษตรกรร้อยละ 67.6 มีการยอมรับปฏิบัติตามการผลิตข้าวอินทรีย์ในระดับมาก เมื่อพิจารณาในประเด็นย่อย พบว่า เกษตรกรเห็นด้วยในระดับปานกลางกับ 2 ประเด็นคือ 1) การแช่เมล็ดพันธุ์ข้าวในสารละลายจุนสี (จุนสี 1 กรัมต่อน้ำ 1 ลิตร) เป็นเวลา 20 ชั่วโมง ก่อนนำไปปลูก เพื่อป้องกันโรคที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์ข้าว และมีเกษตรกรเพียงร้อยละ 2.9 ยอมรับนำไปปฏิบัติ ทั้งนี้อาจเพราะเกษตรกรไม่รู้จักสารละลายจุนสี หรือมีวิธีการอื่นที่สามารถใช้ป้องกันกำจัดโรคที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์ได้ เช่น การแช่เมล็ดพันธุ์ข้าวหรือคลุกเมล็ดพันธุ์ด้วยเชื้อราไตรโคเดอร์มา และ 2) มีเกษตรกรเพียงร้อยละ 6.9 ยอมรับนำไปปฏิบัติในประเด็นการเลือกใช้แสงไฟล่อ ใช้กับดัก หรือใช้กาเวนยิวเป็นวิธีการในการกำจัดแมลงศัตรูข้าว

**7. ปัญหาเกี่ยวกับการผลิตข้าวอินทรีย์** จากผลการศึกษาพบว่า ในภาพรวมเกษตรกรมีปัญหาคารปฏิบัติตามการผลิตข้าวอินทรีย์ทั้ง 7 ด้านอยู่ในระดับน้อย และเมื่อพิจารณาประเด็นปัญหาย่อย พบว่า เกษตรกรมีปัญหากับการปฏิบัติการผลิตข้าวอินทรีย์ในระดับปานกลาง 3 ประเด็น คือ 1) ขาดเครื่องมือที่ใช้สีเฉพาะข้าวอินทรีย์ 2) ปัญหาดินขาดความอุดมสมบูรณ์โดยธรรมชาติ เพราะดินขาดการปรับปรุงบำรุงดินอย่างสม่ำเสมอ และ 3) ปัญหาการรักษาระดับน้ำให้เหมาะสมกับระยะการเจริญเติบโตของต้นข้าว ทั้งนี้เป็นเพราะเกษตรกรอาศัยน้ำฝนในการทำนา หากฝนทิ้งช่วงจึงส่งผลให้ปริมาณน้ำไม่เพียงพอในบางระยะของการเจริญเติบโตของต้นข้าวได้ ซึ่งสอดคล้องกับวัลย์ลิกา พลเสน และคณะ (2560, น.19) ที่พบว่า เกษตรกรร้อยละ 48.0 มีปัญหาด้านการปลูกมากที่สุดคือเรื่องปริมาณน้ำไม่เพียงพอ

### ข้อเสนอแนะสำหรับการทำการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรทำการวิจัยเรื่องปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการยอมรับการผลิตข้าวอินทรีย์ในพื้นที่อื่นที่มีการผลิตข้าวอินทรีย์ เนื่องจากการศึกษาครั้งนี้ เป็นการศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการยอมรับการผลิตข้าวอินทรีย์ของเกษตรกรในตำบลจัวดอน อำเภอเมืองสกลนคร จังหวัดสกลนครเท่านั้น จึงควรทำการวิจัยในพื้นที่อื่นที่มีการผลิตข้าวอินทรีย์ เพื่อนำผลการวิจัยมาใช้ประโยชน์ในการวางแผนการส่งเสริมให้เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ต่อไป
2. ควรทำการวิจัยเกี่ยวกับต้นทุนการผลิตข้าวอินทรีย์ในพื้นที่อื่น เพื่อให้ทราบต้นทุนการผลิตข้าวอินทรีย์ว่ามีความแตกต่างกันหรือไม่ เพื่อเป็นแนวทางในการส่งเสริมการลดต้นทุนการผลิตข้าว

### กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ผู้วิจัยขอขอบคุณเกษตรกรผู้ผลิตข้าวอินทรีย์ในตำบลจัวดอน อำเภอเมืองสกลนคร จังหวัดสกลนคร ที่ได้สละเวลาอันมีค่าในการให้ข้อมูลอันเป็นประโยชน์กับงานวิจัยครั้งนี้ ขอขอบคุณผู้นำชุมชน และทุกท่านผู้มีส่วนเกี่ยวข้องที่ได้กรุณาให้การช่วยเหลือ สนับสนุน และให้กำลังใจตลอดการดำเนินการวิจัยครั้งนี้

### เอกสารอ้างอิง

- กรมการค้าต่างประเทศ. (2565). *สถานการณ์ข้าวโลกและข้าวไทย เดือนธันวาคม 2564*. <https://www.dft.go.th/thth/Service-DFT/Service-Information/DATA-Group-Product/Detail-DATAGroupProduct/ArticleId/21190/21190>
- กรมส่งเสริมการเกษตร. (2563). *ผลการขึ้นทะเบียนเกษตรกรผู้ปลูกข้าวนาปี ตามที่ดัดแปลง ปี 2563/64*. [http://farmer.doae.go.th/report/report63/report\\_rice\\_63\\_fmfdabd](http://farmer.doae.go.th/report/report63/report_rice_63_fmfdabd)
- กองวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว. (ม.ป.ป). *องค์ความรู้เรื่องข้าว : การผลิตข้าวอินทรีย์*. <http://webold.rice-thailand.go.th/rkb3/>
- โฉมศิริ แก้วเกต. (2553). *ปัจจัยที่มีผลความสัมพันธ์กับการยอมรับเทคโนโลยีการผลิตข้าวของเกษตรกรในพื้นที่ตำบลสำราญราษฎร์ อำเภอคลองสะแกต จังหวัดเชียงใหม่ [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]*. มหาวิทยาลัยแม่โจ้.
- ชาลีสา สุวรรณกิจ และ กนกเนตร เปรมปี. (2559). การเปรียบเทียบต้นทุนและผลตอบแทนระหว่างการผลิตข้าวอินทรีย์กับเกษตรกรเคมี. *Veridian E-Journal Silpakorn University*, 9(2), 519-526.
- ธนภัทร ขาววิเศษ. (2563, 13 สิงหาคม). *การยอมรับเกษตรกรอินทรีย์ของเกษตรกรผู้ปลูกข้าว อำเภอสามชุก จังหวัดสุพรรณบุรี [เอกสารนำเสนอ]*. รายงานประชุมนำเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา ครั้งที่ 15 ปีการศึกษา 2563 บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยรังสิต. กรุงเทพฯ, ประเทศไทย.
- ธีระ กุลสวัสดิ์. (2558, 19 มิถุนายน). *การหาคุณภาพของเครื่องมือในการวิจัย [เอกสารนำเสนอ]*. รายงานการประชุมแลกเปลี่ยนความรู้ในเรื่องของเทคนิคการทำวิจัยเชิงปริมาณ คณะรัฐศาสตร์และนิติศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา. ชลบุรี, ประเทศไทย.

- นราศิณี แก้วไหลมา, สุรพล เศรษฐบุต และ ประทานทิพย์ กระมล. (2560). ปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับการทำ  
การเกษตรอินทรีย์ของเกษตรกร ตำบลหอยพระ อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่. *วารสารเกษตร*, 33(3), 387-  
395.
- ปรียากร บุญสง. (2560). ปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับการส่งเสริมการปลูกข้าวเหนียวดำพันธุ์พื้นเมืองในตำบลชะแล้  
อำเภอสิงหนคร จังหวัดสงขลา. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 25(5), 813-822.
- วนิดา สุจริตธูการ, และจิตผกา ธนปัญญาธิวงศ์. (2553). ปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับการผลิตและใช้ปุ๋ยอินทรีย์ของ  
เกษตรกรในอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา. *Suranaree J. Soc. Sci.*, 4(1), 29-44.
- วันปิติ ธรรมศรี. (2564). ผลกระทบทางสุขภาพและสิ่งแวดล้อมจากการใช้สารเคมีทางการเกษตรของเกษตรกรไทย.  
*วารสารเกษตรพระจอมเกล้า*, 39(4), 329-336.
- วัลย์ลิกา พลเสน, ทิพวรรณ ลิ้มกร, และสมศักดิ์ คูหาสุวรรณ. (2560). ปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับนวัตกรรมการผลิต  
ข้าวไรซ์เบอรี่ของเกษตรกรผู้ปลูกข้าวในจังหวัดสุพรรณบุรี. *วารสารเกษตรพระจอมเกล้า*, 35(1), 11-24.
- ศูนย์วิจัยข้าวสกลนคร. (2562). *ข้อมูลทะเบียนรายชื่อเกษตรกรโครงการเกษตรกรรมยั่งยืน กิจกรรมส่งเสริมและ  
พัฒนาการผลิตข้าวอินทรีย์ ปี 2562*. <https://skn-rrc.ricethailand.go.th/>
- สุวรรณค์ มณีโชติ และ ดุสิต อธิรัตน์. (2562). ปัจจัยที่ส่งผลต่อความสำเร็จของเกษตรอินทรีย์ในชุมชนเกษตรกรราย  
ย่อย จังหวัดนครสวรรค์. *Thai Journal of Science and Technology*, 8(6), 596-608.
- สำนักงานเกษตรอำเภอเมืองสกลนคร. (2563). *แผนพัฒนาการเกษตรระดับตำบล ปี 2561-2564. อำเภอเมือง  
สกลนคร จังหวัดสกลนคร*. <http://www.sakonnakhon.doae.go.th/wordpress/>
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2563). *ข้อมูลการผลิตสินค้าเกษตร : ข้าวนาปี 2563*. [https://www.oae.go.th/as  
sets/portals/1/fileups/prcaidata/files/major%20rice%2063%20province.pdf](https://www.oae.go.th/assets/portals/1/fileups/prcaidata/files/major%20rice%2063%20province.pdf)
- สุพรรณณี เลขกลาง, ปัญญา หมั่นเก็บ และ ทิพวรรณ ลิ้มกร. (2554, ก.พ. 1-4). ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจผลิต  
ข้าวอินทรีย์ของเกษตรกรในจังหวัดสุรินทร์ ใน *เทิดพระเกียรติ 84 พรรษา กับเศรษฐกิจการเกษตร. การประชุม  
ทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 49* (น. 131-136). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- Yamane, T. (1973). *Statistics: An Introductory Analysis* (3<sup>rd</sup> ed.). Harper and Row Publication.



## แนวทางการส่งเสริมการเรียนรู้การผลิตมันสำปะหลังของเกษตรกร ในจังหวัดหนองคาย

### Guideline for learning Extension of Cassava Production by Farmers in Nongkhai Province

มัทนา วงทองคำ\*, เบนจามาศ อยู่ประเสริฐ และ สินีนุช ครุฑเมือง แสนเสริม

Mattana Wongthongkham\*, Benchamas Yooprasert and Sineenuch Khrutmuang Sanserm

วิชาเอกส่งเสริมและพัฒนาการเกษตร สาขาวิชาเกษตรศาสตร์และสหกรณ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

Agricultural Extension and Development School of Agriculture and Cooperatives Sukhothai Thammathirat Open University

\*Corresponding author. E-mail: sangsri2499@hotmail.com

#### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสภาพทางสังคมและเศรษฐกิจของเกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลังในจังหวัดหนองคาย ความรู้ สภาพการผลิตมันสำปะหลังของเกษตรกร การส่งเสริมการเรียนรู้การผลิตมันสำปะหลังของเกษตรกรปัญหาและข้อเสนอแนะแนวทางในการส่งเสริมการเรียนรู้การผลิตมันสำปะหลังของเกษตรกร ประชากรที่ศึกษา คือ เกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลังที่ขึ้นทะเบียนเป็นเกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลังในจังหวัดหนองคายจำนวน 2,336 คน (ปี พ.ศ. 2563/64) กำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สูตรของทาโร ยามาเน ได้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 147 ราย เก็บข้อมูลโดยใช้แบบสอบถาม วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติพรรณนา ได้แก่ ค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัยพบว่า เกษตรกรส่วนมากเป็นเพศหญิง อายุเฉลี่ย 50.67 ปี จบการศึกษาระดับประถมศึกษา มีประสบการณ์ปลูกมันสำปะหลังเฉลี่ย 8.09 ปี มีแรงงานภาคการเกษตรในครัวเรือน 2.45 คน พื้นที่ปลูกมันสำปะหลังเฉลี่ย 10.15 ไร่ ต้นทุนการผลิตเฉลี่ย 5,051.02 บาทต่อไร่ ผลผลิตเฉลี่ย 4.34 ตันต่อไร่ ราคาขายผลผลิตเฉลี่ย 2.17 บาทต่อกิโลกรัม รายได้จากการจำหน่ายผลผลิตมันสำปะหลังเฉลี่ย 91,787.07 บาทต่อปี เกษตรกรมีความรู้ในการผลิตมันสำปะหลังในระดับมาก และส่วนใหญ่ได้รับความรู้จากเพื่อนเกษตรกร ญาติพี่น้องและเจ้าหน้าที่สำนักงานเกษตร เกษตรกรปลูกมันสำปะหลังด้วยพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูง เก็บพันธุ์ไว้ใช้เอง ปลูกต้นฤดูฝน ใช้แรงงานในครัวเรือน โดยใช้น้ำฝนตามธรรมชาติ เก็บเกี่ยวมันสำปะหลังเมื่ออายุ 12 เดือน ขายหัวมันสดที่ลานมันเอกชนด้วยการขนส่งด้วยตนเอง เกษตรกรได้รับการส่งเสริมการเรียนรู้ในระดับน้อย มีความต้องการได้รับการส่งเสริมการเรียนรู้โดยวิธีการอบรมถ่ายทอดความรู้มากที่สุด รองลงมาจากเจ้าหน้าที่เกษตรจากการเยี่ยมเยียนเกษตรกรและจากการศึกษาดูงาน โดยมีความต้องการเรียนรู้ด้านเนื้อหาในประเด็นวิธีการปลูกและระยะเวลาการปลูกที่เหมาะสม การเตรียม

พื้นที่ในเรื่องการตรวจวิเคราะห์ดิน และการคัดเลือกพันธุ์มันสำปะหลังที่เหมาะสมกับพื้นที่ เกษตรกรมีปัญหาจากการอบรมถ่ายทอดความรู้ที่ไม่ต่อเนื่อง ขาดการเรียนรู้จากเจ้าหน้าที่เกษตรและการศึกษาดูงาน โดยมีข้อเสนอแนะแนวทางในการส่งเสริมให้มีการเรียนรู้การอบรมถ่ายทอดความรู้ การศึกษาดูงาน การฝึกปฏิบัติในแปลงสาธิตหรือแปลงเรียนรู้โดยยึดเกษตรกรเป็นศูนย์กลาง กำหนดเนื้อหาการเรียนรู้มุ่งเน้นประโยชน์ในการนำไปใช้ได้จริงตามความต้องการของเกษตรกร มีการปรับปรุงเนื้อหาความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีสมัยใหม่เป็นปัจจุบัน และมีการลำดับเนื้อหาจากง่ายไปหายากเพื่อเข้าใจง่าย

**คำสำคัญ:** แนวทางการส่งเสริม การเรียนรู้ การผลิตมันสำปะหลัง

### Abstract

The objectives of this research were to study the social and economic conditions, knowledge and the condition of cassava production, learning extension, problems and suggestions of the learning extension of farmers cassava production in Nongkhai provinces. The population of this study was 2,336 cassava production farmers who had registered as farmers with Nongkhai province (in 2020/21). The sample size of 147 was determined by using Taro Yamane formula. Data were collected by the questionnaire and were analyzed by using descriptive statistics such as frequency, percentage, minimum value, maximum value, mean, and standard deviation.

The results of the research were found that most of the farmers were female with the average age of 50.67 years old and completed primary school education. Their average experience in cassava production was 8.09 years, the average agricultural labor in the household was 2.45 people, the average cassava production area was 10.15 Rai, the average product cost was 5,051.02 Baht/Rai, the average productivity was 4.34 ton/Rai, the average product selling price was 2.17 Baht/kilogram, and the average income from cassava production selling was 91,787.07 Baht/year. Farmers have knowledge in cassava production at the high level. Most of the farmers have received the knowledge from their friends, relatives, and agricultural officers. Farmers grow cassava with high-yielding varieties during the early of rainy season, keep the seeding for their personal use, grow the cassava using labors in the household, use natural rain water, harvest when the age of 12 months, and sell the fresh products at the private selling place, and transport products by themselves. Farmers receive the learning extension at the low level. They want to receive the learning extension through knowledge training method at the highest level, this was followed by agricultural officials to visit them and field trips. They request to learn content on the issue of how to plant and the optimal planting distance and the preparation of the site for soil analysis and selection of cassava varieties suitable for the area. Farmers are very troubled from the inconsistent transfer of knowledge and lack of learning from agricultural officers and field trips. The suggestion for the ways to encourage learning are knowledge transfer training, field trips, practice in the demonstration/learning crop by emphasis on farmer-centered approach, focus on real life adoption and needs of the farmers as well as the knowledge content adaptation about the utilization

of new and up-to-date technology and rearrange the content from easy to more complex topics for a better understanding of the subjects.

**Keywords:** Extension guideline; Learning; Cassava production

## บทนำ

มันสำปะหลัง เป็นหนึ่งในพืชเศรษฐกิจทำรายได้ที่สำคัญของประเทศไทย เป็นพืชอาหารสำคัญอันดับ 5 รองจากข้าวสาลี ข้าวโพด ข้าว และมันฝรั่ง ผลผลิตมันสำปะหลังสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในด้านอาหารสำหรับมนุษย์ เป็นอาหารสัตว์ เป็นวัตถุดิบในการผลิตเอทานอล เพื่อใช้เป็นพลังงานชีวภาพและภาคอุตสาหกรรม สถานการณ์ความต้องการของตลาดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ราคาดีสามารถสร้างรายได้ให้แก่เกษตรกรได้ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2563)

จังหวัดหนองคาย มีพื้นที่ปลูกมันสำปะหลัง ปี 2563/64 ทั้งหมด 2,336 ครัวเรือน พื้นที่ 22,153.30 ไร่ และในปี 2564/65 (สำนักงานเกษตรจังหวัดหนองคาย, 2564) พื้นที่ปลูกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แต่ผลผลิตเกษตรกรยังมีผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ต่ำเนื่องจากเกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลังในจังหวัดหนองคาย ทำการเพาะปลูกโดยใช้ประสบการณ์เป็นหลัก นิยมปรึกษาปัญหาการเพาะปลูกกับญาติและเพื่อนบ้านซึ่งเป็นเกษตรกรด้วยกัน จึงมักพบว่าเกษตรกรในพื้นที่เดียวกันมักจะดำเนินการเพาะปลูกในลักษณะคล้ายคลึงกัน และเป็นไปในรูปแบบดั้งเดิมๆ ปัญหาการผลิตคือ ผลผลิตต่ำ ต้นทุนการผลิตสูง ข้อจำกัดในการได้รับการส่งเสริมความรู้ในการผลิตมันสำปะหลังที่ถูกต้องตามหลักวิชาการหรือมีความรู้ไม่เพียงพอ ซึ่งความรู้เป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้เกิดการเรียนรู้ เมื่อเกษตรกรนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์กับประสบการณ์ที่มีก็จะส่งผลให้เกษตรกรมีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมไปในทางที่ดีและเหมาะสม มีการจัดการผลิตที่ถูกต้อง มีความรู้ความเข้าใจในเทคโนโลยีการผลิตมันสำปะหลัง เพื่อเพิ่มผลผลิต ตลอดจนส่งผลให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มมากขึ้น มีความเป็นอยู่ดีขึ้น ให้เกิดความมั่นคงและยั่งยืนในอาชีพของเกษตรกรผู้ผลิตมันสำปะหลัง ด้วยจากสภาพปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีความสนใจศึกษาแนวทางการส่งเสริมการเรียนรู้การผลิตมันสำปะหลังของเกษตรกรในจังหวัดหนองคาย เพื่อนำผลการศึกษาที่ได้ไปใช้ประโยชน์ในการกำหนดแนวทางการส่งเสริมการเรียนรู้ มุ่งพัฒนาศักยภาพของเกษตรกรให้มีความรู้ความสามารถ เกิดทักษะการนำเทคโนโลยีมาใช้ในการจัดการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตมันสำปะหลัง ของเกษตรกรผู้ผลิตมันสำปะหลัง ในจังหวัดหนองคายต่อไป

## วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัย เรื่อง แนวทางการส่งเสริมการเรียนรู้การผลิตมันสำปะหลังของเกษตรกรในจังหวัดหนองคาย เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ (survey research) มีวิธีดำเนินการวิจัยรายละเอียด ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง คือ เกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลังในจังหวัดหนองคาย ที่ขึ้นทะเบียนเป็นเกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลัง จำนวน 2,336 คน (ปี พ.ศ. 2563/64) กำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้สูตร Taro Yamane (Yamane, 1973) ที่ความคลาดเคลื่อน 0.08 ได้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 147 ราย คิดเป็นร้อยละ 6 ของ

ประชากรทั้งหมด การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบง่ายโดยการจับสลากและกำหนดกลุ่มตัวอย่างตามอำเภอ 9 อำเภอ ได้แก่ อำเภอสังขม อำเภอศรีเชียงใหม่ อำเภอท่าบ่อ อำเภอโพธิ์ตาก อำเภอเมืองหนองคาย อำเภอสระใคร อำเภอโพนพิสัย อำเภอรัตนวาปี และอำเภอเฝ้าไร่ กำหนดจำนวนตัวอย่างในแต่ละกลุ่มย่อยดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มที่	ชื่อกลุ่ม	ประชากร	กลุ่มตัวอย่าง (คน)
1	อำเภอสังขม	280	18
2	อำเภอศรีเชียงใหม่	118	7
3	อำเภอท่าบ่อ	394	25
4	อำเภอโพธิ์ตาก	294	18
5	อำเภอเมืองหนองคาย	57	4
6	อำเภอสระใคร	319	20
7	อำเภอโพนพิสัย	508	32
8	อำเภอรัตนวาปี	67	4
9	อำเภอเฝ้าไร่	299	19
รวม		2,336	147

ที่มา: สำนักงานเกษตรจังหวัดหนองคาย (2564)

2. การเลือกเครื่องมือ การวิจัยครั้งนี้ใช้แบบสอบถาม เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยมีลักษณะเป็นแบบสอบถามกึ่งโครงสร้าง ประกอบด้วย 5 ตอน ได้แก่ ตอนที่ 1) สภาพทางสังคมและเศรษฐกิจของเกษตรกร ตอนที่ 2) ความรู้ในการผลิตมันสำปะหลังของเกษตรกร ตอนที่ 3) สภาพการผลิตมันสำปะหลังของเกษตรกร ตอนที่ 4) การส่งเสริมการเรียนรู้การผลิตของเกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลัง และ ตอนที่ 5) ปัญหาและข้อเสนอแนะแนวทางในการส่งเสริมการเรียนรู้การผลิตมันสำปะหลังของเกษตรกร ผู้วิจัยได้ทดสอบความเชื่อมั่นจากกลุ่มตัวอย่าง 30 คน ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น (Reliability) เท่ากับ 0.895 ด้วยการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient)

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล การวิจัยครั้งนี้ดำเนินการเก็บข้อมูล โดยการสัมภาษณ์เกษตรกรจากกลุ่มตัวอย่างเกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลังในพื้นที่อำเภอ 9 อำเภอของจังหวัดหนองคาย ด้วยตนเอง

4. การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบสัมภาษณ์ ตรวจสอบข้อมูลที่ได้จากแบบสัมภาษณ์ว่าถูกต้องครบถ้วนพร้อมทั้งได้จัดหมวดหมู่แล้วลงรหัสข้อมูล และนำมาวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป วิเคราะห์ผลข้อมูลโดยใช้สถิติพรรณนา ได้แก่ ค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด และการจัดอันดับ ประกอบด้วย 5 ตอน ได้แก่ ตอนที่ 1 สภาพทางสังคมและเศรษฐกิจของเกษตรกร ตอนที่ 2 ความรู้ในการผลิตมันสำปะหลังของเกษตรกร ตอนที่ 3 สภาพการผลิตมันสำปะหลังของเกษตรกร ตอนที่ 4 การส่งเสริมการเรียนรู้การผลิตของเกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลัง และตอนที่ 5 ปัญหาและข้อเสนอแนะแนวทางในการส่งเสริมการเรียนรู้การผลิตมันสำปะหลังของเกษตรกร

## ผลการวิจัยและอภิปรายผล

การศึกษาแนวทางการส่งเสริมการเรียนรู้การผลิตมันสำปะหลังของเกษตรกรในจังหวัดหนองคาย นำข้อมูลจากแบบสอบถามมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลโดยผู้วิจัยได้ผลการวิจัยและอภิปรายผล มีรายละเอียดดังนี้

### ผลการวิจัย

1. สภาพทางสังคมและเศรษฐกิจของเกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลังในจังหวัดหนองคาย พบว่า เกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลังร้อยละ 52.4 เป็นเพศหญิง มีอายุเฉลี่ย 55.66 ปี ร้อยละ 65.3 จบระดับการศึกษาประถมศึกษา ร้อยละ 65.3 มีตำแหน่งทางสังคมเป็นอาสาสมัครเกษตร ผู้นำชุมชน กำนัน/ผู้ใหญ่บ้าน/ผู้ช่วยผู้ใหญ่บ้าน และเป็นสมาชิก อบต. ร้อยละ 68.4 เป็นสมาชิกกลุ่มลูกค้า ธกส. ร้อยละ 100 ประกอบอาชีพเกษตรกรรม ร้อยละ 63.3 มีประสบการณ์ปลูกมันสำปะหลังเฉลี่ย 7.89 ปี ร้อยละ 32.7 มีจำนวนสมาชิกในครัวเรือน 4 คน ร้อยละ 69.4 มีจำนวนแรงงานภาคการเกษตรในครัวเรือน 2 คน มีพื้นที่ต่ำสุด 1 ไร่ มีพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังสูงสุด 30 ไร่ และมีพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังเฉลี่ย 10.15 ไร่ เอกสารสิทธิ์การถือครองพื้นที่ปลูกมันสำปะหลัง ร้อยละ 51.7 เป็น ส.ป.ก.4-01 ร้อยละ 42.9 มีเอกสารสิทธิ์และโฉนด/น.ส.4 ใช้แหล่งเงินทุนการผลิตมันสำปะหลังของตนเอง และใช้แหล่งเงินทุนในการผลิตมันสำปะหลังจาก ธกส. มีต้นทุนการผลิตเฉลี่ย 5,051.02 บาทต่อไร่ มีผลผลิตเฉลี่ย 4.34 ตันต่อไร่ ราคาขายผลผลิตเฉลี่ย 2.17 บาทต่อกิโลกรัม มีรายได้จากการจำหน่ายผลผลิตมันสำปะหลัง 91,787.07 บาท

2. ความรู้ในการผลิตมันสำปะหลังของเกษตรกร เกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลังมีความรู้เกี่ยวกับพันธุ์มันสำปะหลัง การเตรียมดิน การเตรียมท่อนพันธุ์ การปลูก การดูแลรักษา การเก็บเกี่ยว และการจัดการหลังเก็บเกี่ยว พบว่าระดับความรู้ของเกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลัง ร้อยละ 67.3 มีความรู้ในระดับมาก รองลงมา ร้อยละ 21.83 มีความรู้ในระดับมากที่สุด ร้อยละ 10.9 มีความรู้ในระดับปานกลาง โดยเกษตรกรมีคะแนนความรู้ต่ำสุด 9 คะแนน มีคะแนนความรู้สูงสุด 20 คะแนน และมีคะแนนความรู้เฉลี่ย 14.94 คะแนน การได้รับความรู้เกี่ยวกับการผลิตมันสำปะหลัง เกษตรกรผู้ได้รับความรู้เกี่ยวกับการผลิตมันสำปะหลังจากแหล่งต่างๆ ได้แก่ บุคคลแวดล้อม หน่วยงานสถานประกอบการ กลุ่มหรือสถาบันเกษตรกร และกิจกรรม การเรียนรู้ โดยเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย คือ บุคคลแวดล้อม ระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 3.89) รองลงมา ระดับปานกลาง 2 แหล่ง ได้แก่ สื่อเรียนรู้ (ค่าเฉลี่ย 2.64) กิจกรรม/การเรียนรู้ (ค่าเฉลี่ย 2.25) และหน่วยงาน/สถานประกอบการ/กลุ่ม หรือสถาบันเกษตรกรอยู่ในระดับน้อย (ค่าเฉลี่ย 2.25) ตามลำดับ

3. สภาพการผลิตมันสำปะหลังของเกษตรกร พบว่าเกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลังร้อยละ 46.9 ใช้พันธุ์ระยะของ 72 ร้อยละ 88.4 เก็บพันธุ์ไว้ใช้เอง ร้อยละ 38.1 มีลักษณะดินที่ปลูกเป็นดินร่วนปนทราย ร้อยละ 74.2 มีการปรับปรุงบำรุงดิน โดยเกษตรกรที่มีการปรับปรุงบำรุงดินร้อยละ 93.6 ใส่อินทรีย์วัตถุ เช่น ปุ๋ยคอก ร้อยละ 100 มีการไถและไถซักร่องเดียว ร้อยละ 62.6 ปลูกมันสำปะหลังใช้ระยะห่าง 1x1 เมตร ร้อยละ 100.0 ปลูกมันสำปะหลังใช้แรงงานคน มีการปลูกแบบยกร่องและใช้สารเคมีแช่ท่อนพันธุ์มันสำปะหลังก่อนปลูก ร้อยละ 98.6 มีการปักท่อนพันธุ์ตั้งตรง ร้อยละ 62.6 ปลูกมันสำปะหลังต้นฝน เดือนกุมภาพันธ์ - เมษายน ร้อยละ 73.5 ไม่เคยตรวจวิเคราะห์ดิน ร้อยละ 99.3 ได้ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 ในอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ 1 ในครั้งที่ 1 รองลงมา ร้อยละ 78.9 ได้ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 ในอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ ในครั้งที่ 2 ร้อยละ 2.0 ได้ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 0-0-60 ในอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ ในครั้งที่ 2 และร้อยละ 0.4 ได้ใส่

ปุ๋ยเคมีสูตร 15-17-18 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ ในครั้งที่ 2 ร้อยละ 100.0 ให้น้ำมันสำปะหลังโดยการร่อนน้ำฝนตามธรรมชาติ ร้อยละ 88.0 ได้ปฏิบัติการกำจัดวัชพืชโดยสารกำจัดวัชพืช ร้อยละ 59.2 ได้มีการเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังเมื่ออายุ 12 เดือน ร้อยละ 70.1 ได้เก็บเกี่ยวมันสำปะหลังโดยใช้เครื่องชุด ร้อยละ 100.0 ได้ขายมันสำปะหลังในรูปแบบที่เป็นหัวมันสด ร้อยละ 89.1 ขาย มันสำปะหลังที่ลานมันเส้นเอกชน และร้อยละ 50.3 มีการขนส่งไปจำหน่ายด้วยตนเอง

4. การได้รับการส่งเสริมการเรียนรู้และความต้องส่งเสริมการเรียนรู้ของเกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลัง **ด้านวิธีการส่งเสริมการเรียนรู้** พบว่า ภาพรวมระดับการส่งเสริมการเรียนรู้อยู่ในระดับน้อย (ค่าเฉลี่ยรวม 2.24) พิจารณารายประเด็นพบว่า อยู่ในระดับน้อย 8 ประเด็น ได้แก่ อยู่ในระดับน้อยทั้ง 8 ประเด็น ได้แก่ การเรียนรู้จากเจ้าหน้าที่เกษตรโดยตรงจากการเยี่ยมชมเกษตรกร (ค่าเฉลี่ย 2.38) และการเรียนรู้จากเกษตรกรต้นแบบ/กลุ่มเกษตรกร (ค่าเฉลี่ย 2.37) การเรียนรู้จากคู่มือ/เอกสาร (ค่าเฉลี่ย 2.31) การเรียนรู้จากการอบรมถ่ายทอดความรู้ (ค่าเฉลี่ย 2.26) การเรียนรู้จากสื่อออนไลน์ (ค่าเฉลี่ย 2.22) การเรียนรู้จากการจัดนิทรรศการให้ความรู้ (ค่าเฉลี่ย 2.17) การเรียนรู้จากการฝึกปฏิบัติในแปลงสาธิต/แปลงเรียนรู้ (ค่าเฉลี่ย 2.13) และการเรียนรู้จากการศึกษาดูงาน (ค่าเฉลี่ย 2.10) และภาพรวมระดับความต้องการส่งเสริมการเรียนรู้ อยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ยรวม 4.00) พิจารณารายประเด็นพบว่า อยู่ในระดับมากที่สุด 1 ประเด็น ได้แก่ การเรียนรู้จากการอบรมถ่ายทอดความรู้ (ค่าเฉลี่ย 4.46) อยู่ในระดับมาก 7 ประเด็น โดยเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย ได้แก่ การเรียนรู้จากเจ้าหน้าที่เกษตรโดยตรงจากการเยี่ยมชมเกษตรกร (ค่าเฉลี่ย 4.14) การเรียนรู้จากการศึกษาดูงาน (ค่าเฉลี่ย 4.04) การเรียนรู้จากการฝึกปฏิบัติในแปลงสาธิต/แปลงเรียนรู้ (ค่าเฉลี่ย 3.99) การเรียนรู้จากคู่มือ/เอกสาร (ค่าเฉลี่ย 3.93) การเรียนรู้จากเกษตรกรต้นแบบ/กลุ่มเกษตรกร (ค่าเฉลี่ย 3.92) การเรียนรู้จากการจัดนิทรรศการให้ความรู้ (ค่าเฉลี่ย 3.86) และการเรียนรู้จากสื่อออนไลน์ (ค่าเฉลี่ย 3.69) **ด้านเนื้อหาการผลิตมันสำปะหลัง** ภาพรวมระดับการส่งเสริมการเรียนรู้อยู่ในระดับน้อย (ค่าเฉลี่ยรวม 2.06) พิจารณารายประเด็น พบว่า อยู่ในระดับน้อย 7 ประเด็น ได้แก่ การปลูกวิธีการปลูกและระยะเวลาการปลูกที่เหมาะสม (ค่าเฉลี่ย 2.21) การเตรียมพื้นที่ การเตรียมดิน/บำรุงดิน (ค่าเฉลี่ย 2.13) การเตรียมท่อนพันธุ์ (ค่าเฉลี่ย 2.13) พันธุ์มันสำปะหลังการคัดเลือกพันธุ์ที่เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ (ค่าเฉลี่ย 2.06) การเก็บเกี่ยว (ค่าเฉลี่ย 2.06) การปฏิบัติหลังเก็บเกี่ยว (ค่าเฉลี่ย 2.05) การดูแลรักษา การให้ปุ๋ย การใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินและการผสมปุ๋ยใช้เองเพื่อลดต้นทุนการให้น้ำ ระบบน้ำ การกำจัดวัชพืช การป้องกันและกำจัดโรคและแมลงที่สำคัญ (ค่าเฉลี่ย 2.03) และภาพรวมระดับความต้องการส่งเสริมการเรียนรู้ อยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ยรวม 4.11) พิจารณารายประเด็น พบว่า อยู่ในระดับมากที่สุด 1 ประเด็น ได้แก่ การปลูกวิธีการปลูกและระยะเวลาการปลูกที่เหมาะสม (ค่าเฉลี่ย 4.33) อยู่ในระดับมาก ทั้ง 6 ประเด็น ได้แก่ พันธุ์มันสำปะหลังการคัดเลือกพันธุ์ที่เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ (ค่าเฉลี่ย 4.11) การเตรียมพื้นที่ การเตรียมดิน/บำรุงดิน (ค่าเฉลี่ย 4.00) การเตรียมท่อนพันธุ์ (ค่าเฉลี่ย 3.88) การเก็บเกี่ยว (ค่าเฉลี่ย 3.88) การปฏิบัติหลังเก็บเกี่ยว (ค่าเฉลี่ย 3.81) การดูแลรักษา การให้ปุ๋ย การใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินและการผสมปุ๋ยใช้เองเพื่อลดต้นทุนการให้น้ำ ระบบน้ำ การกำจัดวัชพืช การป้องกันและกำจัดโรคและแมลงที่สำคัญ ค่าเฉลี่ย 3.75)

5. ปัญหาในการส่งเสริมการเรียนรู้การผลิตมันสำปะหลัง **ด้านวิธีการส่งเสริมการเรียนรู้** พบว่า เกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลัง มีประเด็นปัญหาในการส่งเสริมการเรียนรู้การผลิตมันสำปะหลัง ภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ย 3.38) โดยการพิจารณารายประเด็นพบว่าอยู่ในระดับมาก 5 ประเด็น เรียงลำดับจากมากไปหาน้อย ได้แก่ ขาดการเรียนรู้จากการอบรมถ่ายทอดความรู้ไม่ต่อเนื่อง (ค่าเฉลี่ย 3.79) การเรียนรู้จากการจัดนิทรรศการให้ความรู้ไม่

ต่อเนื่อง (ค่าเฉลี่ย 3.73) ขาดการเรียนรู้จากเจ้าหน้าที่เกษตรโดยตรงจากการเยี่ยมชมเกษตรกร(ค่าเฉลี่ย 3.67) ไม่มีการจัดกิจกรรมศึกษาดูงาน (ค่าเฉลี่ย 3.53) ไม่มีการสนับสนุนคู่มือ/เอกสาร (ค่าเฉลี่ย 3.40) อยู่ในระดับปานกลาง 3 ประเด็น ได้แก่ ไม่สามารถเข้าถึงการเรียนรู้จากสื่อออนไลน์ (ค่าเฉลี่ย 3.29) ไม่มีการเรียนรู้จากการฝึกปฏิบัติในแปลงสาธิต/แปลงเรียนรู้ (ค่าเฉลี่ย 3.15) และไม่มีเกษตรกรต้นแบบ/กลุ่มเกษตรกร/ปราชญ์ชาวบ้าน (ค่าเฉลี่ย 2.74) **ด้านเนื้อหาการเรียนรู้การผลิตมันสำปะหลัง** ระดับปัญหาในการส่งเสริมการเรียนรู้การผลิตมันสำปะหลัง โดยพิจารณารายประเด็น พบว่า เกษตรกรมีประเด็นปัญหาในการส่งเสริมการเรียนรู้การผลิตมันสำปะหลัง อยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ยรวม 3.95) โดยการพิจารณารายประเด็นพบว่าอยู่ในระดับมากทั้ง 3 ประเด็น ได้แก่ เนื้อหาไม่ตรงกับความต้องการเรียนรู้ของเกษตรกร (ค่าเฉลี่ย 4.06) เนื้อหาการเรียนรู้เป็นเรื่องเดิมที่ทราบหรือเข้าใจอยู่แล้ว (ค่าเฉลี่ย 3.97) และเนื้อหามีความเข้าใจยาก (ค่าเฉลี่ย 3.86)

6. ข้อเสนอแนะแนวทางในการส่งเสริมการเรียนรู้การผลิตมันสำปะหลัง ระดับความคิดเห็นต่อข้อเสนอแนะแนวทางในการส่งเสริมการเรียนรู้การผลิตมันสำปะหลัง พบว่าเกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลังมีระดับความคิดเห็นต่อข้อเสนอแนะแนวทางในการส่งเสริมการเรียนรู้การผลิตมันสำปะหลัง ภาพรวมอยู่ในมาก (ค่าเฉลี่ยรวม 4.01) โดยพบว่า เกษตรกรเห็นด้วยกับข้อเสนอแนะแนวทางในการส่งเสริมการเรียนรู้การผลิตมันสำปะหลังจัดให้มีการอบรมถ่ายทอดความรู้ต่อเนื่องโดยยึดเกษตรกรเป็นศูนย์กลาง และด้านเนื้อหาการเรียนรู้การผลิตมันสำปะหลัง ระดับความคิดเห็นต่อข้อเสนอแนะแนวทางในการส่งเสริมการเรียนรู้การผลิตมันสำปะหลัง พบว่าเกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลังมีระดับความคิดเห็นต่อข้อเสนอแนะแนวทางในการส่งเสริมการเรียนรู้การผลิตมันสำปะหลัง ภาพรวมอยู่ในระดับมากทั้ง 3 ประเด็น ได้แก่ กำหนดเนื้อหาการเรียนรู้มุ่งเน้นประโยชน์ในการนำไปใช้ได้จริงตามความต้องการของเกษตรกร (ค่าเฉลี่ย 4.12) มีการปรับปรุงเนื้อหาความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีสมัยใหม่เป็นปัจจุบัน (ค่าเฉลี่ย 4.07) และมีการลำดับเนื้อหาจากง่ายไปหายากเพื่อเข้าใจง่าย (ค่าเฉลี่ย 3.81)

## อภิปรายผล

จากการวิเคราะห์ข้อมูลงานวิจัย สรุปประเด็นสำคัญได้ ดังนี้

สภาพทางสังคมและเศรษฐกิจของเกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลังในจังหวัดหนองคาย **เกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลัง** ส่วนใหญ่เป็นสมาชิกองค์กรเกษตรกร/สถาบันเกษตรกร ร้อยละ 34.7 เป็นสมาชิกกลุ่มแปลงใหญ่ ซึ่งสอดคล้องกับการดำเนินงานและวัตถุประสงค์ของการส่งเสริมเกษตร แปลงใหญ่ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (www.moca.go.th) ที่สนับสนุนให้มีการรวมกลุ่มและบริหารจัดการร่วมกัน ร่วมกันผลิต ร่วมกันจำหน่ายผลผลิต และสอดคล้องกับผลการศึกษาของ กนิษฐา ชาลีเปลี่ยม ไกรเลิศ ทวีกุล และฝากจิต ปาลินทร (2563, น.88-94) ที่ศึกษาความคิดเห็นของเกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลังต่อการดำเนินงานโครงการส่งเสริมเกษตรแบบแปลงใหญ่ในจังหวัดขอนแก่น พบว่า การส่งเสริมเกษตรแบบแปลงใหญ่ (มันสำปะหลัง) มีความเหมาะสม เป็นประโยชน์ สามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการวางแผนส่งเสริมเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาการรวมกลุ่มกันผลิตและการสร้างความเข้มแข็งให้แก่กลุ่มผู้ปลูกมันสำปะหลังได้ นอกจากนี้พบว่าเกษตรกรเป็นสมาชิกกลุ่มเกษตรกรวิสาหกิจชุมชนและศพก./เครือข่าย ซึ่งมากกว่าสองกลุ่มสมาชิก สอดคล้องกับผลการศึกษาของ ไศภิชฐ์ คำแก้ว (2555, น.75) ที่ศึกษาการผลิตและการตลาดมันสำปะหลังของเกษตรกรในจังหวัดอุบลราชธานี ซึ่งพบว่า เกษตรกรเป็นสมาชิก

มากกว่าสองสถาบันเกษตรกร แสดงให้เห็นว่าการดำเนินงานในรูปแบบของการรวมกลุ่มทำให้ง่ายต่อการส่งเสริมทั้งด้านการผลิตและด้านการตลาดมันสำปะหลัง อภิปรายได้ว่า หากมีการสนับสนุนให้เกษตรกรมีการรวมกลุ่ม ซึ่งการรวมกลุ่มเป็นกลไกในการขับเคลื่อนในการพัฒนาคนและพัฒนางานทำให้เกิดประโยชน์ในด้านต่างๆ เกิดการเรียนรู้บริหารจัดการร่วมกัน ร่วมกันผลิต ร่วมกันจำหน่ายผลิต เพิ่มโอกาสทางการตลาดและอำนาจการต่อรองทางเศรษฐกิจ เช่น เพิ่มโอกาสการเรียนรู้ จะทำให้การส่งเสริมเกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลังให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น **ประสบการณ์ในการปลูก/ผลิตมันสำปะหลัง** พบว่า เกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลัง ร้อยละ 63.3 มีประสบการณ์ปลูกมันสำปะหลัง 1-5 ปี และมีประสบการณ์เฉลี่ย 7.8 ปี สอดคล้องกับผลการศึกษาของ โคภิษฐ์ คำแก้ว (2555, น.75) ที่ศึกษาการผลิตและการตลาดมันสำปะหลังของเกษตรกรในจังหวัดอุบลราชธานี พบว่า ประสบการณ์ของเกษตรกรทำให้นักส่งเสริมการเกษตรสามารถที่จะส่งเสริมแนะนำวิธีการหรือเทคโนโลยี นวัตกรรมสมัยใหม่ที่ถูกต้องตามหลักวิชาการในการผลิตมันสำปะหลังให้แก่เกษตรกรได้โดยการมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ร่วมกัน ทำให้เกิดการพัฒนากการผลิตมันสำปะหลังได้ดียิ่งขึ้น อภิปรายได้ว่า เกษตรกรส่วนใหญ่มีประสบการณ์ในการปลูกมันสำปะหลังด้วยการยี่ดวิธีการปลูกที่ส่งต่อกันมา หากมีการส่งเสริมแนะนำวิธีการหรือเทคโนโลยี นวัตกรรมสมัยใหม่ที่ถูกต้องตามหลักวิชาการในการผลิตมันสำปะหลัง ประยุกต์กับความรู้วิถีปฏิบัติเดิมๆ จะทำให้เกษตรกรสามารถเพิ่มผลผลิตได้ **ต้นทุนการผลิตเฉลี่ยต่อไร่** พบว่า เกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลังมีต้นทุนการผลิตต่ำสุด 2,500 บาท ต้นทุนการผลิตสูงสุด 8,500 บาท มีต้นทุนการผลิตเฉลี่ย 5,051.02 บาท สอดคล้องกับ ไสภิตา และคณะ (2563) พบว่าต้นทุนทางเศรษฐศาสตร์ของเกษตรกรในการผลิตมันสำปะหลัง ต้นทุนคงที่ ต้นทุนผันแปร แรงงาน ค่าเตรียมดิน ปัจจัยการผลิต และค่าเก็บเกี่ยว มีต้นทุน 11,935 บาทต่อไร่ คิดเป็นต้นทุน 2.65 บาทต่อกิโลกรัมได้กำไร 0.35 บาท ต่อกิโลกรัม (ราคาขาย 3 บาท ที่ 25 เปอร์เซ็นต์แห้ง) ต้นทุนการผลิตมันสำปะหลังทั่วไป 8,410 บาทต่อไร่ คิดเป็น 1.87 บาทต่อกิโลกรัม ได้กำไร 0.13 บาทต่อกิโลกรัม (ราคาขาย 2 บาท ที่ 25 เปอร์เซ็นต์แห้ง) อภิปรายได้ว่า การจัดทำบัญชีต้นทุนในการผลิตมันสำปะหลังเกษตรกรจะทราบรายละเอียดค่าใช้จ่ายๆ และสามารถลดต้นทุนการผลิตได้ ก็จะทำให้มีผลตอบแทนเพิ่มขึ้น **ผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่** พบว่า เกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลัง มีผลผลิตเฉลี่ยต่ำสุด 2 ตันต่อไร่ ผลผลิตเฉลี่ยสูงสุด 10 ตันต่อไร่ และมีผลผลิตเฉลี่ย 4.34 ตันต่อไร่ เกษตรกรสามารถเพิ่มผลผลิตต่อไร่ได้ สอดคล้องกับผลการศึกษาของ สุรัตน์ ดิษฐชาวลิต (2556, น.75) พบว่าเกษตรกรที่มีการจัดการการผลิตสูง มีปริมาณผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ 4.9 ตันต่อไร่ ส่วนเกษตรกรที่มีการจัดการผลิตต่ำมีปริมาณผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ 3.4 ตันต่อไร่ อภิปรายได้ว่า เกษตรกรส่วนใหญ่ยังมีผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ต่ำ เพราะคิดว่าไม่มีแหล่งน้ำ อาศัยน้ำฝนให้น้ำมันสำปะหลัง การทดสอบหรือบันทึกข้อมูลผลผลิตจริง จะทำให้เกษตรกรสามารถบริหารจัดการในแปลงด้วยเทคโนโลยีที่ถูกต้องเหมาะสมเพื่อเพิ่มผลผลิตต่อไร่ให้สูงขึ้น

ความรู้ในการผลิตมันสำปะหลังของเกษตรกร พบว่าเกษตรกรผู้ปลูก มันสำปะหลังมีความรู้ไม่ถูกต้อง

- 1) การเตรียมพื้นที่เรื่องการไถระเบิดดินดานเพิ่มความลึกของหน้าดินเพื่อเพิ่มผลผลิต
- 2) การเตรียมท่อนพันธุ์ เรื่องการเก็บรักษาท่อนพันธุ์ก่อนนำไปปลูก
- 3) การปลูก เรื่องระยะห่างที่เหมาะสมในการปลูกมันสำปะหลัง
- 4) การดูแลรักษา เรื่อง การใส่ปุ๋ย การกำจัดวัชพืช โรคและศัตรูพืชที่สำคัญของมันสำปะหลัง และ
- 5) การเก็บเกี่ยว เรื่องระยะเวลาการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมเพื่อให้ได้ปริมาณน้ำหนักและเปอร์เซ็นต์แห้งสูง ซึ่งตามหลักวิชาการ กรมส่งเสริมการเกษตร (2556ก) ได้แนะนำว่า การเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลังควรมีการใช้ไถระเบิดดินดานจะช่วยทำให้ชั้นดินแตกตัวไม่อัดแน่นเป็นชั้นแข็ง ช่วยปรับปรุงการระบายน้ำในดิน ช่วยการเจริญเติบโตของมันสำปะหลังในช่วงฝนชุกและเพิ่มผลผลิต หลังจากไถระเบิดดินดานแล้วมักจะตามด้วยไถผาน 3 หรือไถพรวนผาน 7 เพื่อกำจัดวัชพืช ใช้ท่อนพันธุ์



จากต้นที่มีอายุ 8 - 12 เดือน เพราะท่อนพันธุ์จากลำต้นจะเจริญเติบโตและอยู่รอด ดีกว่าท่อนพันธุ์จากกิ่ง ท่อนพันธุ์ที่ปลูกใหม่สด ไม่บอบช้ำ และไม่มีโรคแมลงทำลาย ตัดเก็บไว้ไม่เกิน 15 วัน และตัดท่อนพันธุ์ยาวประมาณ 20 เซนติเมตร สำหรับปลูกในฤดูฝน หรือ 25 เซนติเมตร สำหรับปลูกในช่วงปลายฝนและมีจำนวนตาอย่างน้อย 5 - 10 ตาต่อท่อนพันธุ์ โดยคัดเลือกพันธุ์ให้เลือกพันธุ์ที่ให้ผลผลิตหัวสดและเปอร์เซ็นต์แป้งสูง เจริญเติบโตได้ดีเหมาะสมกับสภาพอากาศในแต่ละพื้นที่ ระยะเวลามาตรฐานที่แนะนำกับมันสำปะหลังทุกพันธุ์และทุกสภาพดิน คือ 1.0x1.0 เมตร และควรเก็บเกี่ยวเมื่ออายุครบ 8 เดือนขึ้นไป อายุเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมคือ 12 เดือน ไม่ควรเก็บเกี่ยวในช่วงที่มีฝนตกชุกเพราะจะทำให้มีเปอร์เซ็นต์ แป้งต่ำ หลังจากเก็บเกี่ยวแล้วควรรีบส่งโรงงานโดยเร็วไม่ควรทิ้งเกิน 4 วัน เพราะหัวมันจะเน่าเสีย อภิปรายได้ว่า ประเด็นความรู้ที่เกษตรกรยังเข้าใจไม่ถูกต้อง ได้แก่ ท่อนพันธุ์สำหรับปลูกจะต้องตัดไว้ไม่เกิน 15 วัน หากเก็บท่อนพันธุ์ไว้นานเกินท่อนพันธุ์จะแห้งเมื่อนำไปปลูกลงดินจะไม่เจริญเติบโต และการได้รับความรู้เกี่ยวกับการผลิตมันสำปะหลัง พบว่าเกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลังได้รับความรู้เกี่ยวกับการผลิตมันสำปะหลังจากแหล่งต่าง ๆ ได้แก่ 1) บุคคลแวดล้อม โดยได้รับความรู้จากเพื่อนเกษตรกรและญาติพี่น้อง และได้รับความรู้จากสื่อเรียนรู้ในระดับมาจากอินเทอร์เน็ต/แอปพลิเคชัน เช่น YouTube, Facebook, Line สอดคล้องกับผลการศึกษาของปฏินิภา พิศพรกุล (2557, น.104) ที่ศึกษาความคิดเห็นที่มีต่อการปลูกมันสำปะหลังของเกษตรกรในตำบลหนองบัวน้อย อำเภอสีคิ้ว จังหวัดนครราชสีมา พบว่า เกษตรกรเปิดรับข่าวสารความรู้ทางการเกษตรจากสื่อบุคคลมากที่สุด สอดคล้องกับผลการศึกษาของ สุภาพร พงษ์โพธิ์เจริญ (2552, น.70-71) ที่ศึกษาการพัฒนาสื่อสิ่งพิมพ์เพื่อการส่งเสริมการปลูกมันสำปะหลังของเกษตรกร อำเภอหนองใหญ่ จังหวัดชลบุรี พบว่าแหล่งข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการปลูกและเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลังที่เกษตรกรได้รับส่วนใหญ่ได้รับจากเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตร ผู้นำเกษตรกร การดูงาน การจัดนิทรรศการ และสื่อสิ่งพิมพ์เอกสารแนะนำ

สภาพการผลิตมันสำปะหลังของเกษตรกร พบว่าเกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลังมีการผลิตมันสำปะหลังในผู้ปลูกมันสำปะหลังใช้พันธุ์ระยอง 72 ซึ่งเป็นพันธุ์ที่กรมวิชาการเกษตรแนะนำในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยการเก็บพันธุ์ไว้ใช้เอง เนื่องจากเป็นการลดต้นทุนและป้องกันการระบาดของโรคและแมลงศัตรูพืชที่ติดมากับท่อนพันธุ์มันสำปะหลัง เกษตรกรส่วนน้อยมีการปรับปรุงพันธุ์ โดยการใช้อินทรีย์วัตถุ เช่น ปุ๋ยคอก และหว่านปุ๋ยพืชสด มีการเตรียมดินด้วยการไถตะ ไถแปร และไถซักร่องเดียว การไถระเบิดดินดานอยู่ในระดับน้อย มีการปลูกมันสำปะหลังโดยใช้ระยะห่าง 1x1 เมตร ใช้ระยะห่าง 1x1.2 เมตร และใช้ระยะห่าง 0.80x0.80 เมตร เพื่อให้เหมาะสมกับสภาพดินดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ ธาตุอาหารต่ำ เช่น ดินทรายจัด มันสำปะหลังจะมีขนาดหัวมันเล็ก เกษตรกรควรปลูกถี่ขึ้นเพื่อให้ได้ปริมาณหัวเยอะขึ้น ส่วนมากใช้แรงงานคนในการปลูก มีการปลูกแบบยกร่องเพื่อไม่ให้น้ำท่วมขัง ใช้สารเคมีแช่ท่อนพันธุ์มันสำปะหลังก่อนปลูก เพื่อป้องกันโรคและแมลงที่อาจติดมากับท่อนพันธุ์มันสำปะหลัง เช่น เปลี่ยนแปลงสีชมพู โรคใบด่างมันสำปะหลัง ปักท่อนพันธุ์ตั้งตรง และปักท่อนพันธุ์ตั้งเฉียง มีการปลูกมันสำปะหลังต้นฝน เดือนกุมภาพันธ์ - เมษายน มากกว่า ปลูกมันสำปะหลังปลายฝน เดือนพฤศจิกายน - มกราคม เกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลังไม่เคยตรวจวิเคราะห์ดิน ทำให้ไม่ทราบว่าคุณสมบัติของดินของคุณสมบัติหรือไม่ อาจทำให้ต้นทุนการผลิตเพิ่มขึ้นเนื่องจากใส่ปุ๋ยไม่ถูกต้อง เกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลัง ได้ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 ในอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ 1 ในครั้งที่ 1 และใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 ในอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ ในครั้งที่ 2 ให้น้ำมันสำปะหลังโดยการร่อนน้ำฝนตามธรรมชาติ ซึ่งทำให้มันสำปะหลังไม่เจริญเติบโตเท่าที่ควรจากการขาดน้ำ มีการกำจัดวัชพืชโดยสารกำจัดวัชพืชคลอโรทาลอซิล ใช้แรงงานคน และใช้เครื่องมือ/รถไถเดินตาม มีการเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังเมื่ออายุ 12 เดือนด้วยเครื่องขุดและ

ใช้แรงงานคน ขยายมันสำปะหลังในรูปแบบที่เป็นหัวมันสดที่ลานมันเส้นเอกชน การปลูกมันสำปะหลังให้ได้ผลผลิตสูง ขึ้นอยู่กับการจัดการและการดูแลรักษาที่ถูกต้องเหมาะสมกับสภาพพื้นที่ปลูก ตั้งแต่การเตรียมดิน การปรับปรุง บำรุงดิน การเตรียมท่อนพันธุ์ วิธีการปลูก การกำจัดวัชพืช การให้น้ำ การให้น้ำ การเก็บเกี่ยว การจัดการหลัง เก็บเกี่ยว (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2556)

การได้รับการส่งเสริมการเรียนรู้และความต้องส่งเสริมการเรียนรู้ของเกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลัง พบว่า เกษตรกรได้รับการส่งเสริมการเรียนรู้จากการอบรมถ่ายทอดความรู้ อยู่ในระดับน้อย จึงมีความต้องการได้รับการส่งเสริมการเรียนรู้จากการอบรมถ่ายทอดความรู้มากที่สุด สอดคล้องกับผลการศึกษานโยบายรัชกาลที่ 9 (2555, น.107) ที่ศึกษาการยอมรับเทคโนโลยีที่เหมาะสมสำหรับการผลิตมันสำปะหลังของเกษตรกรในตำบลหนองทุ่ม อำเภอบ่อพลอย จังหวัดกาญจนบุรี พบว่า เกษตรกรเห็นว่าสื่อบุคคล จากเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตร สื่อ กิจกรรมจากการจัดฝึกอบรมของหน่วยงานภาครัฐ และการศึกษาดูงาน สื่อมวลชนจากเอกสารของหน่วยงานราชการเป็น แหล่งความรู้ที่มีความสำคัญในระดับมาก ด้านเนื้อหาการเรียนรู้การผลิตมันสำปะหลัง พันธุ์มันสำปะหลัง พบว่า เกษตรกรมีความต้องการส่งเสริมการเรียนรู้ ในเรื่องของการปลูก วิธีการปลูกและระยะเวลาการปลูกที่เหมาะสม พันธุ์มันสำปะหลังการคัดเลือกพันธุ์ที่เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ การเตรียมพื้นที่ การเตรียมดิน/บำรุงดิน การเตรียม ท่อนพันธุ์ การเก็บเกี่ยว การปฏิบัติหลังเก็บเกี่ยว การดูแลรักษาการให้น้ำ การใช้น้ำตามค่าวิเคราะห์ดินและการผสม ปุ๋ยใช้เองเพื่อลดต้นทุน การให้น้ำ ระบบน้ำ การกำจัดวัชพืช การป้องกันและกำจัดโรคและแมลงที่สำคัญ สอดคล้อง กับผลการศึกษาของ สุภาพร พงษ์โพธิ์เจริญ (2552, น.70-71) ที่ศึกษาการพัฒนาสื่อสิ่งพิมพ์เพื่อการส่งเสริมการปลูก มันสำปะหลังของเกษตรกร อำเภอนองใหญ่ จังหวัดชลบุรี พบว่าเกษตรกรต้องการได้รับการส่งเสริมด้านเนื้อหา เกษตรกรต้องการเรื่องเทคนิคใหม่ ๆ ในการเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลัง การเตรียมท่อนพันธุ์ การเตรียมดิน การปลูก การใส่ปุ๋ย การกำจัดวัชพืช โรคและศัตรูพืช และวิธีการเก็บเกี่ยว

### ปัญหาและข้อเสนอแนะแนวทางในการส่งเสริมการเรียนรู้การผลิตมันสำปะหลัง

**ปัญหาด้านวิธีการส่งเสริมการเรียนรู้** พบว่า เกษตรกรมีปัญหาในการส่งเสริมการเรียนรู้การผลิต มันสำปะหลัง ภาพรวมอยู่ในระดับมาก การเรียนรู้จากการอบรมถ่ายทอดความรู้ไม่ต่อเนื่อง และขาดการเรียนรู้จาก เจ้าหน้าที่เกษตรโดยตรงจากการเยี่ยมชมเกษตรกร ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของปิยะธิดา อ่อนพันธ์ (2557, น.83) ที่ศึกษาความต้องการการส่งเสริมการผลิตมันสำปะหลังของเกษตรกรในอำเภอสระโบสถ์ จังหวัดลพบุรี พบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่มีปัญหาการส่งเสริมไม่ต่อเนื่อง ขาดการติดตามให้คำปรึกษาการส่งเสริมภาครัฐไม่ทั่วถึง และด้าน เนื้อหาการผลิตมันสำปะหลัง พบว่าเกษตรกรมีประเด็นปัญหาในการส่งเสริมการเรียนรู้การผลิตมันสำปะหลัง อยู่ใน ระดับมาก ได้แก่ เนื้อหาไม่ตรงกับความต้องการเรียนรู้ของเกษตรกร เนื้อหาการเรียนรู้เป็นเรื่องเดิมที่ทราบหรือเข้าใจ อยู่แล้ว และเนื้อหาไม่มีความเข้าใจยาก สอดคล้องกับการศึกษาของบุญถม คำภาค (2557, น.107) พบว่าเกษตรกรมี ปัญหาขาดความรู้การใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมในการผลิตมันสำปะหลัง ขาดความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีใหม่ ๆ ใน การผลิตมันสำปะหลัง

**ข้อเสนอแนะแนวทางในการส่งเสริมการเรียนรู้การผลิตมันสำปะหลัง** พบว่า เกษตรกรมี ข้อเสนอแนะแนวทางในการส่งเสริมการเรียนรู้การผลิตมันสำปะหลัง ควรจัดให้มีการอบรมถ่ายทอดความรู้ต่อเนื่อง

โดยยึดเกษตรกรเป็นศูนย์กลาง จัดให้มีการเรียนรู้จากการฝึกปฏิบัติในแปลงสาธิต/แปลงเรียนรู้สร้างเครือข่าย สนับสนุนเกษตรกรต้นแบบ/ในพื้นที่ จัดให้มีการศึกษาดูงานแก่เกษตรกรได้เรียนรู้อย่างต่อเนื่อง และสนับสนุนการเรียนรู้จากเจ้าหน้าที่เกษตรโดยตรงจากการเยี่ยมชมเกษตรกรสม่ำเสมอและต่อเนื่อง และด้านเนื้อหาการเรียนรู้การผลิตมันสำปะหลัง เกษตรกรมีกำหนดเนื้อหาการเรียนรู้มุ่งเน้นประโยชน์ในการนำไปใช้ได้จริงตามความต้องการของเกษตรกร มีการปรับปรุงเนื้อหาความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีสมัยใหม่เป็นปัจจุบัน และมีการลำดับเนื้อหาจากง่ายไปหายากเพื่อเข้าใจง่าย

### สรุปผล

การอบรมถ่ายทอดความรู้ การศึกษาดูงาน การฝึกปฏิบัติในแปลงสาธิต/แปลงเรียนรู้โดยยึดเกษตรกรเป็นศูนย์กลาง กำหนดเนื้อหาการเรียนรู้มุ่งเน้นประโยชน์ในการนำไปใช้ได้จริงตามความต้องการของเกษตรกร มีการปรับปรุงเนื้อหาความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีสมัยใหม่เป็นปัจจุบัน และมีการลำดับเนื้อหาจากง่ายไปหายากเพื่อเข้าใจง่าย จะทำให้เกษตรกรมีความรู้ความเข้าใจในการผลิตมันสำปะหลังมากขึ้น โดยพบว่าเกษตรกรมีปัญหาในการส่งเสริมการเรียนรู้การผลิตมันสำปะหลัง ภาพรวมอยู่ในระดับมาก การเรียนรู้จากการอบรมถ่ายทอดความรู้ไม่ต่อเนื่อง และขาดการเรียนรู้จากเจ้าหน้าที่เกษตรโดยตรงจากการเยี่ยมชมเกษตรกร และด้านเนื้อหาการผลิตมันสำปะหลัง พบว่าเกษตรกรมีประเด็นปัญหาในการส่งเสริมการเรียนรู้การผลิตมันสำปะหลัง อยู่ในระดับมาก ได้แก่ เนื้อหาไม่ตรงกับความต้องการเรียนรู้ของเกษตรกร เนื้อหาการเรียนรู้เป็นเรื่องเดิมที่ทราบหรือเข้าใจอยู่แล้ว และเนื้อหามีความเข้าใจยาก

### ข้อเสนอแนะ

1. การศึกษาค้นคว้าความรู้เพิ่มเติมและนำเทคโนโลยีการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตมาปรับประยุกต์ใช้เพื่อเป็นการเรียนรู้จากการทดลองปฏิบัติจริง ให้สามารถเพิ่มผลผลิต การลดต้นทุน ตลอดจนผลตอบแทนเพิ่มขึ้น สร้างรายได้ให้ตนเองและครอบครัวอย่างยั่งยืน
2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยให้เกษตรกรควรมีส่วนร่วมทุกกิจกรรมในการส่งเสริมการเรียนรู้ มีการบูรณาการระหว่างหน่วยงานที่เกี่ยวข้องอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ได้รับความรู้ในการผลิตมันสำปะหลังได้อย่างถูกต้องตามหลักวิชาการและเทคโนโลยีใหม่ ๆ ตามความต้องการของเกษตรกรเอง จะทำให้เกษตรกรเกิดการยอมรับและ นำไปใช้ในการปฏิบัติจริงได้
3. การศึกษาในพื้นที่หากจะให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดควรมีการศึกษาระดับวิจัยที่มีผลต่อการเรียนรู้เพื่อพัฒนาสื่อการเรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพให้เหมาะสมกับเกษตรกรในพื้นที่

### กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ผู้วิจัยขอขอบคุณเกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลัง จากทั้ง 9 อำเภอของจังหวัดหนองคาย ที่ได้สละเวลาอันมีค่าในการให้ข้อมูลอันเป็นประโยชน์ต่อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ขอขอบคุณผู้บริหารหัวหน้างาน เจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรผู้รับผิดชอบงานระดับจังหวัด อำเภอ และทุกท่านผู้มีส่วนเกี่ยวข้องที่ได้กรุณา

ให้การสนับสนุน ช่วยเหลือ และให้กำลังใจตลอดมา ช่วยให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์และสำเร็จลุล่วงด้วยดี  
คุณค่าและประโยชน์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ขอมอบให้แก่ผู้เกี่ยวข้องทุกท่านด้วยความเต็มใจยิ่ง

### เอกสารอ้างอิง

- กรมส่งเสริมการเกษตร. (2556ก). *การจัดกระบวนการเรียนรู้ คู่มือการปฏิบัติเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตร*. โรงพิมพ์  
ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- (2556ข). *การถ่ายทอดเทคโนโลยีการเกษตร คู่มือการปฏิบัติเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตร*. โรงพิมพ์ชุมนุม  
สหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- บุญถม คำภาค. (2557). *การผลิตมันสำปะหลังของเกษตรกรในอำเภอวัฒนานคร จังหวัดสระแก้ว* [วิทยานิพนธ์  
ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- ปิยะธิดา อ่อนพันธ์. (2557). *ความต้องการการส่งเสริมการผลิตมันสำปะหลังของเกษตรกรในอำเภอสระโบสถ์ จังหวัด  
ลพบุรี* [วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- สินีนุช ครุฑเมือง แสนเสริม. (2563). *จิตวิทยาและมนุษย์สัมพันธ์ในงานส่งเสริมและพัฒนาการเกษตร ใน ประมวล  
สาระ วิชาการส่งเสริมการเกษตรเพื่อการพัฒนา*. (หน่วยที่ 12, น.12-21). มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

## การจัดการความรู้ของเครือข่ายศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพ การผลิตสินค้าเกษตรในอำเภอสมเด็จ จังหวัดกาฬสินธุ์

Knowledge Management of Agricultural Learning Center in Somdet District,  
Kalasin Province.

ณัฐวดี จิตจักร\*, เบนจมาศ อยู่ประเสริฐ และ สินีนุช ครุทเมือง แสนเสริม  
Natawoot Chitjak\*, Benchamas Yooprasert and Sineenuch Khrutmuang Sanserm

วิชาเอกส่งเสริมและพัฒนาการเกษตร สาขาวิชาเกษตรศาสตร์และสหกรณ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

Agricultural Extension and Development School of Agriculture and Cooperatives Sukhothai Thammathirat Open University

\*Corresponding author. E-mail: Natawoot@hotmail.com

### บทคัดย่อ

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา 1) สภาพทางสังคมและเศรษฐกิจ ของเกษตรกรสมาชิกเครือข่ายศูนย์เรียนรู้ 2) การดำเนินงานและความพึงพอใจต่อการดำเนินงานของเครือข่ายศูนย์เรียนรู้ 3) ความรู้เกี่ยวกับการจัดการความรู้ของเกษตรกรสมาชิกเครือข่ายศูนย์เรียนรู้ 4) กระบวนการจัดการความรู้ของเครือข่ายศูนย์เรียนรู้ 5) ปัจจัยเอื้อและปัจจัยอุปสรรคในการจัดการความรู้ของเครือข่ายศูนย์เรียนรู้ 6) ปัญหาและเสนอแนะแนวทางในการจัดการความรู้ของเครือข่ายศูนย์เรียนรู้

ประชากรที่ศึกษา คือ เกษตรกรสมาชิกเครือข่ายศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตรในอำเภอสมเด็จ จังหวัดกาฬสินธุ์ จำนวน 175 คน กำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สูตรของทาจิ ยามาเน ที่ความคลาดเคลื่อน 0.05 ได้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 122 คน สุ่มตัวอย่างแบบง่าย เก็บข้อมูลโดยใช้แบบสัมภาษณ์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติพรรณนา ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัย พบว่า 1) เกษตรกรสมาชิกเครือข่ายศูนย์เรียนรู้ ร้อยละ 63.1 เป็นเพศหญิง อายุเฉลี่ย 52.76 ปี ร้อยละ 50.1 มีการศึกษาระดับประถมศึกษา ส่วนใหญ่ไม่มีตำแหน่งทางสังคม มีประสบการณ์ในการทำการเกษตรเฉลี่ย 6.02 ปี และมีรายได้ภาคการเกษตรเฉลี่ย 58,401.64 บาทต่อปี 2) มีการดำเนินงานของเครือข่ายศูนย์เรียนรู้อยู่ในระดับมากในด้านเกษตรกรต้นแบบ การให้บริการ การดำเนินงานด้านการจัดการ และการดำเนินงานในด้านองค์ประกอบเครือข่ายศูนย์เรียนรู้ โดยมีความพึงพอใจต่อการดำเนินงานของเครือข่ายศูนย์เรียนรู้ในระดับมาก ในด้านเกษตรกรต้นแบบ การให้บริการ การดำเนินงานด้านการจัดการ และมีความพึงพอใจต่อการดำเนินงานในระดับปานกลางในด้านองค์ประกอบเครือข่ายศูนย์เรียนรู้ 3) เกษตรกรสมาชิกเครือข่ายศูนย์เรียนรู้มีความรู้เกี่ยวกับการจัดการความรู้มากที่สุดในด้านการเรียนรู้ และน้อยที่สุดในด้านการบังคับความรู้ 4) เกษตรกรสมาชิกเครือข่ายศูนย์เรียนรู้ มีจัดการความรู้ตามกระบวนการจัดการความรู้ในระดับมากในขั้นการแสวงหาความรู้ และระดับน้อยในขั้นการจัดเก็บความรู้ให้เป็นระบบ 5) ปัจจัยเอื้อต่อการจัดการความรู้มากที่สุด คือ ปัจจัยด้านความรู้ เกษตรกรต้นแบบ

หน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการจัดการความรู้ และปัจจัยอุปสรรคต่อการจัดการความรู้ในระดับมาก คือการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการจัดการความรู้ 6) มีปัญหาในกระบวนการจัดการความรู้ระดับมากในประเด็น การประมวลและกลั่นกรองความรู้ และการจัดการความรู้ให้เป็นระบบ โดยมีข้อเสนอแนะ ให้เกษตรกรเพิ่มพูนความรู้ในการจัดการความรู้ นักส่งเสริมเพิ่มบทบาทในการส่งเสริมการใช้กระบวนการจัดการความรู้อย่างต่อเนื่อง และหน่วยงานควรมีแนวทางการจัดการความรู้ที่ชัดเจน

**คำสำคัญ:** การจัดการความรู้ เครือข่ายศูนย์เรียนรู้ การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร

### Abstract

The objectives of this research were to study 1) social and economic conditions of farmers who were members of learning center network 2) the operation and satisfaction towards the operation of learning center network 3) knowledge about knowledge management of farmers who were members of learning center network 4) knowledge management process of learning center network 5) contributing factor and obstacle factor in knowledge management of the learning center network 6) problems and suggestions in knowledge management of the learning center network.

The population of this study was 175 farmers who were members of agricultural productivity efficiency increasing learning center network in Somdet district, Kalasin province. The sample size of 122 people was determined by using Taro Yamane formula with the error value of 0.05 and simple random sampling method. Data were collected by conducting interview and were analyzed by using descriptive statistics such as frequency, percentage, mean, maximum value, minimum value, and standard deviation.

The results of the research found out that 1) 63.1% of farmers who were members of the learning center network were female with the average 52.76 years old, 50.1% completed primary school education. Most of them did not hold social position and had the average experience in agricultural work at 6.02 years. the average income from production of 58,401.64 Baht/year. 2) The operation of the learning center network was at the high level in model farmer, service, managerial operation, and the operation in regards to the learning center network composition. The satisfaction towards the operation of the learning center network was at the moderate level in regards to the learning center network composition. 3) Farmers who were members of the learning center network had knowledge about knowledge management at the highest level in the learning aspect and at the lowest level in knowledge indication. 4) Farmers who were members of the learning center network had knowledge management according to knowledge management process at the high level in the method of knowledge seeking and the low level in the method of systematic knowledge management. 5) Contributing factors on knowledge management at the highest level were

knowledge, model farmer, and agency related to knowledge management. Obstacle factor on knowledge management was at the high level in the use of information technology in knowledge management. 6) They faced with the problem in the process of knowledge management at the high level in the aspect of knowledge processing and screening and systematic knowledge management. They suggested farmers to increase knowledge in knowledge management, the extensionist to increase the role in the extension of the use of continuous knowledge management process, and agency to have explicit knowledge management guidelines.

**Keywords:** Knowledge management, Learning center network, Agricultural productivity efficiency increasing

## บทนำ

การพัฒนาด้านการเกษตรระดับประเทศที่มีภาครัฐ ภาคเอกชน ผู้ประกอบการ เกษตรกร และสถาบันเกษตรกรที่ได้ร่วมกันกำหนดยุทธศาสตร์เกษตรและสหกรณ์ ในระยะ 20 ปี (พ.ศ. 2560 – 2579) เพื่อสร้างความเข้มแข็งของกลุ่มเกษตรกร เพิ่มความสามารถในการแข่งขันโดยใช้เทคโนโลยีและนวัตกรรมในกระบวนการผลิตให้ความสำคัญกับการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตรพร้อมยกระดับมาตรฐานสินค้าเกษตร ตั้งแต่ต้นน้ำ กลางน้ำและปลายน้ำ กระบวนการผลิตทางการเกษตรที่เน้นให้มีความรู้ด้านวิชาการเกษตรในชุมชน เพื่อเป็นจุดถ่ายทอดความรู้ด้านการเกษตรของคนในชุมชน และเป็นที่ให้บริการด้านข้อมูลข่าวสารและการบริการด้านการเกษตร ประกอบกับสภาวะปัจจุบัน สถานการณ์ด้านการผลิตสินค้าเกษตรของเกษตรกรมีปัญหาเรื่องต้นทุนการผลิตที่ค่อนข้างสูง แหล่งรับซื้อผลผลิตอยู่ห่างไกลจากแหล่งผลิต ถูกกดราคาจากพ่อค้าคนกลาง และปัญหาการระบาดของโรคและแมลงศัตรูพืช ดินเสื่อมสภาพ ทำให้ผลผลิตที่ได้มีปริมาณน้อย มีคุณภาพต่ำ เกษตรกรส่วนใหญ่ประสบปัญหาการขาดทุน เกิดหนี้สิน แรงงานภาคการเกษตรส่วนใหญ่เป็นผู้สูงอายุไม่สามารถพึ่งตนเองได้ ประกอบกับปัจจุบัน สถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อโคโรนาไวรัส 2019 ที่มีการระบาดขยายวงกว้างขึ้น ยอดผู้ติดเชื้อยังสูงทะลุหลักหมื่นคนต่อวัน (กรมควบคุมโรค, 2564) โดยเฉพาะพื้นที่ที่เป็นศูนย์รวมของอุตสาหกรรมที่มีแรงงานจากต่างจังหวัดเข้าไปทำงานเกิดการหยุดการจ้างงานทำให้แรงงานกลับสู่ภาคการเกษตร เพื่อประกอบกิจกรรมทางการเกษตรเพิ่มขึ้น ศูนย์เรียนรู้ด้านการเกษตรจึงเป็นจุดเรียนรู้ด้านการเกษตรที่สำคัญให้กับบุคคลกลุ่มเหล่านี้ได้เข้าไปเรียนรู้ อีกทั้งยังเป็นจุดนัดพบในการพบปะพูดคุยระหว่างเจ้าหน้าที่กับเกษตรกร กลุ่มเกษตรกร และเกษตรกรกับเกษตรกรด้วยกันเอง เพื่อให้เกษตรกรเข้มแข็งพึ่งตนเองได้ สินค้าเกษตรได้คุณภาพมาตรฐานและปลอดภัย (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2560)

จากนโยบายกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ โดยกรมส่งเสริมการเกษตร จึงได้ตั้งศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร (ศพก.) ขึ้น อำเภอละ 1 ศูนย์ รวม 882 ศูนย์ ทั่วประเทศเพื่อเป็นศูนย์กลางถ่ายทอดเทคโนโลยีด้านการเกษตรทุกด้าน ทั้งด้านการผลิต การบริหารจัดการ การตลาด การให้บริการทางการเกษตร และเผยแพร่ข้อมูลข่าวสารในพื้นที่แก่เกษตรกร สามารถตอบสนองความต้องการของชุมชนได้ และใช้เป็นเครื่องมือในการส่งเสริมและพัฒนาการเกษตร ในประเด็นการเพิ่มผลผลิต การลดต้นทุนการผลิต การพัฒนาคุณภาพสินค้า

นำไปสู่การยึดหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง โดยใช้กระบวนการกลุ่มที่เน้นการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม เกษตรกรมีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเกษตรกรต้นแบบ มีการฝึกปฏิบัติจริง ในลักษณะของเกษตรกรสอนกันเอง ให้เกษตรกรที่มาเรียนรู้เกิดการเรียนรู้ ได้ความรู้ ความเข้าใจ เกิดแรงผลักดันในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร มีการใช้ปัจจัยการผลิตได้อย่างเหมาะสม คำนึงถึงสภาพแวดล้อมสู่การผลิตที่พึ่งตนเองได้อย่างยั่งยืน โดยเป้าหมายหลักในปี 2564 กรมส่งเสริมการเกษตร มุ่งเน้นการพัฒนาศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตรให้สามารถผลิตสินค้าเกษตรปลอดภัยและได้รับรองมาตรฐานสินค้าเกษตรปลอดภัย โดยมีการนำนวัตกรรม และเรียนรู้เทคโนโลยีการเกษตรที่เหมาะสมกับพื้นที่ (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2563)

นอกจากจะมีการจัดตั้งศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตรหลักในทุกอำเภอแล้ว สำนักงานเกษตรจังหวัดและสำนักงานเกษตรอำเภอได้มีการพัฒนาและจัดตั้งศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร หรือเครือข่ายศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตรทั่วประเทศ ซึ่งเครือข่ายของศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร คือ ศูนย์หรือจุดเรียนรู้ แหล่งเรียนรู้ทางการเกษตรด้านต่าง ๆ ของเกษตรกรที่ดำเนินงานจนประสบความสำเร็จและมีผลการดำเนินงานเป็นที่ประจักษ์ เพื่อเป็นแหล่งเรียนรู้ที่ช่วยเสริมหนุนในการขับเคลื่อนศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตรหลักของอำเภอ และอำเภอสมเด็จพระเจ้าตากสินมหาราช มีเครือข่ายศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร ประเภทศูนย์เรียนรู้เศรษฐกิจพอเพียง เกษตรทฤษฎีใหม่ และเกษตรผสมผสานจำนวน 7 ศูนย์ ซึ่งแต่ละศูนย์สามารถเป็นแหล่งเรียนรู้ด้านการเกษตรพัฒนาต่อยอดสร้างรายได้ด้านการเกษตรให้เกษตรกรสมาชิก ครัวเรือนเกษตรกรและชุมชนได้ โดยมีนักส่งเสริมเข้าไปส่งเสริม สนับสนุนเพื่อให้เกษตรกรสมาชิกเครือข่ายศูนย์เรียนรู้เข้าไปเรียนรู้

เครือข่ายศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร ในอำเภอสมเด็จพระเจ้าตากสินมหาราช เป็นแหล่งค้นคว้าความรู้ด้านการเกษตร เพื่อให้เกษตรกรสมาชิกเครือข่ายศูนย์เรียนรู้ได้ความรู้จากการเข้าไปเรียนรู้ในเครือข่ายศูนย์เรียนรู้ และนำความรู้ที่ได้มาใช้ในการพัฒนาและต่อยอดในกิจกรรมการเกษตรของตนเอง เพื่อสร้างและขยายเครือข่ายศูนย์เรียนรู้ด้านการเกษตรในพื้นที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่ส่วนใหญ่ยังมีปัญหา และขาดทักษะ ความรู้ในการจัดการความรู้ของเครือข่ายศูนย์เรียนรู้ เกษตรกรต้นแบบ เกษตรกรสมาชิกเครือข่ายศูนย์เรียนรู้ เพราะบางเครือข่ายศูนย์เรียนรู้ได้รับการจัดตั้งเป็นเครือข่ายศูนย์เรียนรู้ ขาดความพร้อมในการดำเนินงานในประเด็นต่าง ๆ

จากปัญหาดังกล่าวจึงมีความจำเป็นต้องมีการศึกษาการจัดการความรู้ของเครือข่ายศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตรในอำเภอสมเด็จพระเจ้าตากสินมหาราช ที่ประสบปัญหาการใช้ระบบสารสนเทศในการจัดเก็บข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล และการเผยแพร่ข้อมูล รวมทั้งยังขาดทักษะการจัดการความรู้ในระบบสารสนเทศ ขาดเกษตรกรต้นแบบและองค์ความรู้ในการจัดการความรู้

### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. สภาพสังคมและเศรษฐกิจ ของเกษตรกรสมาชิกเครือข่ายศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร
2. การดำเนินงานและความพึงพอใจต่อการดำเนินงานของเครือข่ายศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร
3. ความรู้เกี่ยวกับการจัดการความรู้ของเกษตรกรเครือข่ายศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร



4. กระบวนการจัดการความรู้ของเครือข่ายศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร
5. ปัจจัยเอื้อและปัจจัยอุปสรรคในการจัดการความรู้ของเครือข่ายศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร
6. ปัญหาและข้อเสนอแนะในการจัดการความรู้ของเครือข่ายศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร

### วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัย เรื่อง “การจัดการความรู้ของเครือข่ายศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตรในอำเภอสมเด็จ จังหวัดกาฬสินธุ์” เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ คือ เกษตรกรสมาชิกเครือข่ายศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร ประเภทศูนย์เรียนรู้เศรษฐกิจพอเพียง เกษตรทฤษฎีใหม่ และเกษตรผสมผสาน ในอำเภอสมเด็จ จังหวัดกาฬสินธุ์ จาก 7 ศูนย์ จำนวน 175 คน คน กำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สูตรของทาโร ยามาเน ที่ความคลาดเคลื่อน 0.05 ได้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 122 คน สุ่มตัวอย่างแบบง่าย เก็บข้อมูลโดยใช้แบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง ที่มีค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นมากกว่า 0.830 วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติพรรณนา ได้แก่ ความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการจัดอันดับ โดยแบ่งคะแนนเป็น 5 ระดับ ตามวิธีของ Likert (1932) คือ ค่าคะแนนเฉลี่ย 1.00-1.80 หมายถึง น้อยที่สุด ค่าคะแนนเฉลี่ย 1.81-2.60 หมายถึง น้อย ค่าคะแนนเฉลี่ย 2.61-3.40 หมายถึง เห็นด้วยปานกลาง ค่าคะแนนเฉลี่ย 3.41-4.20 หมายถึง มาก ค่าคะแนนเฉลี่ย 4.21-5.00 หมายถึง มากที่สุด

### ผลการวิจัยและอภิปรายผล

#### 1. สภาพทางสังคมและเศรษฐกิจของเกษตรกรสมาชิกเครือข่ายศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร

เกษตรกรสมาชิก ร้อยละ 63.1 เป็นเพศหญิง มีอายุเฉลี่ย 52.76 ปี มีประสบการณ์ในการทำเกษตรเฉลี่ย 6.02 ปี เกษตรกรสมาชิก ร้อยละ 41.0 มีรายได้จากภาคการเกษตรระหว่าง 30,001 – 60,000 บาทต่อปี ร้อยละ 37.7 มีรายได้ได้นอกภาคระหว่าง 30,001 – 60,000 บาทต่อปี

#### 2. การดำเนินงานและความพึงพอใจต่อการดำเนินงานของเครือข่ายศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร

**องค์ประกอบของเครือข่ายศูนย์เรียนรู้** พบว่า เครือข่ายศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร ร้อยละ 79.5 จัดทำแปลงเรียนรู้ ให้เหมาะแก่การเรียนรู้ สอดคล้องกับนันทริยา สุวรรณล้อม (2559) ศึกษาการพัฒนาศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร อำเภอป่าซาง จังหวัดลำพูน พบว่า ด้านแปลงเรียนรู้สมาชิกมีความพึงพอใจในภาพรวมระดับมากที่สุด ได้แก่ เป็นแปลงของเกษตรกรเจ้าของศูนย์เอง และสามารถถ่ายทอดให้แก่เกษตรกรในชุมชนได้ ด้านหลักสูตรการเรียนรู้ สมาชิกมีความพึงพอใจในภาพรวมระดับมากที่สุด สมาชิกมีความพึงพอใจในภาพรวมระดับมากที่สุด ได้แก่ ทำแล้วมีประโยชน์เห็นผลที่ชัดเจน

**เกษตรกรต้นแบบของเครือข่ายศูนย์เรียนรู้** พบว่า เกษตรกรเครือข่ายศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร ร้อยละ 100.0 มีการดำเนินงานทั้งหมดในประเด็นส่งเสริมให้เกษตรกรต้นแบบทำงานร่วมกับหน่วยงาน

ต่าง ๆ สอดคล้องกับ นันทริยา สุวรรณล้อม (2559) พบว่า ด้านเจ้าของศูนย์เรียนรู้ สมาชิกมีความพึงพอใจในภาพรวมระดับมาก ได้แก่ มีความรู้ ทักษะ และพร้อมที่จะถ่ายทอดความรู้ ประสบความสำเร็จในกิจกรรมการเกษตรในพื้นที่สามารถเป็นแบบอย่างที่ดีให้กับเกษตรกรรายอื่น ๆ ได้ และมีการบริหารจัดการที่ดีในพื้นที่จนเป็นที่ยอมรับ **การให้บริการของเครือข่ายศูนย์เรียนรู้** พบว่า เกษตรกรเครือข่ายศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพ การผลิตสินค้าเกษตร ร้อยละ 91.0 การให้บริการข้อมูลข่าวสารและวิชาการ สอดคล้องกับภัครชานนท์ สายแก้ว (2560) พบว่า มีการร่วมกันพิจารณาหลักสูตร ฐานเรียนรู้และกิจกรรมในศูนย์ มีหลักสูตร ฐานเรียนรู้ สอดคล้องกับปัญหาของชุมชน มีการสนับสนุนวัสดุในการดำเนินงานอย่างเพียงพอ **การดำเนินงานด้านการจัดการของเครือข่ายศูนย์เรียนรู้** พบว่าเกษตรกรเครือข่ายศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร ร้อยละ 86.9 การสร้างและพัฒนาเครือข่าย ความรู้ สอดคล้องกับนันทริยา สุวรรณล้อม (2559) พบว่าด้านที่ตั้งของศูนย์เรียนรู้ สมาชิกมีความพึงพอใจมากที่สุด ได้แก่ ศูนย์เรียนรู้ที่อยู่ในชุมชนเข้าถึงง่าย ด้านวัตถุประสงค์ของศูนย์ ได้แก่ เป็นศูนย์กลางการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิต ให้บริการทางการเกษตร และเป็นกลไกในการบูรณาการการทำงานของหน่วยงานต่าง ๆ

### 3. ความรู้เกี่ยวกับการจัดการความรู้ของเกษตรกรสมาชิกเครือข่ายศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร

**การบ่งชี้ความรู้** พบว่า เกษตรกรสมาชิกเครือข่ายศูนย์เรียนรู้ร้อยละ 100.0 มีความรู้ในประเด็น เกษตรกรสมาชิกเครือข่ายศูนย์เรียนรู้ค้นหาว่ามีความรู้อะไรบ้างอยู่ในเครือข่ายศูนย์เรียนรู้ **การแสวงหาความรู้** พบว่า เกษตรกรสมาชิกเครือข่ายศูนย์เรียนรู้ร้อยละ 100.0 มีความรู้ ใน 2 ประเด็น ได้แก่ การแสวงหาความรู้คือ การที่เกษตรกรสมาชิกเครือข่ายศูนย์เรียนรู้การผลิตสินค้าเกษตรเข้ามาเรียนรู้ที่เครือข่ายศูนย์เรียนรู้ เกษตรกรสมาชิกเครือข่ายศูนย์เรียนรู้ต้องแสวงหาความรู้ให้ได้ข้อมูลที่ต้องการ **การจัดการความรู้ให้เป็นระบบ** พบว่า เกษตรกรสมาชิกเครือข่ายศูนย์เรียนรู้ร้อยละ 100.0 มีความรู้ใน 2 ประเด็น ได้แก่ การจัดการความรู้ให้เป็นระบบคือการนำความรู้ที่ได้รับวิเคราะห์ สังเคราะห์เป็นองค์ความรู้ เกษตรกรสมาชิกเครือข่ายศูนย์เรียนรู้จัดเก็บความรู้ให้เป็นระบบ **การประเมินผลและกลั่นกรองความรู้** พบว่า เกษตรกรสมาชิกเครือข่ายศูนย์เรียนรู้ ร้อยละ 95.9 มีความรู้ในประเด็น เกษตรกรสมาชิกเครือข่ายศูนย์เรียนรู้มีการสังเคราะห์ความรู้โดยใช้ ภาษา เนื้อหา ที่เข้าใจง่าย **การเข้าถึงความรู้** พบว่า เกษตรกรสมาชิกเครือข่ายศูนย์เรียนรู้ร้อยละ 100.0 มีความรู้ ใน 2 ประเด็น ได้แก่ การเข้าถึงความรู้เป็นจะประโยชน์ต่อเกษตรกรสมาชิกเครือข่ายศูนย์เรียนรู้ เกษตรกรสมาชิกเครือข่ายศูนย์เรียนรู้ สามารถเลือกเฉพาะความรู้ที่ตนต้องการ รองลงมา ร้อยละ 53.3 มีความรู้ในประเด็น เกษตรกรสมาชิกเครือข่ายศูนย์เรียนรู้เข้าถึงความรู้เข้าถึงความรู้โดยเข้ามาเรียนรู้ที่เครือข่ายเท่านั้น **การแบ่งปันแลกเปลี่ยนความรู้** พบว่า เกษตรกรสมาชิกเครือข่ายศูนย์เรียนรู้ร้อยละ 100.0 มีความรู้ ในประเด็น มีการแบ่งปันความรู้โดยการทำกิจกรรมกลุ่ม และมีเวทีสำหรับแลกเปลี่ยนความรู้ **การเรียนรู้** พบว่า เกษตรกรสมาชิกเครือข่ายศูนย์เรียนรู้ ร้อยละ 100.0 มีความรู้ ใน 2 ประเด็น ได้แก่ เกษตรกรสมาชิกเครือข่ายศูนย์เรียนรู้ เรียนรู้เพื่อนำความรู้ที่ได้รับไปใช้ประโยชน์ การเรียนรู้สามารถนำมาใช้ในการเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการผลิต การแปรรูป และการตลาดได้

### 4. กระบวนการจัดการความรู้ของเครือข่ายศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร

**การบ่งชี้ความรู้** พบว่า เครือข่ายศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร ร้อยละ 77.9 สามารถ บ่งชี้ความรู้ให้เกษตรกรสมาชิกเครือข่ายศูนย์เรียนรู้ เข้าค้นหา ว่ามีความรู้อะไรบ้างในเครือข่ายศูนย์เรียนรู้

**การแสวงหาความรู้** พบว่า เครือข่ายศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร ร้อยละ 98.4 เกษตรกรต้นแบบมีการพัฒนาทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองโดยอาศัยการเรียนรู้และวิธีการฝึกฝนจนเกิดความชำนาญ

**การจัดการความรู้ให้เป็นระบบ** พบว่า เครือข่ายศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร ร้อยละ 42.6 มีการจัดเก็บความรู้ในรูปแบบของเอกสาร **การประมวลและกลั่นกรองความรู้** พบว่า เครือข่ายศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร ร้อยละ 96.7 มีการกลั่นกรองความรู้จากประสบการณ์ **การเข้าถึงความรู้** พบว่า เครือข่ายศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร ร้อยละ 96.7 จัดการความรู้ให้เกษตรกรสมาชิกสามารถเลือกเฉพาะความรู้ ที่ตนเองต้องการและได้รับประโยชน์จากการเข้าถึงความรู้ **การแบ่งปันแลกเปลี่ยนความรู้** พบว่า เครือข่ายศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร ร้อยละ 96.7 มีการแบ่งปันแลกเปลี่ยนความรู้ทั้ง 3 ประเด็น ได้แก่ มีเวทีสำหรับแลกเปลี่ยนความรู้โดยการนำความรู้ที่เกษตรกรสมาชิกมีมาพูดคุยแลกเปลี่ยนกัน มีการสร้างความรู้และประสานงานเครือข่ายกับศูนย์เรียนรู้อื่น ๆ และมีการเชื่อมโยงเครือข่ายมีการแบ่งปันแลกเปลี่ยนความรู้ระหว่างกัน **การเรียนรู้** พบว่า เครือข่ายศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร ร้อยละ 95.1 มีการเรียนรู้ ทั้ง 3 ประเด็น ได้แก่ การประยุกต์ความรู้ และนำความรู้ที่ได้รับไปใช้ประโยชน์ มีการนำความรู้ใช้ในการเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการผลิต การแปรรูป และการตลาดได้ และมีการเรียนรู้จะทำให้เกิดความรู้ใหม่ ๆ ซึ่งจะไปเพิ่มพูนความรู้ของเกษตรกรสมาชิกเครือข่ายศูนย์เรียนรู้ที่มีอยู่แล้วให้มากขึ้น สอดคล้องกับเบญจมาศ อยู่ประเสริฐ และคณะ (2560 น. 37-40) กล่าวถึง การจัดการความรู้ให้เป็นระบบ ว่าการจัดองค์ความรู้ให้เป็นระบบ จัดทำหลักสูตรการเรียนรู้ และชุดสื่อการเรียนรู้ ออกแบบเนื้อหาเพื่อการเรียนรู้

##### 5. ปัจจัยเอื้อและปัจจัยอุปสรรคในการจัดการความรู้ของเครือข่ายศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร

ปัจจัยเอื้อในการจัดการความรู้ของเครือข่ายศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร เกษตรกรสมาชิกเครือข่ายศูนย์เรียนรู้มีความคิดเห็นต่อบริการเอื้อในการจัดการความรู้ ได้แก่ ด้านความรู้ เกษตรกรต้นแบบของเครือข่ายศูนย์เรียนรู้ ด้านหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการจัดการความรู้ ภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด สอดคล้องกับเบญจมาศ อยู่ประเสริฐ (2560) กล่าวถึงปัจจัยที่เอื้อหนุนต่อการจัดการความรู้ไว้ว่า 1) ปัจจัยด้านความรู้ ได้แก่ ศูนย์เรียนรู้มีองค์ความรู้เป็นของตนเองและมีความหลากหลาย เนื้อหาความรู้ส่วนหนึ่งมาจากบทเรียนของชุมชน 2) ปัจจัยด้านการจัดกระบวนการเรียนรู้ ได้แก่ การจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีความยืดหยุ่นตามความต้องการและบริบทของชุมชน การจัดกระบวนการเรียนรู้ที่ใช้วิธีการเรียนรู้หลากหลายวิธี เช่น การพาไปดูงาน การเชิญผู้รู้มาบรรยาย การแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันในกลุ่ม และกับกลุ่มเครือข่ายอื่น ๆ ในชุมชนใกล้เคียง เป็นต้น การมีผู้นำกลุ่มที่เป็นผู้รู้คอยกระตุ้นหรือประสาน และติดตามการจัดการความรู้ในเกษตรกรเป้าหมาย กลุ่มและชุมชน คอยให้คำปรึกษา ชี้แนะ ช่วยแก้ปัญหาให้สมาชิกกลุ่มและชุมชน ขณะกำลังดำเนินการอยู่ 3) ปัจจัยด้านหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการจัดการความรู้ ได้แก่ การมีหน่วยงานสนับสนุนศูนย์เรียนรู้ และการเชื่อมโยงกับเครือข่ายภาคีต่าง ๆ การพัฒนาเครือข่ายและเชื่อมโยงกิจกรรมของหน่วยงานต่าง ๆ กับแผนชีวิตและแผนกลุ่ม การที่เจ้าหน้าที่ภาครัฐเข้าหนุนเสริมให้ความรู้ จนทำให้เกิดการทำงานร่วมกันระหว่างเจ้าหน้าที่กับกลุ่มผู้เรียน และสอดคล้องกับภัทรชานนท์ สายแก้ว (2560) พบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อความสำเร็จในการจัดการความรู้มากที่สุด อยู่ใน 4 ด้าน คือ ด้านโครงสร้างพื้นฐาน ด้านการวัดผล ด้านผู้นำ ด้านวัฒนธรรมองค์กร รองลงมาเป็นด้านเทคโนโลยีสารสนเทศที่ใช้ในการจัดการความรู้ในระดับมาก

ปัจจัยอุปสรรคในการจัดการความรู้ของเครือข่ายศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร ด้านเทคโนโลยีสารสนเทศด้านการจัดการความรู้ พบว่า เกษตรกรสมาชิกเครือข่ายศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร มีความคิดเห็นต่อปัจจัยอุปสรรคในการจัดการความรู้ของเครือข่ายศูนย์เรียนรู้ระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 3.80) และเมื่อแยกเป็นรายประเด็นพบว่า เห็นด้วยกับปัจจัยอุปสรรคอยู่ในระดับมาก มี 3 ประเด็นได้แก่ มีการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีอย่างรวดเร็วทำให้เกษตรกรสมาชิกไม่สามารถปรับตามได้ทัน ขาดระบบฐานข้อมูลที่ทันสมัย ช่วยให้การจัดการความรู้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ขาดเครื่องมืออุปกรณ์สารสนเทศ

#### 6. ปัญหาและข้อเสนอแนะแนวทางในการจัดการความรู้ในของเครือข่ายศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร

การวิเคราะห์ปัญหาในการจัดการความรู้ของเครือข่ายศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตรในอำเภอสมเด็จ จังหวัดกาฬสินธุ์ การบ่งชี้ความรู้ พบว่า เกษตรกรสมาชิกเครือข่ายศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร มีความคิดเห็นต่อปัญหาในการจัดการความรู้ของเครือข่ายศูนย์เรียนรู้ระดับน้อย (ค่าเฉลี่ย 1.88) และเมื่อแยกเป็นรายประเด็นพบว่า มีปัญหาอยู่ในระดับน้อยที่สุด มี 3 ประเด็นได้แก่ เครือข่ายศูนย์เรียนรู้ ไม่เน้นการถ่ายทอดความรู้จากการปฏิบัติจริง เครือข่ายศูนย์เรียนรู้ขาดการสร้างแหล่งเรียนรู้ใหม่ ๆ ให้เกษตรกรสมาชิกค้นคว้าหาความรู้ การแสวงหาความรู้ พบว่า เกษตรกรสมาชิกเครือข่ายศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร มีความคิดเห็นต่อปัญหาในการจัดการความรู้ของเครือข่ายศูนย์เรียนรู้ระดับน้อยที่สุด (ค่าเฉลี่ย 1.81) และเมื่อแยกเป็นรายประเด็นพบว่า มีปัญหาอยู่ในระดับน้อยที่สุด ได้แก่ เกษตรกรต้นแบบไม่แสวงหาความรู้เพื่อให้ค้นพบหรือให้ได้ความรู้และข้อมูลที่ต้องการ การจัดการความรู้ให้เป็นระบบ พบว่า เกษตรกรสมาชิกเครือข่ายศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร มีความคิดเห็นต่อปัญหาในการจัดการความรู้ของเครือข่ายศูนย์เรียนรู้ระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ย 2.88) และเมื่อแยกเป็นรายประเด็นพบว่า มีปัญหาอยู่ในระดับน้อย ได้แก่ เครือข่ายศูนย์เรียนรู้ไม่นำความรู้ที่ได้มาวิเคราะห์ สังเคราะห์ เป็นองค์ความรู้ การประมวลและกลั่นกรองความรู้ พบว่า เกษตรกรสมาชิกเครือข่ายศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร มีความคิดเห็นต่อปัญหาในการจัดการความรู้ของเครือข่ายศูนย์เรียนรู้ระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 3.41) และเมื่อแยกเป็นรายประเด็นพบว่า มีปัญหาอยู่ในระดับปานกลาง ได้แก่ เครือข่ายศูนย์เรียนรู้ไม่มีการประมวลความรู้ในรูปแบบ ทั้งด้านภาษา เนื้อหา (ค่าเฉลี่ย 3.27) และมีปัญหาในระดับมาก ได้แก่ เครือข่ายศูนย์เรียนรู้ไม่มีการจัดเก็บความรู้ไว้ในเครื่องคอมพิวเตอร์ (ค่าเฉลี่ย 3.56) การเข้าถึงความรู้ พบว่า เกษตรกรสมาชิกเครือข่ายศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร มีความคิดเห็นต่อปัญหาในการจัดการความรู้ของเครือข่ายศูนย์เรียนรู้ระดับน้อย (ค่าเฉลี่ย 2.14) และเมื่อแยกเป็นรายประเด็นพบว่า มีปัญหาอยู่ในระดับน้อย มี 3 ประเด็น ได้แก่ เครือข่ายศูนย์เรียนรู้ขาดการจัดการองค์ความรู้ให้สามารถเข้าถึงความรู้ได้สะดวก ไม่สามารถจัดการความรู้ให้เกษตรกรสมาชิกเครือข่ายศูนย์เรียนรู้ได้รับประโยชน์จากการเข้าถึงความรู้ เกษตรกรสมาชิกเครือข่ายศูนย์เรียนรู้ไม่สามารถเลือกเฉพาะความรู้ที่ตนเองต้องการได้ การแบ่งปันแลกเปลี่ยนความรู้ พบว่า เกษตรกรสมาชิกเครือข่ายศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร มีความคิดเห็นต่อปัญหาในการจัดการความรู้ของเครือข่ายศูนย์เรียนรู้ระดับน้อยที่สุด (ค่าเฉลี่ย 1.80) และเมื่อแยกเป็นรายประเด็นพบว่า มีปัญหาอยู่ในระดับน้อยที่สุด ได้แก่ เครือข่ายศูนย์เรียนรู้ขาดการประสานงานเครือข่ายกับศูนย์เรียนรู้อื่น ๆ การเรียนรู้ พบว่า เกษตรกรสมาชิกเครือข่ายศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร

มีความคิดเห็นต่อปัญหาในการจัดการความรู้ของเครือข่ายศูนย์เรียนรู้ระดับน้อยที่สุด (ค่าเฉลี่ย 1.63) และเมื่อแยกเป็นรายประเด็นพบว่า มีปัญหาอยู่ในระดับน้อยที่สุด มี 3 ประเด็น ได้แก่ ขาดการนำความรู้ไปใช้ในการเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการผลิต การแปรรูป และการตลาด ขาดการประยุกต์ความรู้ และนำความรู้ที่ได้รับไปใช้ประโยชน์ ขาดการเรียนรู้จะทำให้เกิดความรู้ใหม่ ๆ ที่จะเพิ่มความรู้ของเกษตรกรสมาชิกเครือข่ายศูนย์เรียนรู้ที่มีอยู่แล้วให้มากขึ้น

ข้อเสนอแนะในการจัดการความรู้ของเครือข่ายศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตรในอำเภอสมเด็จ จังหวัดกาฬสินธุ์ เกษตรกรสมาชิกเครือข่ายศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร ให้ข้อเสนอแนะในการจัดการความรู้ เรียงตามลำดับ ดังนี้ ร้อยละ 30.39 เกษตรกรสมาชิกเครือข่ายศูนย์เรียนรู้ควรเพิ่มพูนความรู้ในด้านการจัดการความรู้อย่างสม่ำเสมอ รองลงมา ร้อยละ 23.53 เกษตรกรสมาชิกเครือข่ายศูนย์เรียนรู้ ควรมีการพูดคุยแลกเปลี่ยนประสบการณ์ในการจัดการความรู้ระหว่างกลุ่มและเครือข่าย ร้อยละ 18.63 นักส่งเสริมต้องเพิ่มบทบาทในการส่งเสริมการใช้กระบวนการเรียนรู้ อย่างต่อเนื่อง ร้อยละ 11.76 นักส่งเสริมต้องเพิ่มทักษะการใช้เทคโนโลยีเข้ามาช่วยในการจัดการความรู้ ร้อยละ 8.82 สำนักงานเกษตรอำเภอควรกำหนดแนวทางการจัดการความรู้ที่ชัดเจน และร้อยละ 6.86 สำนักงานเกษตรอำเภอควรส่งเสริมและสนับสนุนอุปกรณ์และงบประมาณในการจัดการความรู้

## สรุปผล

1. การดำเนินงานและความพึงพอใจต่อการดำเนินงานของเครือข่ายศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร **องค์ประกอบของเครือข่ายศูนย์เรียนรู้** มีการดำเนินงานใน 4 ประเด็น ดังนี้ จัดทำแปลงเรียนรู้ให้เหมาะแก่การเรียนรู้ จัดให้มีวัสดุอุปกรณ์เพื่ออำนวยความสะดวก จัดทำฐานเรียนรู้ตามองค์ความรู้ที่มีในพื้นที่ จัดให้มีหลักสูตรเรียนรู้เพื่อถ่ายทอดความรู้ แต่ในประเด็นจัดทำแผนผังของเครือข่ายศูนย์เรียนรู้ยังมีการดำเนินการน้อย เนื่องจากขาดความรู้และประสบการณ์ในการทำแผนผังและบางเครือข่ายศูนย์เรียนรู้ต้องพัฒนาต่อไปให้เกษตรกรสมาชิกเครือข่ายศูนย์เรียนรู้เข้าค้นหาความรู้ จึงต้องแปลงของเกษตรกรเจ้าของศูนย์เอง และสามารถถ่ายทอดให้แก่เกษตรกรในชุมชนได้ **เกษตรกรต้นแบบของเครือข่ายศูนย์เรียนรู้** มีการดำเนินการส่งเสริมให้เกษตรกรต้นแบบทำงานร่วมกับหน่วยงานต่าง มีการอบรมให้ความรู้แก่เกษตรกรต้นแบบ ส่งเสริมเทคนิคและวิธีการถ่ายทอดความรู้แก่เกษตรกรต้นแบบ เพื่อเพิ่มพูนความรู้ ทักษะ และพร้อมที่จะถ่ายทอดความรู้ ความสำเร็จในกิจกรรมการเกษตรในพื้นที่ เป็นแบบอย่างที่ดีให้กับเกษตรกรรายอื่น ๆ ได้ **การให้บริการของเครือข่ายศูนย์เรียนรู้** มีการดำเนินการการให้บริการข้อมูลข่าวสารและวิชาการการให้บริการถ่ายทอดความรู้ การให้บริการด้านการเกษตรต่าง ๆ โดยการร่วมกันพิจารณาหลักสูตร ฐานเรียนรู้และกิจกรรมในศูนย์ มีหลักสูตร ฐานเรียนรู้ สอดคล้องกับปัญหาของชุมชน มีการสนับสนุนวัสดุในการดำเนินงานอย่างเพียงพอ

2. ความพึงพอใจต่อการดำเนินงานของเครือข่ายศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร เกษตรกรสมาชิกเครือข่ายศูนย์เรียนรู้มีความพึงพอใจต่อการดำเนินงานของเครือข่ายศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร ในประเด็นระดับน้อยที่สุดคือ จัดทำแผนผังของเครือข่ายศูนย์เรียนรู้ ที่จะช่วยอำนวยความสะดวกในการเข้าไปเรียนรู้ที่เครือข่ายศูนย์เรียนรู้ในเรื่องที่เกษตรกรสมาชิกเครือข่ายศูนย์เรียนรู้ต้องการความรู้ในเรื่องนั้นๆ

3. ความรู้เกี่ยวกับการจัดการความรู้ของเกษตรกรสมาชิกเครือข่ายศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร ในประเด็นการบ่งชี้ความรู้ เกษตรกรสมาชิกเครือข่ายศูนย์เรียนรู้ตอบถูกน้อยที่สุดประเด็นเกษตรกรสามารถบ่งชี้ความรู้ว่ามีอยู่เฉพาะในหนังสือเท่านั้น เพราะเกษตรกรอาจเข้าใจว่าการค้นหาความรู้ต้องค้นหาหรืออ่านในหนังสือเท่านั้นถึงจะได้ความรู้ แต่ความรู้ไม่ได้มีเฉพาะในหนังสือเท่านั้น การเข้าไปเรียนรู้ ปฏิบัติจริงในเครือข่ายศูนย์เรียนรู้ทำให้ได้ความรู้เพิ่มขึ้น

4. กระบวนการจัดการความรู้ของเครือข่ายศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร กระบวนการจัดการเรียนรู้ของเครือข่ายศูนย์เรียนรู้ ในกระบวนการเรียนรู้ การจัดการความรู้ให้เป็นระบบ ยังมีการดำเนินการน้อย ในประเด็น 1) เครือข่ายศูนย์เรียนรู้ นำความรู้ที่ได้รับมาวิเคราะห์ สังเคราะห์ 2) เครือข่ายศูนย์เรียนรู้มีการจัดเก็บความรู้ให้เป็นระบบ 3) เครือข่ายศูนย์เรียนรู้มีการจัดเก็บความรู้ในรูปของเอกสารให้สามารถนำความรู้ ออกมาใช้ได้สะดวก ดังนั้นทักษะการจัดการความรู้ให้เป็นระบบ การจัดองค์ความรู้ให้เป็นระบบ จัดทำหลักสูตรการเรียนรู้ และชุดสื่อการเรียนรู้ ออกแบบเนื้อหาเพื่อการเรียนรู้

5. ปัจจัยเอื้อในการจัดการความรู้ของเครือข่ายศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร เกษตรกรสมาชิกเครือข่ายศูนย์เรียนรู้มีความคิดเห็นต่อปัจจัยเอื้อในการจัดการความรู้ ได้แก่ ด้านความรู้ จากการที่เครือข่ายศูนย์เรียนรู้มีองค์ความรู้เป็นของตนเองและมีความหลากหลาย เนื้อหาความรู้ส่วนหนึ่งมาจากบทเรียนของชุมชน ซึ่งสามารถนำไปสู่การปฏิบัติได้จริง เกษตรกรต้นแบบของเครือข่ายศูนย์เรียนรู้ การมีผู้นำกลุ่มที่เป็นผู้รู้คอยกระตุ้นหรือประสาน และติดตามการจัดการความรู้ในเกษตรกรเป้าหมาย กลุ่มและชุมชน คอยให้คำปรึกษา ชี้แนะช่วยแก้ปัญหาให้สมาชิกกลุ่มและชุมชน ขณะกำลังดำเนินการอยู่ ด้านหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการจัดการความรู้ มีหน่วยงานสนับสนุนการถ่ายทอดกระบวนการจัดการความรู้

6. ปัจจัยอุปสรรคในการจัดการความรู้ของเครือข่ายศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร ในอำเภอสมเด็จ จังหวัดกาฬสินธุ์ เกษตรกรสมาชิกเครือข่ายศูนย์เรียนรู้มีความคิดเห็นต่อปัจจัยอุปสรรค ในด้านเทคโนโลยีสารสนเทศด้านการจัดการความรู้ เมื่อได้รับความรู้มาแล้วต้องมีการถอดบทเรียนความรู้ที่ได้รับมาวิเคราะห์ สังเคราะห์ เป็นองค์ความรู้

7. ปัญหาในการจัดการความรู้ของเครือข่ายศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร ในอำเภอสมเด็จ จังหวัดกาฬสินธุ์ สรุปความคิดเห็นต่อปัญหาในการจัดการความรู้ของเครือข่ายศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตรในอำเภอสมเด็จ จังหวัดกาฬสินธุ์ มีปัญหาน้อยที่สุดในประเด็น ได้แก่ การแสวงหาความรู้ การแบ่งปันแลกเปลี่ยนความรู้ การเรียนรู้

## ข้อเสนอแนะ

### 1. ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

1.1 ต่อเกษตรกรสมาชิกเครือข่ายศูนย์เรียนรู้ จากการศึกษา พบว่า เกษตรกรสมาชิกเครือข่ายศูนย์เรียนรู้ควรเพิ่มพูนความรู้ในด้านการจัดการความรู้อย่างสม่ำเสมอ โดยเจ้าหน้าที่ร่วมกับเกษตรกรเครือข่ายศูนย์เรียนรู้จัดให้มีเวทีสำหรับแลกเปลี่ยนความรู้การพูดคุยแลกเปลี่ยนประสบการณ์ในการจัดการความรู้ระหว่างสมาชิกกลุ่มและ

เครือข่ายอื่นๆโดยใช้กระบวนการเรียนรู้ หลังจากที่ได้ความรู้มาแล้ว ต้องมีการประมวลและกลั่นกรองความรู้ และจัดเก็บความรู้ให้เป็นระบบ โดยอาศัยเทคโนโลยีในการช่วยจัดเก็บความรู้

1.2 ต่อเนื่องเสริม จากการศึกษ พบว่า เกษตรกรสมาชิกเครือข่ายศูนย์เรียนรู้ยังมีทักษะในการจัดการความรู้ น้อย นักส่งเสริมต้องเพิ่มบทบาทในการส่งเสริมการใช้กระบวนการเรียนรู้ให้เกษตรกรสมาชิกเครือข่ายอย่างต่อเนื่อง นักส่งเสริมต้องเพิ่มทักษะการใช้เทคโนโลยีเข้ามาช่วยในการจัดการความรู้ การจัดเก็บความรู้ให้เป็นระบบ

1.3 ต่อหน่วยงาน จากการศึกษา พบว่า เกษตรกรสมาชิกเครือข่ายศูนย์เรียนรู้ยังมีทักษะในการจัดการความรู้ น้อย สำนักงานเกษตรอำเภอควรกำหนดแนวทางการจัดการความรู้ที่ชัดเจน สำนักงานเกษตรอำเภอควรส่งเสริมและสนับสนุนอุปกรณ์และงบประมาณในการจัดการความรู้

## 2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 จากการศึกษาพบว่า เกษตรกรสมาชิกเครือข่ายศูนย์เรียนรู้เข้าใจการจัดการความรู้โดยใช้กระบวนการเรียนรู้ การจัดการความรู้ให้เป็นระบบ ในประเด็นการนำความรู้ที่ได้มาวิเคราะห์และสังเคราะห์ และจัดเก็บให้เป็นระบบ ในรูปของเอกสารยังมีการดำเนินงานน้อย ในการวิจัยครั้งต่อไปควรดำเนินการวิจัยในประเด็นของการจัดการความรู้ให้ได้ข้อมูลที่มีคุณภาพ และเครือข่ายศูนย์เรียนรู้มีการนำมาความรู้ที่ได้รับมาวิเคราะห์ สังเคราะห์ เป็นความรู้และจัดเก็บความรู้ให้เป็นระบบมากขึ้น

2.2 จากการศึกษาพบว่า เก็บข้อมูลในส่วนปัจจัยเชื้อและปัจจัยอุปสรรคในการจัดการความรู้ของเครือข่ายศูนย์เรียนรู้ในประเด็นแต่ละด้านยังไม่ครอบคลุมถึงปัจจัยอื่นๆที่เกี่ยวข้อง ที่มีผลต่อการจัดการความรู้ของเครือข่ายศูนย์เรียนรู้เพื่อพัฒนาการจัดการความรู้ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีด้วยความกรุณาเป็นอย่างยิ่งจาก รองศาสตราจารย์ ดร.เบญจมาศ อยู่ประเสริฐ อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก และรองศาสตราจารย์ ดร.สินีนุช ครูฑเมือง แสนเสริม อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่กรุณาให้ข้อเสนอแนะการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ ตั้งแต่เริ่มต้นจนสำเร็จเรียบร้อยสมบูรณ์ ขอขอบคุณอาจารย์ ดร.ปริญญารัตน์ ภูศิริ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ที่ให้คำแนะนำจนทำให้วิทยานิพนธ์นี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น ขอขอบคุณเกษตรกรสมาชิกเครือข่ายศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตรทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในการตอบคำถามในรูปแบบสัมภาษณ์

## เอกสารอ้างอิง

- กรมควบคุมโรค. (2564, 8 ตุลาคม). สถานการณ์ผู้ติดเชื้อ Covid-19 อัปเดตรายวัน <https://ddc.moph.go.th/covid19dashboard/>.
- กรมส่งเสริมการเกษตร. (2563). คู่มือโครงการศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร (ศพก.) ประจำปีงบประมาณ 2564. กรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- นันทริยา สุวรรณล้อม. (2559). การพัฒนาศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตรอำเภอป่าซาง จังหวัดลำพูน. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช/นนทบุรี.

เบญจมาศ อยู่ประเสริฐ. (2560). หน่วยที่ 1 แนวคิดและหลักการเกี่ยวกับความรู้และการจัดการความรู้ ชุติวิชา 91352 การจัดการความรู้ ภูมิปัญญา และนวัตกรรมเกษตร เล่มที่ 1 (หน่วยที่ 1-8). มหาวิทยาลัยสุโขทัย ธรรมมาธิราช.

เบญจมาศ อยู่ประเสริฐ และคณะ. (2560). โครงการพัฒนาระบบเกษตรปลอดภัยและเกษตรอินทรีย์ด้วยกระบวนการเรียนรู้ผ่านเทคโนโลยีสารสนเทศสู่ชุมชนและเครือข่ายภาคีศูนย์ส่งเสริมและพัฒนาศักยภาพการจัดการทรัพยากรชุมชน. สำนักงานสร้างเสริมสุขภาพ (สสส.)

ภัครชานนท์ สายแก้ว. (2560). การจัดการความรู้ของศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตรด้านข้าว ในจังหวัดนครพนม. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช/นนทบุรี

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2560). ยุทธศาสตร์เกษตรและสหกรณ์ ในระยะ 20 ปี (พ.ศ. 2560 - 2579). สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

Likert, R. (1932). A technique for the Measurement of Attitudes. *Archivers of Psychology*, 140,1-55.

Yamane, Taro. (1973). *Statistics: An Introductory Analysis* (3<sup>rd</sup> ed). Harper and Row Publication.



## ผลการเสริมสารยับยั้งเอนไซม์ยูรีเอส (Courit<sup>®</sup>) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ การผลิตในโคเนื้อลูกผสม

Effect of urease inhibitor (Courit<sup>®</sup>) supplementation to improve production  
efficiency in beef cattle

ปิยะรัฐ จันทร์อ่อน<sup>1\*</sup> ปวิศา แสนล้อม<sup>1</sup> และ ศุภวิทย์ ไตรวุฒานนท์<sup>2</sup>  
Piyarat Jun-On<sup>1\*</sup>, Pawatsada Sanlom<sup>1</sup> and Supawit Triwutanon<sup>2</sup>

<sup>1</sup>บริษัท แอนิมัล ซัพพลีเมนต์ แอนด์ ฟาร์มาซูติคอล จำกัด

<sup>2</sup>ภาควิชาเวชศาสตร์คลินิกสัตว์ใหญ่และสัตว์ป่า คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

<sup>1</sup>Animal Supplement & Pharmaceutical Co., Ltd.

<sup>2</sup>Department of Large Animal and Wildlife Clinical science, Faculty of Veterinary medicine, Kasetsart University  
Kamphaeng Saen Campus

\*Corresponding author. E-mail: piyarat.j@vetproducts.co.th

### บทคัดย่อ

การศึกษานี้เพื่อศึกษาผลของสารยับยั้งเอนไซม์ยูรีเอส (Courit<sup>®</sup>) ในระดับต่าง ๆ ต่อประสิทธิภาพการผลิตในโคเนื้อลูกผสม ใช้โคเนื้อเพศผู้ พื้นเมืองผสมบราห์มัน และชาโลเล่คละกัน ช่วงอายุ 2 ปี โดยมีน้ำหนักตัวเฉลี่ย 300-400 กก./ตัว จำนวน 30 ตัว แบ่งการทดลองออกเป็น 3 กลุ่มทดลอง กลุ่มละ 10 ตัว ซ้ำละ 1 ตัว ระยะเวลาในการทดลอง 34 วัน โดยกลุ่มที่ 1 คือกลุ่มที่กินอาหาร 2% Urea Feed (Control) กลุ่มที่ 2 กลุ่มที่กินอาหาร 2% Urea Feed+Courit<sup>®</sup> และกลุ่มที่ 3 กลุ่มที่กินอาหาร 3% Urea Feed+Courit<sup>®</sup> โดยทั้งหมดกินอาหารที่มีระดับโปรตีน แคลเซียม ฟอสฟอรัส และกรดอะมิโนที่จำเป็นเหมือนกันทุกกลุ่ม เก็บข้อมูลปริมาณการกินอาหารทุกวัน น้ำหนักตัวเริ่มต้น-สิ้นสุดการทดลอง เปอร์เซ็นต์การสูญเสีย (%Mortality) เจาะเลือดวิเคราะห์ Blood Urea Nitrogen (BUN) และสภาพแวดล้อมอุณหภูมิ (°C) โดยติดเม็ดกระดุมด้านใน-ด้านนอกโรงเรือน เพื่อใช้บันทึกอุณหภูมิในแต่ละวัน ผลการทดลองพบว่ากลุ่มที่ได้รับ 2% Urea+Courit<sup>®</sup> เป็นกลุ่มที่มีประสิทธิภาพการผลิตและต้นทุนการผลิตดีที่สุดโดยพบว่าน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น 24.61 kg/ตัว, ADG 819.89 g/ตัว/day และ FCR 11.21 เมื่อเทียบกับกลุ่มที่ 1, 3 น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น 19.51, 16.11 kg/ตัว ADG 567.74, 494.64 g/ตัว/day และ FCR 14.15, 14.78 ตามลำดับ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) แต่เมื่อเพิ่มระดับ 3% Urea ทำให้กระทบกับปริมาณการกินได้ของโคเนื้อได้น้อยลง อาจเป็นเพราะมีกลิ่นฉุนของยูเรียที่เพิ่มมากขึ้น และเมื่อพิจารณาเรื่องต้นทุนอาหารต่อน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น 1 กิโลกรัม กลุ่มที่ได้รับ 2% Urea+Courit<sup>®</sup> มีต้นทุนต่ำที่สุดคือ 152.74 บาท/ตัว เมื่อเทียบกับกลุ่มที่ 1, 3 ราคา 190.97, 201.25 บาท/ตัว ตามลำดับ ส่วนค่า BUN ค่าที่ได้ค่อนข้างแปรปรวน ทำให้ไม่สามารถแปลผลได้ อุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดของกลุ่มที่ 1 เท่ากับ 32.15°C กลุ่มที่ 2 เท่ากับ 32.07°C และกลุ่มที่ 3 เท่ากับ 32.27°C อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยของแต่ละ

ละกลุ่มทดลองไม่แตกต่างกันทางสถิติ ( $P>0.05$ ) ส่วนอุณหภูมิต่ำสุดของกลุ่มที่ 1 21.08°C กลุ่มที่ 2 20.84°C และกลุ่มที่ 3 20.52°C อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยของแต่ละกลุ่มไม่แตกต่างกันทางสถิติ ( $P>0.05$ )

**คำสำคัญ:** สารยับยั้งเอนไซม์ยูเรียเอส, โคยูริต, สารเสริมอาหารสัตว์, ประสิทธิภาพการผลิต, โคเนื้อ

### Abstract

This study aimed to determine the effect of different levels of urease inhibitors (Courit<sup>®</sup>) on productivity in hybrid beef cattle. Thirty 2-year-old, male, Brahman x Thai native and Charolais x Thai native crossbred beef cattle with an average body weight of 300 – 400 kg were randomly allocated into 3 experimental groups with 10 cattle per group, as follows: group 1 fed with 2% Urea Feed (Control), group 2 fed with 2% Urea Feed+Courit<sup>®</sup>, and group 3 fed with 3% Urea Feed+Courit<sup>®</sup>. The levels of protein, calcium, phosphorus and essential amino acids supplemented in the diet were not different among the experimental groups. All experimental groups were fed for 34 days. To evaluate productivity, daily feed intake, initial-end body weight, percentage of mortality, and Blood Urea Nitrogen (BUN) were monitored and recorded. The temperature (°C) of inside and outside the house was daily measured by ibutton<sup>®</sup> Results showed that group 2 receiving 2% Urea+Courit<sup>®</sup> was the best productive and cost-effective group yielded 24.61 kg/cattle body weight gain, ADG 819.89 g/cattle/day, and FCR 11.21, that were significantly different from those of group 1 and 3 ( $P<0.05$ ). There were no significant differences between groups 1 and 3, showing body weight gain of 19.51 and 16.11 kg/cattle, ADG 567.74 and 494.64 g/cattle/day, and FCR 14.15 and 14.78, respectively Reduced feed intake by beef cattle fed with 3% Urea+Courit<sup>®</sup> diet might be the effect of the pungent odor of the higher level of urea. Moreover, the feed cost per 1 kg body weight gain of group 2 showed the lowest cost at 152.74 baht/cattle, compared to group 1, 3 which the price of 190.97 and 201.25 baht/cattle, respectively. The variation of BUN was found among the experimental groups, thus, these values were excluded from the analyzed results. The mean maximum and minimum temperature were not significantly different ( $P>0.05$ ) among the experimental groups. The mean maximum temperatures of groups 1, 2, and 3 were 32.15, 32.07, and 32.27 °C, respectively, whereas the mean minimum temperatures of groups 1, 2, and 3 were 21.08, 20.84, and 20.52 °C, respectively.

**Keywords:** Urease inhibitor, Courit, Feed additive, Productivity, Cattle

### บทนำ

จุลินทรีย์ในกระเพาะหมักของสัตว์เคี้ยวเอื้องสามารถสังเคราะห์โปรตีนได้โดยใช้แอมโมเนียเป็นแหล่งของไนโตรเจน จึงมีการนำแหล่งไนโตรเจนที่ไม่ใช่โปรตีน (non protein nitrogen, NPN) มาใช้ ทดแทนในส่วนโปรตีนแท้ใน

อาหาร เช่น ยูเรีย ซึ่งเมื่อเข้าสู่กระเพาะหมักจะถูก hydrolysis โดยเอนไซม์ยูรีเอสจากจุลินทรีย์ได้แอมโมเนียและคาร์บอนไดออกไซด์ แต่เนื่องจากยูเรียมีคุณสมบัติที่สามารถละลายน้ำได้ดีหากสัตว์ได้รับในปริมาณที่มากเกินไป การย่อยสลายที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วจะทำให้เกิดการสะสม แอมโมเนียที่ใช้ไม่หมด ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการหมักย่อยโดยรวมในกระเพาะหมัก และอาจเกิดเป็นพิษต่อตัวสัตว์ได้ สารยับยั้งเอนไซม์ยูรีเอส (Urease Inhibitor) เช่น Acetohydroxamic Acid, Phenyl Phosphonodiamidite และ N-(n-butyl) Triphosphoric Triamine เป็นกลุ่มสารที่ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ยูรีเอส โดยการปรับเปลี่ยนระบบการทำงานของจุลินทรีย์ที่หลั่งเอนไซม์ ส่งผลให้การใช้ประโยชน์ได้ของยูเรียในกระเพาะหมักมีประสิทธิภาพมากขึ้น สารยับยั้งเอนไซม์ยูรีเอส (Courit<sup>®</sup>) เป็นผลิตภัณฑ์ที่ช่วยชะลอการทำงานของเอนไซม์ยูรีเอส และชะลอการเปลี่ยนยูเรียไปเป็นแอมโมเนียให้ช้าลงและยาวนานขึ้น มีองค์ประกอบของ acetohydroxamic acid ผสมในอาหารสัตว์ผสมรวม Cr จากรายงานของ Ludden (2000a) ศึกษาในห้องปฏิบัติการ พบว่าการเสริมสารยับยั้งเอนไซม์ยูรีเอส ในปริมาณที่น้อยมีส่วนช่วยลดอัตราการย่อยสลายของยูเรีย และ ช่วยให้การใช้ประโยชน์ได้ของไนโตรเจนในอาหารที่มียูเรียเป็นองค์ประกอบได้อย่างเต็มที่ โดยสารยับยั้งเอนไซม์ยูรีเอส ไม่มีผลต่อการย่อยได้ของอาหาร นอกจากนี้ (Brent, Adepoju and Portela, 1971) ได้รายงานไว้ว่า การใช้ Acetohydroxamic Acid ในอาหารแกะ ช่วยลดการขับทิ้งของยูเรีย สมนพร วงศ์เรียน ศิริรัตน์ บัวผัน และเลอชาติ บุญเอก (2560) ได้ศึกษาผลของการเสริมสารยับยั้งเอนไซม์ยูรีเอส Courit<sup>®</sup> ต่อการผลิตแก๊ส การย่อยได้ของอาหารในหลอดทดลอง (Invitro) สามารถช่วยชะลอการทำงานของเอนไซม์ยูรีเอส และชะลอการเปลี่ยนยูเรียไปเป็น แอมโมเนีย ออกมาอย่างช้าๆและสม่ำเสมอ ทำให้มีการใช้ไนโตรเจนของจุลินทรีย์เกิดขึ้นอย่างมีประสิทธิภาพซึ่งส่งผลให้ประสิทธิภาพการย่อยอาหารของแบคทีเรียดีขึ้น จะเห็นได้จากค่าการย่อยได้วัตถุแห้งของอาหารมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้น ดังนั้นการศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาผลของสารยับยั้งเอนไซม์ยูรีเอสในระดับต่าง ๆ ต่อประสิทธิภาพการผลิตในโคเนื้อลูกผสม

### วิธีดำเนินการวิจัย

สัตว์ทดลอง โรงเรือน และอาหาร การทดลองนี้ใช้โคเนื้อเพศผู้ สายพันธุ์ลูกผสมบราห์มัน และซาโลเล่คละกัน อายุ 2 ปี โดยมีน้ำหนักตัวเฉลี่ยอยู่ในช่วง 300-400 กิโลกรัม/ตัว เป็นโคที่มีสุขภาพดี แข็งแรง ผ่านการท้าวคขึ้น FMD แล้ว จำนวน 30 ตัว แบ่งออกกลุ่มละ 10 ตัว โดยกลุ่มที่ 1 มีน้ำหนักเฉลี่ย 321.70 กิโลกรัม/ตัว กลุ่มที่ 2 มีน้ำหนักเฉลี่ย 322.20 กิโลกรัม/ตัว และกลุ่มที่ 3 มีน้ำหนักเฉลี่ย 321.90 กิโลกรัม/ตัว อยู่ในโรงเรือนเดียวกัน แบ่งออกเป็น 3 คอก/กลุ่มการทดลอง โดยอาหารที่ให้กลุ่มที่ 1 คือกลุ่มที่กินอาหาร 2% Urea Feed กลุ่มที่ 2 กลุ่มที่กินอาหาร 2% Urea Feed+Courit<sup>®</sup> และกลุ่มที่ 3 กลุ่มที่กินอาหาร 3% Urea Feed+Courit<sup>®</sup> โดยทั้งหมดกินอาหารที่มีระดับโปรตีน แคลเซียม ฟอสฟอรัส และกรดอะมิโนที่จำเป็นเหมือนกันทุกกลุ่ม

### การเก็บข้อมูลการทดลอง

เก็บข้อมูลปริมาณการกินอาหาร (Feed Intake) ทุกวัน, เก็บตัวอย่างอาหารส่งวิเคราะห์ตามหลักวิธีการของ AOAC (2006), น้ำหนักตัว (Bodyweight) เริ่มต้น-สิ้นสุดการทดลอง, เปอร์เซ็นต์การสูญเสีย (%Mortality) ตลอดทั้งช่วงการทดลอง, เจาะเลือดวิเคราะห์ Blood Urea Nitrogen (BUN) ส่งวิเคราะห์ตัวอย่างเลือดที่คณะสัตวแพทย์

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม และสภาพแวดล้อมอุณหภูมิ ( $^{\circ}\text{C}$ ) โดยติดเม็ด กระดุมด้านใน-ด้านนอกโรงเรือน เพื่อใช้บันทึกอุณหภูมิในแต่ละวัน ใช้ระยะเวลาในการทดลอง 34 วัน

### การวิเคราะห์ทางสถิติ

งานทดลองนี้ใช้แผนการทดลองแบบ Independent test สาเหตุที่ต้องเลือกใช้แผนการทดลองนี้เพราะว่าในแต่ละกลุ่มการทดลองไม่สามารถแยกคอกการกินอาหารเป็นแบบรายตัวได้ โดยการจับคู่การเปรียบเทียบ ดังนี้ กลุ่มที่ 1 กับ กลุ่มที่ 2, กลุ่มที่ 1 กับ กลุ่มที่ 3 และกลุ่มที่ 2 กับ กลุ่มที่ 3 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของแต่ละวิธีหมักโดยวิธี t-test ที่ระดับความเชื่อมั่น  $P < 0.05$

### ผลการวิจัยและอภิปรายผล

**ผลการวิเคราะห์ค่าโภชนะในสูตรอาหาร** สูตรอาหารโคเนื้อในแต่ละกลุ่มการทดลองมีองค์ประกอบที่เหมือนกัน ยกเว้นกลุ่มที่ 2 และ 3 ที่มีระดับ 2% Urea+Courit<sup>®</sup> และ 3% Urea+Courit<sup>®</sup> โดยระดับของ Courit<sup>®</sup> ผสมแบบ top on ในอาหาร อัตราส่วน 3 กิโลกรัม/ตันอาหาร ดังตารางที่ 1 ในการวิเคราะห์ตัวอย่างอาหารในแต่ละสูตรทดลองได้ส่งไปวิเคราะห์ที่ห้องปฏิบัติการ Vet products Research & Innovation Center (VRI) พบว่าเปอร์เซ็นต์โปรตีนในแต่ละกลุ่มมีความแตกต่างกันโดยกลุ่มที่ 1 มีโปรตีน 13.21%, กลุ่มที่ 2 10.20% และกลุ่มที่ 3 14.50% และค่า Metabolizable Energy (ME) กลุ่มที่ 1 มีค่า 2,852 kcal/kg, กลุ่มที่ 2 มีค่า 2,432 kcal/kg และกลุ่มที่ 3 มีค่า 2,459 kcal/kg ตารางที่ 2

ตารางที่ 1 แสดงองค์ประกอบในสูตรอาหารโคเนื้อแต่ละกลุ่มการทดลอง

Ingredient Composition (%)	T1	T2*	T3*
	Control	2% Urea+Courit <sup>®</sup>	3% Urea+Courit <sup>®</sup>
Cassava chip	36	36	35
Soybean meal	3.5	3.5	3.5
Palm expeller (solvent extracted)	20	20	20
Palm expeller (pressed)	30	30	30
Molass	8	8	8
Urea	2	2	3
Sulfur	0.05	0.05	0.05
Salt	0.5	0.5	0.5
Di-Calcium phosphate	0.1	0.1	0.1
Premix	0.5	0.5	0.5
Total	100.65	100.65	100.65

\* ระดับของ Courit<sup>®</sup> ผสมแบบ top on ในอาหาร 3 กิโลกรัม/ตันอาหาร

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ค่าโภชนะในสูตรอาหารโคเนื้อ ( $\pm$ standard error of mean)

Parameters	คุณค่าโภชนะในสูตรอาหาร*			$\pm$ SEM
	T1 Control	T2 2% Urea+Courit <sup>®</sup>	T3 3% Urea+Courit <sup>®</sup>	
Crude protein (%)	13.21	10.20	14.50	1.274
Crude fat (%)	0.94	0.88	0.83	0.032
Crude fiber (%)	16.17	14.10	12.57	1.043
Ash (%)	10.16	14.30	13.93	1.323
Neutral Detergent Fiber (NDF) (%)	28.47	27.25	27.33	0.394
Acid Detergent Fiber (ADF) (%)	22.13	22.04	21.32	0.256
Metabolizable Energy (kcal/kg)	2,852	2,432	2,459	135.724
Calcium (Ca) (%)	1.61	1.88	2.39	0.229
Phosphorus (P) (%)	0.26	0.33	0.38	0.035
Moisture (%)	10.22	9.80	10.25	0.145

\* ผลการวิเคราะห์จากห้องปฏิบัติการ VRI

**ประสิทธิภาพการผลิตและต้นทุนการผลิต** เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการผลิตกลุ่มที่ 1 ที่กินอาหาร 2% Urea Feed กับกลุ่มที่ 2 ที่กินอาหาร 2% Urea Feed+Courit<sup>®</sup> พบว่าโคเนื้อที่ได้รับอาหารกลุ่มที่ 2 มีเรื่องน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นหลังจบการทดลอง 24.61 กิโลกรัม/ตัว เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ 1 19.51 กิโลกรัม/ตัว ตีกว่า ในเรื่องของ ADG กลุ่มที่ 2 เท่ากับ 819.89 กรัม/ตัว/วัน กลุ่มที่ 1 เท่ากับ 567.74 กรัม/ตัว/วัน กลุ่มที่ 2 ตีกว่า กลุ่มที่ 1 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) เรื่อง FCR กลุ่มที่ 2 11.21 มีค่าต่ำกว่ากลุ่มที่ 1 14.15 เรื่องเปอร์เซ็นต์การสูญเสียไม่พบการสูญเสียขึ้น เมื่อพิจารณาเรื่องต้นทุนอาหารต่อน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น 1 กิโลกรัม พบว่ากลุ่ม 2% Urea+Courit<sup>®</sup> มีต้นทุนการผลิตที่ต่ำกว่า 152.74 บาท/ตัว ดังตารางที่ 3 เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการผลิตกลุ่มที่ 1 ที่กินอาหาร 2% Urea Feed กับกลุ่มที่ 3 ที่กินอาหาร 3% Urea Feed+Courit<sup>®</sup> พบว่าโคเนื้อที่ได้รับอาหารกลุ่มที่ 1 มีเรื่องน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นหลังจบการทดลอง 19.51 กิโลกรัม/ตัว เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ 3 16.11 กิโลกรัม/ตัว ตีกว่า ในเรื่องของ ADG กลุ่มที่ 1 เท่ากับ 567.74 กรัม/ตัว/วัน กลุ่มที่ 3 เท่ากับ 494.64 กรัม/ตัว/วัน กลุ่มที่ 1 มากกว่า กลุ่มที่ 3 เรื่อง FCR กลุ่มที่ 1 14.15 มีค่าต่ำกว่ากลุ่มที่ 3 14.78 ไม่ต่างกัน ปริมาณการกินอาหารทั้งหมดของกลุ่มที่ 3 238.05 กิโลกรัม/ตัว น้อยกว่ากลุ่มที่ 1 276.00 กิโลกรัม/ตัว สาเหตุเนื่องจากเมื่อมีปริมาณเปอร์เซ็นต์ยูเรียที่เพิ่มขึ้นส่งผลกระทบในเรื่องกลิ่นของอาหารมีความฉุนไม่มากนัก ทำให้โคกินได้น้อยลงเมื่อเทียบกับกลุ่มอื่น ในส่วนของเรื่องเปอร์เซ็นต์การสูญเสียไม่พบการสูญเสียขึ้น เมื่อพิจารณาเรื่องต้นทุนอาหารต่อน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น 1 กิโลกรัม พบว่ากลุ่ม 2% Urea (control) มีต้นทุนการผลิตที่ต่ำกว่าคือ 190.97 บาท/ตัว ดังตารางที่ 4

**ประสิทธิภาพการผลิตและต้นทุนการผลิต** เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการผลิตกลุ่มที่ 1 ที่กินอาหาร 2% Urea Feed กับกลุ่มที่ 2 ที่กินอาหาร 2% Urea Feed+Courit<sup>®</sup> พบว่าโคเนื้อที่ได้รับอาหารกลุ่มที่ 2 มีเรื่องน้ำหนัก

ที่เพิ่มขึ้นหลังจบการทดลอง 24.61 กิโลกรัม/ตัว เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ 1 19.51 กิโลกรัม/ตัว ดีกว่า ในเรื่องของ ADG กลุ่มที่ 2 เท่ากับ 819.89 กรัม/ตัว/วัน กลุ่มที่ 1 เท่ากับ 567.74 กรัม/ตัว/วัน กลุ่มที่ 2 ดีกว่า กลุ่มที่ 1 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) เรื่อง FCR กลุ่มที่ 2 11.21 มีค่าต่ำกว่ากลุ่มที่ 1 14.15 เรื่องเปอร์เซ็นต์การสูญเสียไม่พบการสูญเสียขึ้น เมื่อพิจารณาเรื่องต้นทุนอาหารต่อน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น 1 กิโลกรัม พบว่ากลุ่ม 2% Urea+Courit<sup>®</sup> มีต้นทุนการผลิตที่ต่ำกว่า 152.74 บาท/ตัว ดังตารางที่ 3 เมื่อเปรียบเทียบกับประสิทธิภาพการผลิตกลุ่มที่ 1 ที่กินอาหาร 2% Urea Feed กับกลุ่มที่ 3 ที่กินอาหาร 3% Urea Feed+Courit<sup>®</sup> พบว่าโคเนื้อที่ได้รับอาหารกลุ่มที่ 1 มีเรื่องน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นหลังจบการทดลอง 19.51 กิโลกรัม/ตัว เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ 3 16.11 กิโลกรัม/ตัว ดีกว่า ในเรื่องของ ADG กลุ่มที่ 1 เท่ากับ 567.74 กรัม/ตัว/วัน กลุ่มที่ 3 เท่ากับ 494.64 กรัม/ตัว/วัน กลุ่มที่ 1 มากกว่า กลุ่มที่ 3 เรื่อง FCR กลุ่มที่ 1 14.15 มีค่าต่ำกว่ากลุ่มที่ 3 14.78 ไม่ต่างกัน ปริมาณการกินอาหารทั้งหมดของกลุ่มที่ 3 238.05 กิโลกรัม/ตัว น้อยกว่ากลุ่มที่ 1 276.00 กิโลกรัม/ตัว สาเหตุเนื่องจากเมื่อมีปริมาณเปอร์เซ็นต์ยูเรียที่เพิ่มขึ้นส่งผลกระทบในเรื่องกลิ่นของอาหารมีความฉุนไม่น่ากิน ทำให้โคกินได้น้อยลงเมื่อเทียบกับกลุ่มอื่น ในส่วนของเรื่องเปอร์เซ็นต์การสูญเสียไม่พบการสูญเสียขึ้น เมื่อพิจารณาเรื่องต้นทุนอาหารต่อน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น 1 กิโลกรัม พบว่ากลุ่ม 2% Urea (control) มีต้นทุนการผลิตที่ต่ำกว่าคือ 190.97 บาท/ตัว ดังตารางที่ 4

**ตารางที่ 3** เปรียบเทียบประสิทธิภาพการผลิตกลุ่มทดลองที่ 1 กับ 2 ( $\pm$  standard error of mean)

พารามิเตอร์	กลุ่มทดลอง			
	T1 Control	T2 2% Urea+Courit <sup>®</sup>	$\pm$ SEM	Pr>Itl
จำนวนโคทดลอง (ตัว)	10	10	-	-
จำนวนวันที่เลี้ยง (วัน)	34.50	34.50	-	-
เปอร์เซ็นต์การสูญเสีย (%)	0	0	-	-
น้ำหนักตัวเริ่มต้น (กก./ตัว)	328.59	328.79	0.100	0.993
น้ำหนักตัวสิ้นสุด (กก./ตัว)	348.10	353.40	2.650	0.840
น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น (กก./ตัว)	19.51	24.61	-	-
ADG (ก./ตัว/วัน)	567.74 <sup>b</sup>	819.89 <sup>a</sup>	126.075	<0.05
ปริมาณอาหารที่กินทั้งหมด (กก./ตัว)	276.00	276.00	-	-
FCR	14.15	11.21	-	-
ต้นทุนอาหาร (บาท/ตัว)*	3,726.00	3,759.12	-	-
ต้นทุนอาหาร/ น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น 1 กก. (บาท/ตัว)	190.97	152.74	-	-

<sup>a,b</sup> กลุ่มที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ )

\* ราคาอาหารขึ้น+อาหารหยาบ 13.50 บาท/ กิโลกรัม, สารเสริมราคา 40 บาท/ กิโลกรัม

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบประสิทธิภาพการผลิตกลุ่มทดลองที่ 1 กับ 3 ( $\pm$  standard error of mean)

พารามิเตอร์	กลุ่มทดลอง			
	T1 Control	T3 3% Urea+Courit <sup>®</sup>	$\pm$ SEM	Pr>tl
จำนวนโคทดลอง (ตัว)	10	10	-	-
จำนวนวันที่เลี้ยง (วัน)	34.50	34.50	-	-
เปอร์เซ็นต์การสูญเสีย (%)	0	0	-	-
น้ำหนักตัวเริ่มต้น (กก./ตัว)	328.59	329.09	0.250	0.984
น้ำหนักตัวสิ้นสุด (กก./ตัว)	348.10	345.20	1.450	0.918
น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น (กก./ตัว)	19.51	16.11	-	-
ADG (ก./ตัว/วัน)	567.74	494.64	36.550	0.690
ปริมาณอาหารที่กินทั้งหมด (กก./ตัว)	276.00 <sup>a</sup>	238.05 <sup>b</sup>	18.975	<0.05
FCR	14.15	14.78	-	-
ต้นทุนอาหาร (บาท/ตัว)*	3,726.00	3,242.24	-	-
ต้นทุนอาหาร/ น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น 1 กก. (บาท/ตัว)	190.97	201.25	-	-

<sup>a,b</sup> กลุ่มที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ )

\* ราคาอาหารข้น+อาหารหยาบ 13.50 บาท/ กิโลกรัม, สารเสริมราคา 40 บาท/ กิโลกรัม

เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการผลิตกลุ่มที่ 2 ที่กินอาหาร 2% Urea Feed กับกลุ่มที่ 3 ที่กินอาหาร 3% Urea Feed+Courit<sup>®</sup> พบว่าโคเนื้อที่ได้รับอาหารกลุ่มที่ 2 มีเรื่องน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นหลังจบการทดลอง 24.61 กิโลกรัม/ตัว ดีกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ 3 16.11 กิโลกรัม/ตัว ในเรื่องของ ADG กลุ่มที่ 2 เท่ากับ 819.89 กรัม/ตัว/วัน กลุ่มที่ 3 เท่ากับ 494.64 กรัม/ตัว/วัน กลุ่มที่ 2 มากกว่า กลุ่มที่ 3 เรื่อง FCR กลุ่มที่ 2 11.21 มีค่าต่ำกว่ากลุ่มที่ 3 14.78 ปริมาณการกินอาหารทั้งหมดของกลุ่มที่ 3 238.05 กิโลกรัม/ตัว น้อยกว่ากลุ่มที่ 2 276.00 กิโลกรัม/ตัว สาเหตุเนื่องจากเมื่อมีปริมาณเปอร์เซ็นต์ยูเรียที่เพิ่มขึ้นส่งผลกระทบต่อเรื่องกลิ่นของอาหารมีความฉุนไม่น่ากิน ทำให้โคกินได้น้อยลงเมื่อเทียบกับกลุ่มอื่น ในส่วนของเรื่องเปอร์เซ็นต์การสูญเสียไม่พบการสูญเสียขึ้น เมื่อพิจารณาเรื่องต้นทุนอาหารต่อน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น 1 กิโลกรัม พบว่ากลุ่ม 2% Urea+Courit<sup>®</sup> มีต้นทุนการผลิตที่ต่ำกว่าคือ 152.74 บาท/ตัว ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 เปรียบเทียบประสิทธิภาพการผลิตกลุ่มทดลองที่ 2 กับ 3 ( $\pm$ standard error of mean)

พารามิเตอร์	กลุ่มทดลอง			
	T2 2% Urea+Courit®	T3 3% Urea+Courit®	$\pm$ SEM	Pr>Itd
จำนวนโคทดลอง (ตัว)	10	10	-	-
จำนวนวันที่เลี้ยง (วัน)	34.50	34.50	-	-
เปอร์เซ็นต์การสูญเสีย (%)	0	0	-	-
น้ำหนักตัวเริ่มต้น (กก./ตัว)	328.79	329.09	0.150	0.990
น้ำหนักตัวสิ้นสุด (กก./ตัว)	353.40	345.20	4.100	0.768
น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น (กก./ตัว)	24.61	16.11	-	-
ADG (ก./ตัว/วัน)	819.89	494.64	162.625	0.09
ปริมาณอาหารที่กินทั้งหมด (กก./ตัว)	276.00 <sup>a</sup>	238.05 <sup>b</sup>	18.975	<0.05
FCR	11.21	14.78	-	-
ต้นทุนอาหาร (บาท/ตัว)*	3,759.12	3,242.24	-	-
ต้นทุนอาหาร/ น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น 1 กก. (บาท/ตัว)	152.74	201.25	-	-

<sup>a,b</sup> กลุ่มที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P<0.05$ )

\* ราคาอาหารชั้น+อาหารหยาบ 13.50 บาท/ กิโลกรัม, สารเสริมราคา 40 บาท/ กิโลกรัม

**ผลการวิเคราะห์ค่า Blood urea nitrogen (BUN)** ค่าการวิเคราะห์เลือดพบว่าก่อนการกินอาหารทดลอง (ครั้งที่ 1) ค่า BUN ในแต่ละกลุ่มที่ 1, 2 และ 3 มีค่า 12.85, 12.60 และ 12.00mg/dL ไม่แตกต่างกัน แต่หลังจากกินอาหารทดลอง เป็นระยะเวลา 3 ชั่วโมง (ครั้งที่ 2) กับ จบการทดลอง (ครั้งที่ 3) ค่าที่ได้มีความแปรปรวนทำให้ไม่สามารถแปลผลได้ ดังตารางที่ 6

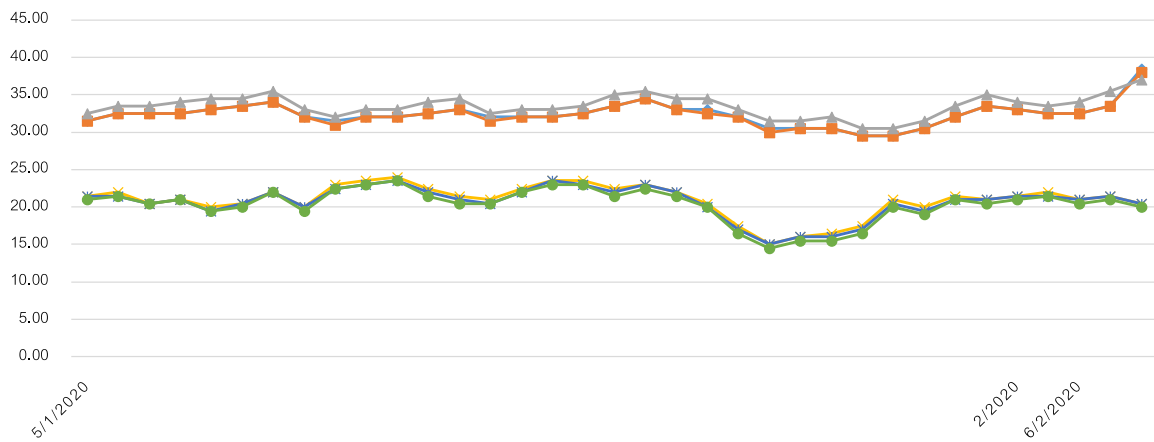
ตารางที่ 6 เปรียบเทียบค่า BUN ก่อน – หลังกินอาหาร ( $\pm$ standard error of mean)

กลุ่มทดลอง	(ครั้งที่ 1)* ก่อนกิน	(ครั้งที่ 2)* หลังกิน	(ครั้งที่ 3)* จบการ	$\pm$ SEM	Pr>Itd
	อาหาร(mg/dL)	อาหาร(mg/dL)	ทดลอง(mg/dL)		
T1 Control	12.85	11.53	16.41	1.457	0.676
T2 2% Urea+Courit	12.60	14.38	10.53	1.112	0.497
T3 3% Urea+Courit	12.00	6.52	19.69	3.820	0.119

\* ผลการวิเคราะห์จากห้องแลป คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม

**ข้อมูลสภาพแวดล้อมอุณหภูมิ** วันที่กอุณหภูมิการทดลองด้วยเม็ดกระดุม 3 เม็ด ความสูงที่ติดอยู่ระดับเดียวกันกับตัวโคเนื้อ โดยติดกลุ่มการทดลองละ 1 เม็ด พบว่าอุณหภูมิสูงสุดกลุ่มที่ 1 32.15°C กลุ่มที่ 2 32.07°C กลุ่มที่ 3 32.27°C อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยของแต่ละกลุ่มไม่แตกต่างกันทางสถิติ ( $P<0.05$ ) ส่วนอุณหภูมิต่ำสุดกลุ่มที่ 1 21.08°C กลุ่มที่ 2 20.84°C และกลุ่มที่ 3 20.52°C อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยของแต่ละกลุ่มไม่แตกต่างกันทางสถิติ ( $P<0.05$ ) ดังภาพที่ 1





ภาพที่ 1 แสดงอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุดในแต่ละวัน

### สรุปผล

การเสริมสารยับยั้งเอนไซม์ยูเรียเอส (Courit<sup>®</sup>) ที่เหมาะสมคือที่ระดับ 2% Urea เพราะทำให้ด้านประสิทธิภาพการผลิตกลุ่มที่ 2 2% Urea+Courit<sup>®</sup> เป็นกลุ่มที่มีประสิทธิภาพการผลิตดีที่สุดในเรื่องน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น, ADG และ FCR เมื่อเทียบกับกลุ่มที่ 1, 3 แต่เมื่อเพิ่มระดับ 3% Urea ทำให้กระทบกับปริมาณการกินได้ของโคเนื้อ จากการสังเกตคือกินอาหารได้น้อยลง อาจเป็นเพราะอาหารมีกลิ่นฉุนของยูเรียที่เพิ่มมากขึ้น ในเรื่องของต้นทุนอาหารต่อน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น 1 กิโลกรัม กลุ่มที่ได้รับ 2% Urea+Courit<sup>®</sup> มีต้นทุนต่ำที่สุด เมื่อเทียบกับกลุ่มที่ 1 และ 3

ส่วนค่า BUN ที่วิเคราะห์มา ค่าที่ได้ค่อนข้างแปรปรวน ทำให้ไม่สามารถแปลผลได้ การทดลองครั้งนี้เมื่อพิจารณาจากผลการวิเคราะห์ค่าโภชนะในอาหารโคเนื้อของฟาร์ม ทำให้ทราบว่าในกระบวนการผลิตอาหารของทางฟาร์ม สูตรอาหารแต่ละสูตรของฟาร์มมีค่าโภชนะในอาหารที่แตกต่างกัน ซึ่งอาจจะเกิดจากกระบวนการผลิตที่ยังไม่เป็นมาตรฐาน (คน, เครื่องผสมอาหาร, กระบวนการวิธีการ และวัตถุดิบอาหาร) ในการทดลองครั้งต่อไปควรที่จะให้ความสำคัญกับเรื่องนี้มากขึ้น

### กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณทาง ส.เจริญพืชผลฟาร์ม อ.เมือง จ.กำแพงเพชร ที่ให้ใช้สถานที่และสัตว์ทดลอง ขอขอบคุณบริษัท แอนิมัล ซัพพลีเมนต์ แอนด์ ฟาร์มาซูติคอล จำกัด ที่สนับสนุนผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในการทดลอง และได้รับความอนุเคราะห์ห้องปฏิบัติการ Vet products Research & Innovation Center (VRI) จ.ปทุมธานี และคณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม ในการทดลองครั้งนี้

## เอกสารอ้างอิง

ศมนพร วงศ์เรียน, ศิริรัตน์ บัวผัน และเลอชาติ บุญเอก (2560, 21-24 มิถุนายน). ผลของสารยับยั้งเอนไซม์ยูเรียเอสในอาหารโคนมต่อผลผลิตแก๊ส และการย่อยได้ในหลอดทดลอง [เอกสารนำเสนอ]. การประชุมวิชาการสัตวศาสตร์แห่งชาติ ครั้งที่ 6: งานวิจัยปศุสัตว์ไทย สร้างนวัตกรรมใหม่ สู่ประเทศไทย 4.0 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตกำแพงแสน. นครปฐม, ประเทศไทย.

AOAC. (2006). *Official Methods of Analysis* (18<sup>th</sup> ed.). AOAC.

Brent, B. E., Adepoju, A., & Portela, F. (1971). Inhibition of rumen urease with acetohydroxamic acid. *J. Anim. Sci.*, 32(4), 794 - 798.

Houpt, T. R. (1970). *Transfer of urea and ammonia to the rumen*. In: A. T. Phillipson (Ed.) *Physiology of Digestion and Metabolism in the Ruminant*. Oriel Press.

Ludden, P. A. (2000a). Influence of the novel urease inhibitor N-(n-butyl) thiophosphoric triamide on ruminant nitrogen metabolism: I. In vitro urea kinetics and substrate digestion. *J. Anim. Sci.*, 78(1), 181 - 187.

----- (2000b). Influence of the novel urease inhibitor N-(n-butyl) thiophosphoric triamide on ruminant nitrogen metabolism: II. Ruminal nitrogen metabolism, diet digestibility, and nitrogen balance in lambs. *J. Anim. Sci.*, 78(1), 188 - 198.

ผลของวิธีการเก็บเกี่ยวผลผลิตด้วยเครื่องเกี่ยวนวดต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง  
พันธุ์เชียงใหม่ 60 ของเกษตรกรเครือข่ายผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์ จังหวัดอุดรธานี  
Effect of Harvesting Method with Combine Harvester on Seed Quality of Chiang  
Mai 60 Soybean Seed of Farmers in the Seed Producer Networks  
of Udon Thani Province

วิมลรัตน์ คำขำ<sup>1\*</sup>, สิทธิพงษ์ ศรีสว่างวงศ์<sup>1</sup> และ เอกภาพ ป้านภูมิ<sup>2</sup>  
Wimolrat Dumkhum<sup>1\*</sup>, Sitthipong Srisawangwong<sup>1</sup> and Ekapab Panpoom<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ศูนย์วิจัยและพัฒนาเมล็ดพันธุ์พืชขอนแก่น, <sup>2</sup>ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมขอนแก่น

<sup>1</sup>Khon Kaen Seed Research and Development Center, <sup>2</sup>Khon Kaen Agricultural Engineering Research Center

\*Corresponding author. Email: mui-mui@windowslive.com

### บทคัดย่อ

การศึกษามูลของวิธีการเก็บเกี่ยวผลผลิตด้วยเครื่องเกี่ยวนวดต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ของเกษตรกรเครือข่ายผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์จังหวัดอุดรธานี มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบและพัฒนาการใช้เครื่องเกี่ยวนวดที่เหมาะสมกับการเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง ดำเนินการวิจัย 2 ขั้นตอน ขั้นตอนปีที่ 1 ปี 2563 โดยดำเนินการเก็บเกี่ยว 3 กรรมวิธี คือ กรรมวิธีที่ 1 เก็บเกี่ยวด้วยแรงงานคนและนวดด้วยเครื่องนวด กรรมวิธีที่ 2 การเก็บเกี่ยวด้วยเครื่องเกี่ยวนวดถั่วเหลืองที่ความเร็วรอบลูกนวด 395 รอบ/นาที และ กรรมวิธีที่ 3 เก็บเกี่ยวด้วยเครื่องเกี่ยวนวดถั่วเหลืองที่ความเร็วรอบลูกนวดน้อยกว่า 395 รอบ/นาที เก็บเกี่ยวผลผลิตระยะพักแก่เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล ร้อยละ 95 (R8) พบว่า ทั้ง 3 กรรมวิธีมีความชื้นของเมล็ดขณะเกี่ยวนวดไม่แตกต่างกัน กรรมวิธีที่ 2 การเก็บเกี่ยวด้วยเครื่องเกี่ยวนวดถั่วเหลืองที่ความเร็วรอบลูกนวด 395 รอบ/นาที มีเปอร์เซ็นต์การแตกร้าว (9.30%) ต่ำกว่า กรรมวิธีที่ 1 และกรรมวิธีที่ 3 แต่มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสีย (5.28%) สูงกว่ากรรมวิธีที่ 1 และกรรมวิธีที่ 3 ด้านคุณภาพเมล็ดพันธุ์หลังการเกี่ยวนวด พบว่ากรรมวิธีที่ 2 การเก็บเกี่ยวด้วยเครื่องเกี่ยวนวดที่ความเร็วรอบลูกนวด 395 รอบ/นาที มีเปอร์เซ็นต์ความงอกสูงกว่ากรรมวิธีที่ 1 และ 3 หลังจากปรับปรุงสภาพเมล็ดพันธุ์ได้นำมาตรวจสอบคุณภาพ พบว่ากรรมวิธีที่ 2 เก็บเกี่ยวด้วยเครื่องเกี่ยวนวดความเร็วรอบลูกนวด 395 รอบ/นาที มีความงอกเฉลี่ย 94% สูงกว่าทุกกรรมวิธี และขั้นตอนที่ 2 ปี 2564 นำผลการทดลองจากขั้นตอนที่ 1 โดยใช้เครื่องเกี่ยวนวดที่ความเร็วรอบลูกนวด 395 รอบ/นาที มาทดสอบการเกี่ยวนวดถั่วเหลืองในแปลงผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองในฤดูแล้ง ปลูกถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 มีเกษตรกรร่วมดำเนินการ 10 ราย ผลการทดลอง พบว่า มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียก่อนการใช้เครื่องเกี่ยวนวด 0.46% การสูญเสียหลังเกี่ยวนวด 5.96% เมล็ดแตกร้าว 10.4% โดยมีความชื้นขณะนวด 14.8% ด้านคุณภาพเมล็ดพันธุ์หลังเก็บเกี่ยว มีเปอร์เซ็นต์ความงอกเฉลี่ย 79% เมื่อสอบถามข้อมูลความพึงพอใจของเกษตรกรต่อวิธีการเก็บเกี่ยวด้วยเครื่องเกี่ยวนวดความเร็วรอบลูกนวด 395 รอบ/นาที พบว่า เกษตรกรมีความพึงพอใจต่อการเก็บเกี่ยวด้วยความเร็วรอบ

ลูกนวด 395 รอบ/นาที ระดับมากร้อยละ 70 ระดับปานกลางร้อยละ 30 เกษตรกรมีความพึงพอใจด้านประหยัดแรงงาน และเวลาในการเก็บเกี่ยวในระดับมากร้อยละ 100 เกษตรกรมีความพึงพอใจด้านสิ่งเจือปนที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์หลังเก็บเกี่ยวด้วยเครื่องเกี่ยวนวดระดับมากร้อยละ 80 ระดับปานกลางร้อยละ 20 และเกษตรกรมีความพึงพอใจด้านการแตกหักของเมล็ดหลังเก็บเกี่ยวด้วยเครื่องเกี่ยวนวดระดับปานกลางคิดเป็นร้อยละ 60 และระดับมาก ร้อยละ 40

**คำสำคัญ:** เมล็ดพันธุ์, การผลิตเมล็ดพันธุ์, เครื่องจักรกลขนาดเล็ก, รถเกี่ยวนวดเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง

### Abstract

The study of the effect of the harvesting method with a combine harvester on seed quality of Chiang Mai soybean cultivar 60 of farmers network of seed producers in Udon Thani Province, was aimed to test and develop the use of a combine harvester suitable for soybean seed harvesting. The research was conducted in 2 steps, the first one in 2020, three harvesting methods were carried out: method 1, manual harvesting and threshing; method 2, harvesting with a soybean combine harvester at a threshing ball speed of 395 rpm, and method 3, harvesting with a soybean combine harvester at a threshing ball speed of less than 395 rpm. Harvesting yields at the pod stage turned brown by 95 percent (R8) showing that all three treatments had seed moisture content during harvesting. No difference. Process 2, soybean combine harvester at a threshing ball speed of 395 rpm, had a lower percentage of cracking (9.30%) than Method 1 and Method 3. but has a higher percentage of loss (5.28%) than Method 1 and Method 3. Quality of seeds after harvesting found that the second method harvesting with a combine harvester at a threshing speed of 395 rpm had a higher percentage of germination than methods 1 and 3. After improving the seed condition, it was taken for quality inspection. It was found that the second method, harvested with a threshing machine at 395 rpm, had average germination of 94%, higher than all treatments and in the second step in 2021, the results of the first step using a combine harvester at a threshing speed of 395 rpm were used to test the soybean harvesting in the soybean seed field in the dry season. Soybean planting Chiang Mai 60 There were 10 farmers involved. The results showed that the percentage loss before harvesting was 0.46%, loss after harvesting 5.96%, seed cracking 10.4%, and moisture content during threshing was 14.8%. Quality of seeds after harvest the average germination percentage was 79%. When the farmers' satisfaction with the harvesting method with the thresher speed of 395 rpm was surveyed, it was found that the farmers were satisfied with the harvesting with the threshing speed of 395 rpm, with a high level of 70% and a moderate level of 30% satisfactions. Farmers were satisfied with labor savings and harvest time at a high level of 100 satisfaction. The farmers were satisfied with the impurities contaminated the seeds after harvesting with the combine harvester at a high level of 80%, a moderate level of 20%, and

the farmers were satisfied with the grain breakage after harvesting with the combine harvester at a medium level, 60% and high level, 40%.

**Keywords:** Seed, Seed Production, Soybean, Small Machine, Combine Harvester

## บทนำ

ประเทศไทยเป็นผู้ผลิตและส่งออกเมล็ดพันธุ์รายใหญ่ในภูมิภาคเอเชียและเป็น 1 ใน 10 ของประเทศที่ส่งออกเมล็ดพันธุ์พืชไร่รายใหญ่ ด้วยปริมาณการส่งออกในปี 2553 จำนวน 20,400 ตัน มีมูลค่า 7,287 ล้านบาท ซึ่งสภาวะตลาดเมล็ดพันธุ์ในปี 2554 มีแนวโน้มเติบโตอย่างต่อเนื่อง เมล็ดพันธุ์ที่ดี เป็นส่วนสำคัญที่นำไปสู่คุณภาพของผลผลิตการเกษตรที่ดี ช่วยพัฒนานวัตกรรมเกษตรไทยทั้งในด้านคุณภาพและประสิทธิภาพ (สมาคมการค้าเมล็ดพันธุ์ไทย, 2557) นับเป็นยุทธศาสตร์สำคัญของความมั่นคงทางอาหารโดยเฉพาะถั่วเหลือง ถั่วลิสง และข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เป็นพืชเศรษฐกิจของไทยที่มีการใช้บริโภคภายในประเทศและส่งออกไปยังต่างประเทศจำนวนมาก พื้นที่และผลผลิตในแต่ละปีมีแนวโน้มลดลง สวนทางกับความต้องการใช้เป็นวัตถุดิบ ทำให้ต้องมีการพึ่งพาการนำเข้าวัตถุดิบจากต่างประเทศ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2559) เนื่องจากปัญหาการขาดแคลนเมล็ดพันธุ์คุณภาพดี ปริมาณไม่เพียงพอต่อความต้องการ แรงงานภาคเกษตรกรรมลดลงและค่าจ้างสูงขึ้น การผลิตเมล็ดพันธุ์พืชมีหลายขั้นตอนการผลิตตั้งแต่การเตรียมดิน การปลูก การดูแลรักษา การเก็บเกี่ยวและปรับปรุงสภาพเมล็ดพันธุ์ให้ได้เมล็ดพันธุ์คุณภาพดี ซึ่งในการกระบวนการผลิตเมล็ดพันธุ์ในปัจจุบันส่วนใหญ่อาศัยแรงงานในการดำเนินการ ดังนั้นปัญหาการผลิตถั่วเหลืองของประเทศไทยคือการขาดแคลนเมล็ดพันธุ์ดีที่มีคุณภาพ ต้นทุนการผลิตเพิ่มสูงขึ้นประกอบกับค่าจ้างแรงงานมีราคาสูง และขาดแคลนแรงงานในการผลิต โดยเฉพาะขั้นตอนการเก็บเกี่ยวผลผลิตถั่วเหลือง ต้องใช้แรงงานในการเกี่ยวมัด รวบรวม และการสีนวด ซึ่งขั้นตอนนี้มีความสำคัญมากถ้าตากรวมกองถั่วเหลืองไว้ในแปลงนานหรือสภาพอากาศไม่เอื้ออำนวยก็จะส่งผลกระทบต่อผลผลิตและคุณภาพเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง แนวทางการแก้ไขปัญหในการเก็บเกี่ยวผลผลิตถั่วเหลืองด้านขาดแคลนแรงงานและมีค่าจ้างแรงงานที่สูง ด้านคุณภาพผลผลิต และด้านการลดต้นทุน โดยการนำเครื่องจักรกลการเกษตรเข้ามาใช้ในกระบวนการต่าง ๆ ในการผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง มีการพัฒนาเครื่องจักรและอุปกรณ์เพื่อรองรับเทคโนโลยีการผลิตเมล็ดพันธุ์ ตั้งแต่กระบวนการปลูก ดูแลรักษา การเก็บเกี่ยว การปรับปรุงสภาพ และการเก็บรักษา การนำเครื่องจักรกลการเกษตรที่เกษตรกรมีในพื้นที่ มาปรับใช้ให้ทันต่อสถานการณ์เพื่อให้ระบบการผลิตมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล ลดแรงงานในกระบวนการผลิตจึงได้ดำเนินการทดสอบและพัฒนารถเกี่ยวถั่วเหลืองเพื่อใช้ในการผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองเชิงพาณิชย์และเกิดความยั่งยืนและสามารถนำไปขยายผลต่อได้

## วิธีดำเนินการวิจัย

### 1. อุปกรณ์

- เครื่องเกี่ยวถั่วเหลือง คูโบต้า รุ่น DC 70
- เครื่องนวดถั่วเหลืองแบบไหลตามแกนขนาด 6 ฟุต
- เครื่องวัดความเร็วยรอบ

- เครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์
- เครื่องวัดความชื้นเมล็ดพันธุ์
- เครื่องชั่งน้ำหนัก
- ตลับเมตร เทปวัดระยะ นาฬิกาจับเวลา
- หล็กเล็งแนว หรือหล็กปักระยะ
- อุปกรณ์สุ่มตัวอย่างแบบมุงตาข่ายรองรับวัสดุทำยเครื่องเกี่ยวและเครื่องนวด
- ผ้าใบพลาสติก ถุงกระดาษหนา ถุงพลาสติก และยางรัด
- แปลงผลผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60

## 2. วิธีการ

2.1 ขั้นตอนที่ 1 (ปี 2563) วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) โดยกำหนดปัจจัยคงที่ คือ อายุ 60 วันหลังดอกบาน หรือ ระยะฝักแก่เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล ร้อยละ 95 (R8) และเลือกวิธีการเก็บเกี่ยว 3 กรรมวิธีๆ ละจำนวน 7 ซ้ำ (เกษตรกร เป็น ซ้ำ) **กรรมวิธีที่ 1** เก็บเกี่ยวด้วยแรงงานคนและนวดด้วยเครื่องนวดถั่วเหลืองที่ความเร็วรอบ 400 รอบต่อนาที (Control) **กรรมวิธีที่ 2** เก็บเกี่ยวด้วยเครื่องเกี่ยวนวดถั่วเหลืองคูโบต้า DC 70 ที่ความเร็วรอบลูกนวด 395 รอบต่อนาที **กรรมวิธีที่ 3** เก็บเกี่ยวด้วยเครื่องเกี่ยวนวดถั่วเหลือง คูโบต้า DC 70 ที่ความเร็วรอบลูกนวดน้อยกว่า 395 รอบต่อนาที (330 รอบต่อนาที)

### 2.1.1 วิธีปฏิบัติการทดลอง

- 1) ประสานงานในพื้นที่กลุ่มเกษตรกรและคัดเลือกเกษตรกรดำเนินการทดลอง 7 ราย ๆ ละพื้นที่ 1 ไร่ บ้านหนองแสง ต.หนองอ้อ อ.หนองบัวซอ จ.อุดรธานี
- 2) กำหนดขนาดพื้นที่การทดลองขนาดกว้าง 10 เมตร ยาว 40 เมตร หรือขนาดพื้นที่ประมาณ 1 งาน (400 ตรม.) โดยการใช้เครื่องเกี่ยวนวดเก็บเกี่ยวและแต่งขอบแปลงให้ได้ขนาดตามที่กำหนด ทั้งหมดจำนวน 3 แปลง (แปลงละ 1 งาน) เพื่อการทดลอง 3 กรรมวิธี ในแปลงทดลองเดียวกัน คิดเป็นจำนวน 1 บล็อก ตามแผนการทดลอง RCB
- 3) ดำเนินการปลูกถั่วเหลือง และดูแลรักษาตามขั้นตอนการผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง ได้แก่ เก็บตัวอย่างดินเพื่อวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี ไถเตรียมดินก่อนปลูก ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินรองพื้น คลุกเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองด้วยเชื้อไรโซเบียมก่อนปลูก ปลูกโดยใช้เครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ ระยะปลูก 50 x 20 เซนติเมตร หลังปลูกพ่นสารป้องกันกำจัดวัชพืช พ่นสารป้องกันและกำจัดโรคแมลงศัตรูถั่วเหลืองตามคำแนะนำ
- 4) เก็บข้อมูลการเก็บเกี่ยว สภาพพืชทั่วไป ได้แก่
  - (1) ความสูงตรง และความสูงของฝักแรกจากพื้นดิน (ซม.) จำนวน 50 ซ้ำ
  - (2) ความชื้นฝักและต้นถั่วเหลือง (เปอร์เซ็นต์มาตรฐานเปียก) จำนวน 3 ซ้ำ/เกษตรกร 1 ราย
  - (3) ความหนาแน่นของต้นถั่วเหลือง (ต้น/ตรม.) จำนวน 3 ซ้ำ/เกษตรกร 1 ราย
  - (4) ผลผลิตต่อพื้นที่ (กก./ไร่) สุ่มเก็บเกี่ยวและแกะเมล็ดถั่วเหลืองด้วยมือ จำนวน 3 ซ้ำ/เกษตรกร 1 ราย
  - (5) สุ่มตัวอย่างหาอัตราส่วนเมล็ดต่อวัสดุที่ไม่ใช่เมล็ด จำนวน 3 ซ้ำ/เกษตรกร 1 ราย
  - (6) สุ่มเก็บตัวอย่างเมล็ดร่วงก่อนการเกี่ยวในแปลง (กรัม/ตรม.) จำนวน 3 ซ้ำ/เกษตรกร 1 ราย

5) เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์การเก็บเกี่ยวด้วยคนและปรับตั้งความเร็วรอบเครื่องนวดถั่วเหลือง 400 rpm ตามกรรมวิธีที่ 1

(1) ทำการเก็บเกี่ยวถั่วเหลืองในพื้นที่ 10 x 40 เมตร จับเวลาการทำงาน การเกี่ยวด้วยคน และการนวดด้วยเครื่องนวดถั่วเหลือง

(2) สุ่มตัวอย่างความสูญเสียจากการเกี่ยวด้วยแรงงานคน (กรัม/ตรม.) จำนวน 3 ซ้ำ/เกษตรกร 1 ราย

(3) สุ่มตัวอย่างความสูญเสียจากการนวดด้วยเครื่องโดยการนำอุปกรณ์ตาข่ายไปรองวัสดุและสิ่งเจือปนท้ายเครื่อง และคัดแยกเมล็ดเต็มซึ่งน้ำหนัก

(4) สุ่มตัวอย่างผลผลิตถั่วเหลืองจากถังเก็บ 1 กิโลกรัม เพื่อหาเปอร์เซ็นต์ความสะอาด และนำตัวอย่างไปวิเคราะห์คุณภาพเมล็ดพันธุ์ตามมาตรฐาน

6) เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับเครื่องเกี่ยวนวดถั่วเหลือง คูโบต้า DC 70 และปรับตั้งให้ความเร็วรอบที่ต้องการคือ 395 ตามกรรมวิธีที่ 2

(1) ปักหลักตั้งแนวระยะห่าง 10 เมตร สำหรับการจับเวลาหาความเร็วในการขับเคลื่อน จำนวน 3 ซ้ำ และเวลาในการทำงานรวม เพื่อหาความสามารถในการทำงาน (ไร่/ชั่วโมง)

(2) เริ่มให้เครื่องเกี่ยวนวดทำงานตามปกติโดยความเร็วตามกรรมวิธีที่ 2 พร้อมทั้งเตรียมอุปกรณ์รองรับวัสดุที่พ้นออกด้านท้ายเครื่อง โดยกำหนดพื้นที่สุ่มตัวอย่างในช่วงหลักตั้งแนว 10 เมตร

(3) คัดแยกเมล็ดถั่วเหลืองเต็มเมล็ดออกจากสิ่งเจือปนที่พ้นออกด้านท้ายเครื่อง เพื่อหาความสูญเสียเนื่องจากการนวดและทำความสะอาดต่อพื้นที่สุ่มตัวอย่าง (หน้ากว้างการเกี่ยว x ระยะทางที่รองรับสิ่งเจือปนท้ายเครื่อง) ทำการเก็บข้อมูลจำนวน 3 ซ้ำ ใน 1 บล็อก (10 x 40 เมตร)

(4) สุ่มตัวอย่างความสูญเสียเนื่องจากการเกี่ยวในพื้นที่เดียวกันกับการสุ่มตัวอย่าง (กรัม/ตรม.) ทำการเก็บข้อมูลจำนวน 3 ซ้ำ ต่อเกษตรกร 1 ราย

(5) สุ่มตัวอย่างผลผลิตถั่วเหลืองจากถังเก็บ 5 กิโลกรัม เพื่อนำไปหาเปอร์เซ็นต์ความสะอาด และนำตัวอย่างไปวิเคราะห์คุณภาพเมล็ดพันธุ์ตามมาตรฐาน

7) ดำเนินการทดสอบในกรรมวิธีที่ 3 ปรับตั้งให้ความเร็วรอบลูกนวดน้อยกว่า 395 ตามกรรมวิธีที่ 3 ตามขั้นตอนดังข้อที่ 6.1) – 6.5)

8) ดำเนินการทดสอบตามขั้นตอนข้อที่ 4) – 7) ในจำนวนพื้นที่ปลูกถั่วเหลืองอีก 6 แห่ง (รวมเป็นจำนวน 7 ซ้ำ ตามแผนการทดลอง RCBD)

9) หลังจากสุ่มเมล็ดพันธุ์จากถังเก็บ 5 กิโลกรัมต่อกรรมวิธี ในแต่ละซ้ำ สุ่มตรวจสอบความชื้น ความบริสุทธิ์ของเมล็ดพันธุ์ ทำความสะอาดและคัดขนาดเมล็ดพันธุ์ ลดความชื้นให้ได้ 10 เปอร์เซ็นต์ แบ่งตัวอย่างเป็น 5 ส่วน

10) นำเมล็ดพันธุ์ส่วนที่ 1 นำส่งตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ตามมาตรฐานในห้องปฏิบัติการ ตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ ได้แก่ ความบริสุทธิ์ ความชื้น ความงอก น้ำหนัก 1,000 เมล็ด และตรวจสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์โดยวิธีเร่งอายุและหาดัชนีการงอก การทดสอบการแตกร้าวของโดยวิธี Ammonium acetate

การแยกเมล็ดพันธุ์ด้านกายภาพ เพื่อหาน้ำหนักของเมล็ดดี เมล็ดเสียได้แก่ เมล็ดม่วง เมล็ดเขียว เมล็ดย่น เมล็ดแตกหัก และอีก 4 ส่วน ตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ได้แก่ ความบริสุทธิ์ ความชื้น ความงอก น้ำหนัก 1,000 เมล็ด ภายหลังเก็บรักษาที่ห้องควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ (20°C 60%RH) ระยะเวลา 1, 2, 3 และ 4 เดือน

#### 2.1.2 การบันทึกข้อมูล

- 1) ข้อมูลชุดดิน
- 2) ข้อมูลสภาพแวดล้อมในขณะที่เก็บเกี่ยว ได้แก่ อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์
- 3) ข้อมูลวันปลูก และวันเก็บเกี่ยว
- 4) น้ำหนักผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิต ได้แก่ ความสูงต้น จำนวนกิ่ง/ต้น จำนวนข้อ/ต้น จำนวนฝัก/ต้น จำนวนเมล็ด/ฝัก น้ำหนักเมล็ด/ต้น
- 5) น้ำหนักของเมล็ดดี เมล็ดแตกร้าว เมล็ดร่วงหล่น เมล็ดเสีย
- 6) คุณภาพของเมล็ดพันธุ์ ได้แก่ ความชื้น ความงอก ความบริสุทธิ์ และความแข็งแรง ภายหลังการเก็บเกี่ยว ทั้งก่อนและหลังการปรับปรุงสภาพ และภายหลังการเก็บรักษาที่อายุ 0, 1, 2, 3 และ 4 เดือน
- 7) ข้อมูลคุณลักษณะเครื่องจักร ได้แก่ เครื่องเกี่ยวขนาดคูโบต้า และ เครื่องนวดถั่วเหลือง

2.2 ขั้นตอนที่ 2 (ปี 2564) นำผลการทดสอบจากขั้นตอนที่ 1 มาทดสอบการเกี่ยวนวดถั่วเหลืองในแปลงผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง ถั่วแดง และประเมินความพึงพอใจของเกษตรกรในการผลิตเมล็ดพันธุ์

#### 2.2.1 แบบและวิธีการทดลอง ไม่มีแผนการทดลอง

- 1) ประสานคัดเลือกเกษตรกรที่ดำเนินการผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง จำนวน 10 รายๆ ละ 2 ไร่
- 2) ดำเนินการปลูกถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ถั่วแดง และดูแลรักษาตามขั้นตอนการผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง ของกรมวิชาการเกษตร
- 3) เก็บเกี่ยวถั่วเหลืองด้วยเครื่องเกี่ยวนวดถั่วเหลือง คูโบต้า DC 70 ที่ความเร็วรอบลูกนวด 395 รอบต่อนาที (ตามผลการทดลอง ขั้นตอนที่ 1)

#### 2.2.2 การบันทึกข้อมูล

- 1) ข้อมูลเปอร์เซ็นต์การสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยว
- 2) น้ำหนักผลผลิต และน้ำหนักผลผลิตเมล็ดพันธุ์
- 3) ผลการตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ ได้แก่ การแตกร้าว ความชื้น ความบริสุทธิ์ ความงอก ความแข็งแรงโดยวิธีเร่งอายุ (Accelerated Aging Test) ของเมล็ดพันธุ์หลังการเก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ ทุก ๆ 1 เดือน เป็นเวลา 6 เดือน ตามมาตรฐานการตรวจสอบเมล็ดพันธุ์นานาชาติ (ISTA, 2020)

2.2.3 เวลาและสถานที่ เริ่ม ตุลาคม 2562 ถึง กันยายน 2564 ห้องปฏิบัติการตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาเมล็ดพันธุ์พืชขอนแก่น และ แปลงเกษตรกร อ.หนองวัวซอ จ.อุดรธานี



### ผลการทดลองและวิจารณ์

1. ผลการทดลอง ขั้นที่ 1 (ปี 2563) ผลผลิตและผลผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง ของค้ประกอบผลผลิตและความสูง เก็บเกี่ยวผลผลิตถั่วเหลืองในระยะฝักแก่เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล ร้อยละ 95 (R8) โดยเปรียบเทียบกรรมวิธีการเก็บเกี่ยว ถั่วเหลือง 3 กรรมวิธี คือ เก็บเกี่ยวถั่วเหลืองด้วยเครื่องเกี่ยวขนาด คูโบต้า DC 70 ที่ความเร็วรอบ 395 รอบ/นาที และความเร็วรอบ 400 รอบ/นาที และความเร็วรอบน้อยกว่า 395 รอบ/นาที เปรียบเทียบกับการเก็บเกี่ยวถั่วเหลืองด้วยแรงงานคนและสีนวด ด้วยเครื่องสีนวดถั่วเหลืองที่ความเร็วรอบ 400 รอบ/นาที พบว่า ผลผลิตเมล็ดพันธุ์ที่เก็บเกี่ยวด้วยแรงงานคนและ นวดด้วยเครื่องนวดที่ความเร็วรอบ 400 รอบ/นาที ให้ผลผลิตสูงสุด 204 กิโลกรัม/ไร่ รองลงมาคือเก็บเกี่ยวด้วยเครื่อง เกี่ยวขนาดถั่วเหลือง คูโบต้า DC 70 ที่ความเร็วรอบ 395 รอบต่อนาที (330 รอบต่อนาที) มีผลผลิต เมล็ด 202 กิโลกรัม/ไร่ และเก็บเกี่ยวด้วยเครื่องเกี่ยวขนาดถั่วเหลือง คูโบต้า DC 70 ที่ความเร็วรอบ 400 รอบ ต่อนาที มีผลผลิตเมล็ดต่ำสุด คือ 194 กิโลกรัม/ไร่ เมื่อเปรียบเทียบทางสถิติพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อนำเมล็ดพันธุ์ปรับปรุงสภาพ พบว่าผลผลิตเมล็ดพันธุ์ที่เก็บเกี่ยวด้วยแรงงานคนและนวด ด้วยเครื่องนวด ให้ผลผลิตเมล็ดพันธุ์สูงสุด 181 กิโลกรัม/ไร่ และแตกต่างทางสถิติกับการใช้เครื่องเกี่ยวขนาดที่ความเร็ว รอบ 395 รอบ/นาที ให้ผลผลิตเมล็ดพันธุ์ 167 กิโลกรัม/ไร่ แต่ไม่แตกต่างกับการใช้เครื่องเกี่ยวขนาดที่ความเร็วรอบ ลูกว่า 395 รอบ/นาที ให้ผลผลิตเมล็ดพันธุ์ 175 กิโลกรัม/ไร่ (ตารางที่ 1) ด้านความสูงต้น และความสูงข้อ แรกที่ติดฝัก พบว่าการเก็บเกี่ยวทั้ง 3 กรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันสรุปได้ว่าความสูงต้น และความสูงข้อแรก ที่ติดฝัก ไม่มีผลต่อการเก็บเกี่ยวถั่วเหลืองทั้ง 3 กรรมวิธี (ตารางที่ 2) ด้านองค์ประกอบผลผลิตได้แก่ จำนวนกิ่ง/ต้น จำนวนข้อ/ต้น จำนวนฝัก/ต้น และจำนวนเมล็ด/ฝัก พบว่าทั้ง 3 กรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 1 ผลผลิต (กิโลกรัม/ไร่) และผลผลิตเมล็ดพันธุ์ (กิโลกรัม/ไร่)

	ผลผลิต (กก./ไร่)	ผลผลิตเมล็ดพันธุ์ (กก./ไร่)
กรรมวิธีที่ 1	204 a	181 a
กรรมวิธีที่ 2	194 c	167 c
กรรมวิธีที่ 3	202 ab	175 ab
F-test	*	*
CV (%)	3.0	4.0

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่มีตัวอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ .05 โดยวิธี LSD

ตารางที่ 2 องค์ประกอบผลผลิต

	ข้อ/ต้น	กิ่ง/ต้น	จน.ฝัก/ต้น	จน.เมล็ด/ฝัก	นน.เมล็ด/ต้น(กรัม)
กรรมวิธีที่ 1	9.8a	0.8a	15.5a	2.6a	5.1a
กรรมวิธีที่ 2	9.8a	0.8a	15.1a	2.6a	5.2a
กรรมวิธีที่ 3	9.8a	0.6a	15.1a	2.4a	5.2a
F-test	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	5.2	47.7	13.5	6.1	10.4

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่มีตัวอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยวิธี LSD

ตารางที่ 3 ความสูงต้น และความสูงข้อแรกที่ติดฝัก

	ความสูงต้น(ซม.)	ความสูงข้อแรกที่ติดฝัก(ซม.)
กรรมวิธีที่ 1	51.11a	13.19a
กรรมวิธีที่ 2	48.53b	13.03a
กรรมวิธีที่ 3	48.64b	11.99a
F-test	*	ns
CV (%)	3.9	8.3

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่มีตัวอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ.05 โดยวิธี LSD

1.1 การสูญเสียจากการเก็บเกี่ยว ความชื้นเมล็ดหลังการเกี่ยวนวด และการแตกร้าว จากการเก็บเกี่ยวตามกรรมวิธีที่ 1 (การเก็บเกี่ยวด้วยแรงงาน นวดด้วยเครื่องนวดความเร็วรอบ 400 รอบ/นาที่) พบว่า มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียจากการใช้เครื่องนวด 2.21% เปอร์เซ็นต์แตกร้าว 24.7% โดยมีความชื้นขณะนวด 14.63% กรรมวิธีที่ 2 (การเก็บเกี่ยวด้วยเครื่องเกี่ยวนวดความเร็วรอบลูกนวด 395 รอบ/นาที่) พบว่า มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียจากการใช้เครื่องเกี่ยวนวด 5.28% เปอร์เซ็นต์แตกร้าว 9.3% โดยมีความชื้นขณะเกี่ยวนวด 14.5% และกรรมวิธีที่ 3 (การเก็บเกี่ยวด้วยเครื่องเกี่ยวนวดความเร็วรอบลูกนวดน้อยกว่า 395 รอบ/นาที่) พบว่า มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียจากการใช้เครื่องเกี่ยวนวด 3.51% เปอร์เซ็นต์แตกร้าว 12.0% โดยมีความชื้นขณะเกี่ยวนวด 15.1% จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ทั้ง 3 กรรมวิธีมีความชื้นขณะเกี่ยวนวดไม่แตกต่างกันทางสถิติ การสูญเสียจากการเก็บเกี่ยว พบว่า การเก็บเกี่ยวด้วยแรงงาน นวดด้วยเครื่องนวดความเร็วรอบ 400 รอบ/นาที่ มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียจากการเก็บเกี่ยว (2.21) น้อยกว่าการเก็บเกี่ยวด้วยเครื่องเกี่ยวนวดความเร็วรอบลูกนวดน้อยกว่า 395 รอบ/นาที่ (3.51) และการเก็บเกี่ยวด้วยเครื่องเกี่ยวนวดความเร็วรอบลูกนวด 395 รอบ/นาที่ (5.28) ตามลำดับทั้ง 3 กรรมวิธีมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 การแตกร้าว พบว่า การเก็บเกี่ยวด้วยแรงงาน นวดด้วยเครื่องนวดความเร็วรอบ 400 รอบ/นาที่ (24.7) มากกว่าการเก็บเกี่ยวด้วยเครื่องเกี่ยวนวดความเร็วรอบลูกนวดน้อยกว่า 395 รอบ/นาที่ (12.0) และการเก็บเกี่ยวด้วยเครื่องเกี่ยวนวดความเร็วรอบลูกนวด 395 รอบ/นาที่ (9.3) ทั้ง 3 กรรมวิธีมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01 (ตารางที่4)

ตารางที่ 4 เปอร์เซ็นต์ความชื้นเมล็ดหลังการเกี่ยวนวด เปอร์เซ็นต์การสูญเสียจากการเก็บเกี่ยว และเปอร์เซ็นต์การแตกร้าว

	% ความชื้นเมล็ด หลังการเกี่ยวนวด	% การสูญเสีย จากการเก็บเกี่ยว	% การแตกร้าว
กรรมวิธีที่ 1	14.63a	2.21c	24.7a
กรรมวิธีที่ 2	15.01a	5.28a	9.3b
กรรมวิธีที่ 3	14.50a	3.51b	12.0b
F-test	ns	**	**
CV (%)	7.9	24.8	24.2

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่มีตัวอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ.01 โดยวิธี LSD

## 1.2 คุณภาพเมล็ดพันธุ์

1.2.1 คุณภาพเมล็ดหลังจากการเกี่ยวนวด หลังจากเกี่ยวนวดนำเมล็ดพันธุ์ที่ได้มาตรวจสอบคุณภาพกรรมวิธีที่ 1 (การเก็บเกี่ยวด้วยแรงงาน นวดด้วยเครื่องนวดความเร็วรอบ 400 รอบ/นาที่) พบว่า เมล็ดมีความชื้น 7.5% ความงอก 81.43% ความบริสุทธิ์ 94.86% และความแข็งแรง 62.43% กรรมวิธีที่ 2 เก็บเกี่ยวด้วยเครื่องเกี่ยวนวดความเร็วรอบลูกนวด 395 รอบ/นาที่ พบว่า เมล็ดมีความชื้น 14.19% ความงอก 93.71% ความบริสุทธิ์ 96.71% และความแข็งแรง 57.71% กรรมวิธีที่ 3 เก็บเกี่ยวด้วยเครื่องเกี่ยวนวดความเร็วรอบลูกนวดน้อยกว่า 395 รอบ/นาที่ พบว่า เมล็ดมีความชื้น 14.01% ความงอก 92.71% ความบริสุทธิ์ 96.43% และความแข็งแรง 60.95% จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า คุณภาพเมล็ดหลังจากการเกี่ยวนวด ด้านเปอร์เซ็นต์ความชื้นทั้ง 3 กรรมวิธีมีความแตกต่างกันทางอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ด้านเปอร์เซ็นต์ความงอกพบว่าทั้ง 3 กรรมวิธีมีเปอร์เซ็นต์ความงอกแตกต่างกันทางอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ด้านเปอร์เซ็นต์ความบริสุทธิ์ พบว่าทั้ง 3 กรรมวิธีมีเปอร์เซ็นต์ความบริสุทธิ์แตกต่างกันทางอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และด้านเปอร์เซ็นต์ความแข็งแรงของเมล็ดพบว่าทั้ง 3 กรรมวิธีมีเปอร์เซ็นต์ความแข็งแรงของเมล็ดไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 คุณภาพเมล็ดหลังจากการเกี่ยวนวด

	คุณภาพเมล็ดหลังจากการเกี่ยวนวด			
	% ความชื้น	% ความงอก	% ความบริสุทธิ์	% ความแข็งแรง
กรรมวิธีที่ 1	7.51b	81.43b	94.86b	62.43
กรรมวิธีที่ 2	14.19a	93.71a	96.71a	57.71
กรรมวิธีที่ 3	14.01a	92.71a	96.43a	60.95
F-test	**	**	*	ns
CV (%)	10.0	3.6	1.3	16.7

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่มีตัวอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ .05 และ .01 โดยวิธี LSD

1.2.2 คุณภาพเมล็ดพันธุ์หลังปรับปรุงสภาพ หลังจากปรับปรุงสภาพเมล็ดพันธุ์ได้นำมาตรวจสอบคุณภาพ พบว่ากรรมวิธีที่ 1 (การเก็บเกี่ยวด้วยแรงงาน นวดด้วยเครื่องนวดความเร็วรอบ 400 รอบ/นาที่) พบว่า เมล็ดพันธุ์มีความชื้นเฉลี่ย 7.59% ความงอกเฉลี่ย 87.14% ความบริสุทธิ์เฉลี่ย 95.57% และความแข็งแรงเฉลี่ย 62.29% กรรมวิธีที่ 2 (การเก็บเกี่ยวด้วยเครื่องเกี่ยวนวดความเร็วรอบลูกนวด 395 รอบ/นาที่) พบว่า เมล็ดพันธุ์มีความชื้นเฉลี่ย 10.33% ความงอกเฉลี่ย 95.71% ความบริสุทธิ์เฉลี่ย 97.14% และความแข็งแรงเฉลี่ย 61.57% กรรมวิธีที่ 3 (การเก็บเกี่ยวด้วยเครื่องเกี่ยวนวดความเร็วรอบลูกนวดน้อยกว่า 395 รอบ/นาที่) พบว่า เมล็ดพันธุ์มีความชื้นเฉลี่ย 9.47% ความงอกเฉลี่ย 93.43% ความบริสุทธิ์เฉลี่ย 96.71% และความแข็งแรงเฉลี่ย 58.00% จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า คุณภาพเมล็ดพันธุ์หลังจากปรับปรุงสภาพ ด้านเปอร์เซ็นต์ความชื้นทั้ง 3 กรรมวิธีมีความแตกต่างกันทางอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01 ด้านเปอร์เซ็นต์ความงอกพบว่าทั้ง 3 กรรมวิธีมีเปอร์เซ็นต์ความงอกหลังจากปรับปรุงสภาพแตกต่างกันทางอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01 ด้านเปอร์เซ็นต์ความบริสุทธิ์ พบว่าทั้ง 3 กรรมวิธีมีเปอร์เซ็นต์ความบริสุทธิ์หลังจากปรับปรุงสภาพแตกต่างกันทางอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01 และด้านเปอร์เซ็นต์ความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์หลังจากปรับปรุงสภาพ พบว่าทั้ง 3 กรรมวิธีมีเปอร์เซ็นต์ความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 6 คุณภาพเมล็ดพันธุ์หลังปรับปรุงสภาพ

	คุณภาพเมล็ดพันธุ์ปรับปรุงสภาพ			
	% ความชื้น	% ความงอก	% ความบริสุทธิ์	% ความแข็งแรง
กรรมวิธีที่ 1	7.59c	87.14b	95.57b	62.29
กรรมวิธีที่ 2	10.33a	95.71a	97.14a	61.57
กรรมวิธีที่ 3	9.47b	93.43a	96.71a	58.00
F-test	**	**	**	ns
CV (%)	7.1	3.1	0.6	15.2

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่มีตัวอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ.01 โดยวิธี LSD

1.2.3 คุณภาพเมล็ดพันธุ์หลังเก็บรักษา คุณภาพเมล็ดพันธุ์หลังการเก็บรักษาเป็นเวลา 6 เดือน ทั้ง 3 กรรมวิธียังมีความงอกระหว่าง 62.29-65.00% ซึ่งในเดือนที่ 6 ของการเก็บรักษามีเพียงกรรมวิธีที่ 2 การเก็บเกี่ยวด้วยเครื่องเกี่ยวขนาดความเร็วรอบลูกนวด 395 รอบ/นาทีที่มีเปอร์เซ็นต์ความงอก 65.00 ตามมาตรฐานชั้นพันธุ์จำหน่าย ( $\geq 65\%$ ) สรุปได้ว่าเมื่อนำเมล็ดพันธุ์ที่ได้จากการเก็บเกี่ยวด้วยเครื่องเกี่ยวขนาดความเร็วรอบลูกนวด 395 รอบ/นาทีมา การเก็บรักษาเป็นเวลา 6 เดือนมีเปอร์เซ็นต์ความงอกที่ค่อยๆ ลดลงและยังรักษาคุณภาพตามมาตรฐานชั้นพันธุ์ (ตารางที่ 7)

ตารางที่ 7 คุณภาพเมล็ดพันธุ์หลังเก็บรักษา

	คุณภาพเมล็ดพันธุ์หลังการเก็บรักษา					
	1 เดือน	2 เดือน	3 เดือน	4 เดือน	5 เดือน	6 เดือน
กรรมวิธีที่ 1	81.43b	81.29b	77.57c	72.85b	72.86b	64.43a
กรรมวิธีที่ 2	93.71a	92.29a	88.71a	84.28a	81.00a	65.00a
กรรมวิธีที่ 3	92.71a	89.71a	83.86b	80.28a	77.10a	62.29a
F-test	**	**	**	**	**	ns
CV (%)	3.6	4.3	4.8	4.7	4.4	4.9

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่มีตัวอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ.01โดยวิธี LSD

2. ผลการทดลอง ชั้นที่ 2 (ปี 2564) ผลของวิธีการเก็บเกี่ยวผลผลิตด้วยเครื่องเกี่ยวขนาดต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองพันธุ์ เชียงใหม่ 60 ของเกษตรกรเครือข่ายผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์จังหวัดอุดรธานี ดำเนินการคัดเลือกเกษตรกรเครือข่ายผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์ของ ศูนย์วิจัยและพัฒนาเมล็ดพันธุ์พืชขอนแก่น จำนวน 10 รายๆ ละ 2 ไร่ ในพื้นที่ ต.หนอง อ้อ อ.หนองวัวซอ จ.อุดรธานีปลูกถั่วเหลืองพันธุ์ เชียงใหม่ 60 และเก็บเกี่ยวถั่วเหลืองด้วยเครื่องเกี่ยวขนาด คูโบต้า DC 70 ที่ความเร็วรอบลูกนวด 395 รอบ/นาที (ตามผลการทดลองชั้นที่ 1) โดยเก็บเกี่ยวผลผลิตในระยะฝักแก่เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล ร้อยละ 95 (R8) ผลการทดลอง ดังนี้

2.1 ผลผลิตและผลผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง องค์ประกอบผลผลิต และความสูง เก็บเกี่ยวผลผลิตถั่วเหลืองด้วยเครื่องเกี่ยวขนาดถั่วเหลือง คูโบต้า รุ่น DC 70 ที่ความเร็วรอบลูกนวด 395 รอบ/นาที โดยเก็บเกี่ยวผลผลิตในระยะฝักแก่เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล ร้อยละ 95 (R8) พบว่า ได้ผลผลิตเฉลี่ย 150.90 กิโลกรัม/ไร่ ผลผลิตเมล็ดพันธุ์ 134.09 กิโลกรัม/

ไร่ มีจำนวนต้นต่อไร่ เฉลี่ย 53,547 ต้น จำนวนกิ่ง/ต้น 1.62 กิ่ง จำนวนฝัก/ต้น 32.3 ฝัก จำนวนข้อ/ต้น 12.3 ข้อ ความสูงต้น 60.19 ซม. และความสูงข้อแรกที่ติดฝัก 12.72 ซม. และมีน้ำหนัก 100 เมล็ดเฉลี่ย 15.47 กรัม (ตารางที่ 8 และ 9)

**ตารางที่ 8** ผลผลิต (กิโลกรัม/ไร่) และผลผลิตเมล็ดพันธุ์ (กิโลกรัม/ไร่)

เกษตรกร	ผลผลิต กก./ไร่	ผลผลิตเมล็ดพันธุ์ กก./ไร่
นายสา ศรีโคตรอัน	143.5	129.2
นายคณิต แนวบุตร	144.9	131.1
นางอำนาจ แนวบุตร	142.5	126.2
นายอำนาจ แป้นเตี้ย	176.7	160.3
นายจีน พระชัย	145.1	129.9
นางบุญทอง สุภาเรือง	144.3	127.2
นายสมคิด แนวบุตร	155.4	136.9
นางประมิน เตาะไรสงค์	151.1	132.8
นายชัยสิทธิ์ อ่อนจันทร์	149.0	129.4
นางยุวดี ไชยสิทธิ์	156.5	138.0
<b>ค่าเฉลี่ย</b>	<b>150.9</b>	<b>134.1</b>

**ตารางที่ 9** องค์ประกอบผลผลิต

เกษตรกร	จำนวน ต้น/ไร่	ความสูงต้น (ซม.)	ความสูงข้อแรก ที่ติดฝัก (ซม.)	ข้อ/ต้น	กิ่ง/ต้น	จน. ฝัก/ ต้น	น้ำหนัก 100 เมล็ด(กรัม)
นายสา ศรีโคตรอัน	65,067	54.54	13.8	10.0	0.8	20.1	14.81
นายคณิต แนวบุตร	53,333	61.14	12.7	13.0	2.5	36.2	15.64
นางอำนาจ แนวบุตร	45,333	64.14	13.3	13.8	2.3	33.7	14.79
นายอำนาจ แป้นเตี้ย	57,067	70.76	13.2	12.4	1.5	31.3	13.08
นายจีน พระชัย	34,133	65.44	12.5	13.0	1.5	42.9	12.93
นางบุญทอง สุภาเรือง	59,200	54.42	13.1	10.0	0.7	21.5	21.98
นายสมคิด แนวบุตร	57,067	47.6	11.4	12.5	1.9	29.9	16.36
นางประมิน เตาะไรสงค์	36,267	59.28	12.2	11.6	1.4	26.7	15.00
นายชัยสิทธิ์ อ่อนจันทร์	68,800	51.04	10.9	13.0	1.2	37.3	15.19
นางยุวดี ไชยสิทธิ์	59,200	73.54	14.1	13.5	2.4	43.4	14.97
<b>ค่าเฉลี่ย</b>	<b>53,547</b>	<b>60.19</b>	<b>12.72</b>	<b>12.3</b>	<b>1.62</b>	<b>32.3</b>	<b>15.47</b>

2.2 การสูญเสียจากการเก็บเกี่ยว ความชื้นเมล็ดหลังการเกี่ยว นวด และการแตกร้าว จากการเก็บเกี่ยวด้วยเครื่องเกี่ยวนวดถั่วเหลือง คูโบต้า รุ่น DC 70 ที่ความเร็วรอบลูกนวด 395 รอบ/นาที มีอุณหภูมิขณะเก็บเกี่ยวเฉลี่ย 30.6 °C ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 68.6% (ตารางที่ 10) พบว่า มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียก่อนการใส่เครื่องเกี่ยวนวด 0.46% การสูญเสียหลังเกี่ยวนวด 5.96% เมล็ดแตกร้าว 10.4% โดยมีความชื้นขณะนวด 14.8% (ตารางที่ 11)

ตารางที่ 10 สภาพอากาศขณะเก็บเกี่ยว

เกษตรกร	วันเก็บเกี่ยว	สภาพอากาศขณะเก็บเกี่ยว	
		อุณหภูมิ c°	ความชื้นสัมพัทธ์%
นายสา ศรีโคตรอัน	4 เมษายน 2564	26	87
นายคณิต แนวนบุตร	26 เมษายน 2564	30	76
นางอำนวยการ แนวนบุตร	26 เมษายน 2564	32	63
นายอำนวยการ แป้นเตี้ย	26 เมษายน 2564	35	53
นายจิ้น พระชัย	28 เมษายน 2564	25	89
นางบุญทอง สุภาเรือง	3 เมษายน 2564	31	66
นายสมคิด แนวนบุตร	4 เมษายน 2564	33	61
นางประมิน เตาะไธสงค์	25 เมษายน 2564	32	60
นายชัยสิทธิ์ อ่อนจันทร์	23 เมษายน 2564	29	70
นางยุวดี ไชยสิทธิ์	23 เมษายน 2564	33	61
<b>ค่าเฉลี่ย</b>		30.6	68.6

ตารางที่ 11 การสูญเสียจากการเก็บเกี่ยว ความชื้นเมล็ดหลังการเกี่ยว นวด และการแตกั่ว

เกษตรกร	เครื่องเกี่ยวนวด คูโบต้า DC-70 ความเร็วรอบลูกนวด 395 รอบ/นาที				
	% สูญเสีย	ผลผลิต	% สูญเสีย	% แตกั่ว	% ความชื้น
	ก่อนเก็บเกี่ยว	(กก./ไร่)	หลังเก็บเกี่ยว		
นายสา ศรีโคตรอัน	0.10	143.52	4.44	10	14.7
นายคณิต แนวนบุตร	0.11	144.91	8.26	12	14.2
นางอำนวยการ แนวนบุตร	1.47	142.53	5.26	11	15.1
นายอำนวยการ แป้นเตี้ย	0.25	176.69	3.89	13	14.8
นายจิ้น พระชัย	0.27	145.09	7.99	9	16.2
นางบุญทอง สุภาเรือง	0.44	144.35	4.46	10	12.9
นายสมคิด แนวนบุตร	0.36	155.36	7.12	12	13.5
นางประมิน เตาะไธสงค์	0.40	151.07	4.32	10	15.4
นายชัยสิทธิ์ อ่อนจันทร์	0.66	148.99	7.10	9	15.5
นางยุวดี ไชยสิทธิ์	0.59	156.45	6.77	8	16.5
<b>ค่าเฉลี่ย</b>	0.46	150.9	5.96	10.4	14.88

2.3 คุณภาพเมล็ดพันธุ์หลังปรับปรุงสภาพเมล็ดพันธุ์ หลังจากปรับปรุงสภาพเมล็ดพันธุ์เมื่อนำมาตรวจสอบคุณภาพ พบว่า เมล็ดพันธุ์มีความชื้นเฉลี่ย 9.7% ความงอกเฉลี่ย 79% ความบริสุทธิ์เฉลี่ย 99.1% ความแข็งแรงเฉลี่ย 52% และมีความแตกั่ว 10.4% (ตารางที่ 12) เมื่อเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ที่ 0 1 2 3 4 และ 5 เดือน พบว่ามีผลความงอกเฉลี่ย 79 78 76 74 73 และ 70 ตามลำดับ (ตารางที่ 13)

ตารางที่ 12 คุณภาพเมล็ดพันธุ์หลังปรับปรุงสภาพเมล็ดพันธุ์

เกษตรกร	คุณภาพเมล็ดพันธุ์หลังปรับปรุงสภาพเมล็ดพันธุ์				
	% ความชื้น	% ความงอก	% ความบริสุทธิ์	% ความแข็งแรง	%ความแตกร้าว
นายสา ศรีโคตรอัน	9.3	82	98.5	56	10
นายคณิต แนวนบุตร	10.1	79	98.7	44	12
นางอำนาจ แนวนบุตร	9.8	80	99.2	54	11
นายอำนาจ แป้นเตี้ย	8.9	78	98.8	50	13
นายจีน พระชัย	10.2	83	99.5	58	9
นางบุญกอง สุภาเรือง	9.7	80	99.6	59	10
นายสมคิด แนวนบุตร	9.5	77	98.9	49	12
นางประมิน เตาะไธสงค์	10.3	80	99.7	53	10
นายชัยสิทธิ์ อ่อนจันทร์	9.8	79	98.7	45	9
นางยุวดี ไชยสิทธิ์	9.6	76	99.4	48	8
<b>เฉลี่ย</b>	<b>9.7</b>	<b>79</b>	<b>99.1</b>	<b>52</b>	<b>10.4</b>

ตารางที่ 13 คุณภาพความงอกเมล็ดพันธุ์หลังการเก็บรักษา 0 1 2 3 4 และ 5 เดือน

เกษตรกรที่ร่วมทดสอบ	% ความงอกเมล็ดพันธุ์หลังการเก็บรักษา (เดือน)					
	0	1	2	3	4	5
นายสา ศรีโคตรอัน	82	80	78	75	75	70
นายคณิต แนวนบุตร	79	76	75	73	73	69
นางอำนาจ แนวนบุตร	80	79	76	74	73	70
นายอำนาจ แป้นเตี้ย	78	77	75	72	70	68
นายจีน พระชัย	83	80	78	76	75	71
นางบุญกอง สุภาเรือง	80	78	76	75	74	70
นายสมคิด แนวนบุตร	77	75	74	72	70	69
นางประมิน เตาะไธสงค์	80	78	76	74	73	70
นายชัยสิทธิ์ อ่อนจันทร์	79	77	74	74	74	70
นางยุวดี ไชยสิทธิ์	76	75	75	73	72	68
<b>ค่าเฉลี่ย</b>	<b>79</b>	<b>78</b>	<b>76</b>	<b>74</b>	<b>73</b>	<b>70</b>

2.4 ประเมินความพึงพอใจของเกษตรกรต่อวิธีการเก็บเกี่ยวผลผลิตด้วยเครื่องเกี่ยวขนาดต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 (ตารางที่ 14) เมื่อประเมินความพึงพอใจของเกษตรกรต่อวิธีการเก็บเกี่ยวผลผลิตด้วยเครื่องเกี่ยวขนาดต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 จำนวน 10 ราย ประกอบด้วย 1) การทำแปลงผลิตเมล็ดพันธุ์ พบว่าเกษตรกรมีความพึงพอใจวิธีการคลุมเมล็ดพันธุ์ด้วยปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมก่อนปลูกระดับมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 20 และระดับมากที่สุดร้อยละ 80 การใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ/ตามค่าวิเคราะห์ดินมีความพึงพอใจระดับปานกลางร้อยละ 70 ระดับมากที่สุดร้อยละ 30 การใช้สารเคมีป้องกันกำจัดวัชพืชและแมลงมีความพึงพอใจระดับมากที่สุดร้อยละ 80 ระดับปานกลางร้อยละ 20 และการตรวจสอบพันธุ์ปนเกษตรกรมีความพึงพอใจ ระดับมากที่สุดร้อยละ 60

ระดับปานกลางร้อยละ 40 2) วิธีการเก็บเกี่ยวด้วยเครื่องเกี่ยวขนาด พบว่าเกษตรกรมีความพึงพอใจต่อการเก็บเกี่ยวด้วยความเร็วรอบลูกนวด 395 รอบ/นาที่ ระดับมากร้อยละ 70 ระดับปานกลางร้อยละ 30 เกษตรกรมีความพึงพอใจด้านประหยัดแรงงาน และเวลาในการเก็บเกี่ยวในระดับมากร้อยละ 100 เกษตรกรมีความพึงพอใจด้านสิ่งเจือปนที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์หลังเก็บเกี่ยวด้วยเครื่องเกี่ยวขนาดระดับมากร้อยละ 80 ระดับปานกลางร้อยละ 20 และเกษตรกรมีความพึงพอใจด้านการแตกหักของเมล็ดหลังเก็บเกี่ยวด้วยเครื่องเกี่ยวขนาดระดับปานกลางคิดเป็นร้อยละ 60 และระดับมากร้อยละ 40 3) ราคาจำหน่ายเมล็ดพันธุ์ เกษตรกรมีความพึงพอใจด้านราคาจำหน่ายเมล็ดพันธุ์ระดับปานกลางคิดเป็นร้อยละ 80 และระดับมากร้อยละ 20 4) ส่วนความคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่น ๆ เกษตรกรให้ข้อเสนอแนะดังนี้ (1) การใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินสามารถลดต้นทุน แต่ยุ่งยากในการผสม (2) การตรวจสอบพันธุ์ปุ่นมีความยุ่งยาก เนื่องจากต้องตรวจหลายระยะ ไม่มีเวลาตรวจคัด (3) การเก็บเกี่ยวด้วยเครื่องเกี่ยวขนาดที่มีความเร็วรอบลูกนวด 395 รอบ/นาที่ ทำให้เมล็ดแตกน้อยลง

**ตารางที่ 14** ความพึงพอใจของเกษตรกรต่อวิธีการเก็บเกี่ยวผลผลิตด้วยเครื่องเกี่ยวขนาดต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง เชียงใหม่ 60 ของเกษตรกรเครือข่ายผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์จังหวัดอุดรธานี

กิจกรรม	ความพึงพอใจ (%)				
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
<b>1. การทำแปลงผลิตเมล็ดพันธุ์</b>					
1.1 วิธีการคลุมเมล็ดพันธุ์ด้วยปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมก่อนปลูก				80	20
1.2 การใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำ/ตามค่าวิเคราะห์ดิน			70	30	
1.3 การใช้สารเคมีป้องกันกำจัดวัชพืชและแมลง			20	80	
1.4 การตรวจสอบพันธุ์ปุ่น			40	60	
<b>2. วิธีการเก็บเกี่ยวด้วยเครื่องเกี่ยวขนาด</b>					
2.1 เก็บเกี่ยวด้วยความเร็วรอบลูกนวด 395 รอบ/นาที่			30	70	
2.2 ประหยัดแรงงาน และเวลาในการเก็บเกี่ยว					100
2.3 มีสิ่งเจือปนที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์หลังเก็บเกี่ยวด้วยเครื่องเกี่ยวขนาด			20	80	
2.4 การแตกหักของเมล็ดหลังเก็บเกี่ยวด้วยเครื่องเกี่ยวขนาด			60	40	
<b>3. ราคาจำหน่ายเมล็ดพันธุ์</b>			80	20	
<b>4. ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะอื่น ๆ</b>					
1.การใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินสามารถลดต้นทุน แต่ยุ่งยากในการผสม					
2.การตรวจสอบพันธุ์ปุ่นมีความยุ่งยาก เนื่องจากต้องตรวจหลายระยะ ไม่มีเวลาตรวจคัด					
3.การเก็บเกี่ยวด้วยเครื่องเกี่ยวขนาดที่มีความเร็วรอบลูกนวด 395 รอบ/นาที่ ทำให้เมล็ดแตกน้อยลง					

### สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

จากการวิจัยนี้ สรุปผลได้ว่า การศึกษาผลของวิธีการเก็บเกี่ยวผลผลิตด้วยเครื่องเกี่ยวขนาดต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ของเกษตรกรเครือข่ายผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์จังหวัดอุดรธานี ปี 2563 เป็นการเปรียบเทียบวิธีการเก็บเกี่ยวถั่วเหลืองด้วยแรงงานคนและนวดด้วยเครื่องนวด และการเก็บเกี่ยวถั่วเหลืองด้วยเครื่องเกี่ยวขนาดที่มีความเร็วรอบลูกนวด 395 รอบต่อนาที่ และการเก็บเกี่ยวถั่วเหลืองด้วยเครื่องเกี่ยวขนาดที่มีความเร็วรอบลูกนวดน้อย



กว่า 395 รอบต่อนาที่เพื่อให้ได้เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่มีคุณภาพ ซึ่งผลการวิจัยพบว่าการเก็บเกี่ยวถั่วเหลืองด้วยเครื่องเกี่ยวนวดที่ความเร็วรอบสูงกว่ 395 รอบต่อนาที่มีประสิทธิภาพมากกว่าวิธีการเก็บเกี่ยวถั่วเหลืองด้วยแรงงานคนและนวดด้วยเครื่องนวด และเก็บเกี่ยวถั่วเหลืองด้วยเครื่องเกี่ยวนวดที่ความเร็วรอบสูงกว่ 395 รอบต่อนาที่แม้จะมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสีย (5.28) ที่สูงกว่ แต่ก็มึเปอร์เซ็นต์แตกร้าว น้อยกว่ เมื่อพิจารณาด้ำนคุณภาพเมล็ดพันธุ์หลังการเกี่ยวนวด หลังการปรับปรุงสภาพและหลังการเก็บรักษาเช่นความงอก ความบริสุทธิ์ พบว่ามีคุณภาพดีกว่าและหลังการเก็บรักษาไว้ 6 เดือนความงอกก็ยังคงอยู่ในมาตรฐานชั้นพันธุ์จำหน่าย (ความงอก  $\geq 65\%$ ) ด้านต้นทุนการผลิต พบว่าการใช้แรงงานคนจะมีต้นทุนที่สูงกว่การใช้เครื่องเกี่ยวนวด ปี 2564 ได้ดำเนินการในไร่เกษตรกร 10 ราย จากการเก็บเกี่ยวด้วยเครื่องเกี่ยวนวดถั่วเหลือง คูโบต้า รุ่น DC 70 ที่ความเร็วรอบสูงกว่ 395 รอบ/นาที่มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียหลังเกี่ยวนวด 5.96% เมล็ดแตกร้าว 10.4% แต่เมื่อสำรวจความพึงพอใจของเกษตรกรต่อการใช้เครื่องเกี่ยวนวดถั่วเหลือง เกษตรกรมีความพึงพอใจต่อการใช้เครื่องเกี่ยวนวดในระดับ พอใจมาก เนื่องจากสามารถลดปัญหาการขาดแคลนด้ำนแรงงานได้ สะดวกรวดเร็ว ลดความเสี่ยงจากความเสียหายที่อาจเกิดจากภัยธรรมชาติได้

### การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

เกษตรกรผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองในพื้นที่จังหวัดอุดรธานี และพื้นที่ใกล้เคียง สามารถนำเครื่องจักรกลการเกษตรที่เกษตรกรมีใช้ในพื้นที่ มาปรับใช้ให้ทันต่อสถานการณ์การใช้ของเกษตรกรเพื่อให้ระบบการผลิตมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล ลดแรงงานในกระบวนการผลิต และผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองเชิงพาณิชย์และเกิดความยั่งยืนและสามารถนำไปขยายผลต่อไป

### กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัย ขอขอบพระคุณ บริษัทสยามคูโบต้าคอร์ปอเรชั่น จำกัด (สาขาปทุมธานี) ที่ให้ความอนุเคราะห์รถเกี่ยวนวด คูโบต้า รุ่น DC-70 เพื่อใช้ในการวิจัย ขอขอบคุณเกษตรกร ตำบลหนองอ้อ อำเภอหนองวัวซอ จังหวัดอุดรธานี และคณะทำงานศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมขอนแก่น ที่ให้ความร่วมมือในการดำเนินงานแปลงผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง และให้ข้อเสนอแนะในการดำเนินการวิจัยครั้งนี้จนสำเร็จ

### เอกสารอ้างอิง

- สมาคมการค้าเมล็ดพันธุ์ไทย. (2555). แผนแม่บทยุทธศาสตร์ศูนย์กลางเมล็ดพันธุ์ พ.ศ.2558-2567. <https://waa.inter.nstda.or.th/stks/pub/2020/20200618-strategic-master-plan-seed-58-67.pdf>
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2559). สถิติการเกษตรของประเทศไทยปี 2559. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์
- ISTA. (2017). *International rules for seed testing*. International Seed Testing Association, Basesdorf

## การทดสอบประสิทธิภาพการควบคุมศัตรูคะน้าโดยชีววิธี ในระบบโรงเรือนจังหวัดขอนแก่น

### Biological Pest Control Efficiency Test of Chinese Kale Production in the Greenhouse System in Khon Kaen Province

ศิริลักษณ์ พุทธวงศ์<sup>1</sup>, ปภัสสร สีลารักษ์<sup>2</sup>, รพีพร ศรีสถิตย์<sup>2</sup> และ อรัญญ์ ขันติยวิชัย<sup>3</sup>  
Siriluk Buddhawong<sup>1</sup>, Papatsorn Seelarak<sup>2</sup>, Rapeepron Srisathit<sup>2</sup> and Aran Khantiyawit<sup>3</sup>

<sup>1</sup>ศูนย์วิจัยและพัฒนาเมล็ดพันธุ์พืชขอนแก่น, <sup>2</sup>สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 3 ขอนแก่น, <sup>3</sup>ศูนย์วิจัยและพัฒนาปัจจัยการผลิต  
ทางการเกษตรขอนแก่น

<sup>1</sup>Khon Kaen Seed Research and Development Center, <sup>2</sup>Agricultural Research and Development Region 3 Khon Kaen,

<sup>3</sup>Agricultural Production Science Research and Development Center

\*Corresponding author. Email: [siriluk9@gmail.com](mailto:siriluk9@gmail.com)

#### บทคัดย่อ

การทดสอบประสิทธิภาพการควบคุมศัตรูคะน้าโดยชีววิธีในระบบโรงเรือนจังหวัดขอนแก่น มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบการควบคุมศัตรูคะน้าโดยชีววิธีร่วมกับการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสาน เพื่อแก้ปัญหาการระบาดของโรคแมลงศัตรูคะน้า ลดการใช้สารเคมี และใช้จุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ทดแทน ดำเนินการในช่วงเดือนตุลาคม 2562 - กันยายน 2563 วิธีการทดลองเป็นการเปรียบเทียบ 2 กรรมวิธี ได้แก่ กรรมวิธีที่ 1 เป็นการใช้ชีววิธีร่วมกับการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสาน รายละเอียดดังนี้ การเตรียมวัสดุปลูกที่ผ่านการฆ่าเชื้อและใส่แมลงโดยการหมักหรืออบด้วยแสงอาทิตย์ ผสมเชื้อราไตรโคเดอร์มา ฮาร์เซียนัม ลงในวัสดุปลูกสัดส่วน 1:50 ก่อนย้ายปลูกพ่นไล่เดือนฝอยกำจัดแมลงอัตรา 600 ล้านตัวต่อน้ำ 20 ลิตรต่อพื้นที่ 10 ตารางเมตร เพาะกล้าในวัสดุเพาะพีทมอส อนุบาลต้นกล้าในโรงเรือน และย้ายปลูกเมื่อต้นกล้าอายุ 20 วัน ใส่ปุ๋ยสูตร AB หลังย้ายปลูก 20 วัน ใช้กับดักกาวเหนียวสีเหลืองจำนวน 4 กับดักต่อ 10 ตารางเมตรเพื่อดักจับแมลง พ่นสปอร์เชื้อรา *Beauveria bassiana* ควบคุมเพลี้ยอ่อน เพลี้ยไฟ และไร หากพบหนอนมีเชื้อ พ่นเชื้อ *Bacillus thuringiensis* สลับกับไล่เดือนฝอยสายพันธุ์ไทย หากพบโรคใบจุดและราน้ำค้าง พ่นไตรโคเดอร์มา ทุก 7 วัน กรรมวิธีที่ 2 เป็นการปฏิบัติเดิมของเกษตรกรที่ควบคุมการระบาดของแมลงศัตรูพืชและไร โดยใช้สารเคมีอะบาเมกติน ไฮเพอร์เมทริน คลอไพริฟอส คาร์บาริล 85% WP ทุก 5 วัน และเมตาแลกซิล + แมนโคเซบ (72% WP) อัตราตามฉลาก ทุก 5 วัน ผลการทดลองการจัดการศัตรูคะน้าในโรงเรือน พื้นที่ปลูก 10 ตารางเมตร พบว่า กรรมวิธีที่ 1 ทำให้มีศัตรูพืชระบาดน้อยกว่ากรรมวิธีที่ 2 โดยพบด้วงหมัดผัก 7.11 และ 10.03 เพลี้ยอ่อน 5.11 และ 12.67 และพบเพลี้ยไฟ 3.97 และ 7.87 ตามลำดับ กรรมวิธีที่ 1 มีผลผลิตต่อรอบการผลิตเฉลี่ย 12.80 กิโลกรัม สูงกว่ากรรมวิธีที่ 2 ที่มีผลผลิตเฉลี่ย 12.41 กิโลกรัม กรรมวิธีที่ 1 และกรรมวิธีที่ 2 มีต้นทุน 310 และ 350 บาท มีรายได้เฉลี่ย 1,024 และ 992.80 บาท ผลตอบแทน (กำไร) 714 และ 642.80 บาท ผลตอบแทนต่อหน่วยลงทุน (BCR) 2.30 และ 1.84 ตามลำดับ จากผลการทดลองสรุปได้ว่ากรรมวิธีการควบคุมศัตรูคะน้าโดยชีววิธีร่วมกับ

การจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสาน เป็นวิธีการที่เหมาะสมต่อการจัดการศัตรูคะน้ำในโรงเรือนได้ดีที่สุด เนื่องจากสามารถลดการระบาดของศัตรูพืชได้ มีผลผลิตคะน้ำสูงกว่า มีต้นทุนต่ำกว่า และให้ผลตอบแทนที่คุ้มค่าง่า นอกจากนี้ยังเป็นวิธีการที่ไม่ใช้สารเคมี ทำให้ได้ผลผลิตที่ปลอดภัยอีกด้วย

**คำสำคัญ:** คะน้ำ โรงเรือน การควบคุมศัตรูพืชโดยชีววิธี

### Abstract

The objective of the research the biological kale pest control efficiency test in greenhouse system in Khon Kaen Province that to develop kale pest control technology. And to solve the problem of kale pest infestation by reducing the use of chemicals and using beneficial microorganisms instead. And the transmission of biological pest control of kale in the greenhouse system. Implemented during 2020-October to 2021-September. The experimental method was a comparison of 2 methods: (1) the integrated pest management test method. Details are as follows, preparing fermented or solar-treated planting material before bringing it into the greenhouse. Mix 1:50 Trichoderma harzianum in the planting material. And spraying insecticide nematodes at the rate of 600 million per 20 liters of water per 10 square meters of area. Before transplanting, spray 600 million insecticide nematodes per 20 liters of water per 10 square meters area. Seedlings are grown in nursery trays using peat moss as material. Transplant when seedlings are 20 days. Apply liquid fertilizer 20 days after transplanting. Use 4 yellow sticky traps per 10 square meters to trap insects. Spore suspension of Beauveria bassiana is sprayed to control aphids, thrips and mites. Spray Bacillus thuringensis alternating with Thai nematode to control caterpillars. Spray Trichoderma spores every 7 days to control leaf spot and downy mildew disease. Method 2 is the original practice of farmers to control the infestation of insect pests and mites. Using the chemical abamectin Cypermethrin, chlorpyrifos, carbaryl 85% WP every 5 days and Metalaccil + Mancozeb (72% WP) labeled rate every 5 days. The results of the kale pest management experiment in greenhouses, planting area of 10 square meters, showed that method 1 had less infestation of pests than method 2. Such as, Vegetable flea beetles 7.11 and 10.03, aphids 5.11 and 12.67, and thrips 3.97 and 7.87, respectively. Method 1 had an average yield per production cycle of 12.80 kg, higher than that of Method 2 with an average yield of 12.41 kg. Method 1 and Method 2 have costs of 310 and 350 bahts, average income is 1,024 and 992.80 bahts, return (profit) 714 and 642.80 bahts, return per unit investment (BCR) 2.30 and 1.84, respectively. From the results of the experiment, it was concluded that the integrated pest management method It is the most suitable method for managing kale pests in greenhouses. Because it can reduce the infestation of pests. It has a higher yield of kale. Lower cost and provide a more cost-effective return. It is also a non-chemical method. Resulting in non-toxic produce as well.

**Key words:** Chinese kale, Greenhouse, Biological Pest Control

## บทนำ

จังหวัดขอนแก่นเป็นแหล่งเพาะปลูกคือน้ำแหล่งใหญ่เพื่อจำหน่ายให้ตลาดค้าส่งพืชผักและศูนย์กระจายสินค้าเพื่อกระจายสินค้าไปตามร้านค้าปลีกในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ปัจจุบันเกษตรกรมีการเพาะปลูกคือน้ำแบบกลางแจ้งหมุนเวียนกับพืชชนิดอื่นตลอดปี ทำให้เป็นแหล่งสะสมโรคและแมลงศัตรูพืชตลอดทั้งปี จากการสัมภาษณ์เกษตรกรโดยผู้วิจัยในปี 2558 พบว่า เกษตรกรประสบปัญหาศัตรูพืชระบาดในพื้นที่เพาะปลูกคือน้ำ ได้แก่ ดั้วหมัดผัก หนอนกระทู้ผัก หนอนใยผัก หนอนเจาะยอดกะหล่ำ หนอนเจาะลำต้น โรคราน้ำค้าง และโรคใบจุดวง เกษตรกรแก้ปัญหาศัตรูพืชโดยใช้สารเคมีอย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้ศัตรูพืชทนทานสารเคมี ไม่สามารถป้องกันกำจัดได้อย่างมีประสิทธิภาพ จนไม่สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ในที่สุด นอกจากนี้ยังพบปัญหาสารพิษตกค้างในผลผลิตพืชผักและในสิ่งแวดล้อมเพิ่มมากขึ้น การเพาะปลูกพืชผักในโรงเรือนกางมุ้งมีวัตถุประสงค์เพื่อควบคุมสภาพแวดล้อม และเพื่อให้ปลอดภัยจากโรคและแมลงศัตรูพืชต่างๆ ลดการใช้สารกำจัดศัตรูพืชที่เป็นอันตรายต่อมนุษย์ และสิ่งแวดล้อมซึ่งทำได้ยากหากปลูกนอกโรงเรือน (ธรรมศักดิ์ ของเกตุ, 2550) จากการสัมภาษณ์เกษตรกรที่มีการเพาะปลูกพืชผักในโรงเรือนจังหวัดขอนแก่น พบว่า การปลูกพืชในโรงเรือนช่วยลดแมลงศัตรูพืชที่มีขนาดใหญ่จำพวกผีเสื้อ แมลงปีกแข็งได้ แต่มักพบศัตรูพืชขนาดเล็ก เช่น ดั้วหมัดผัก เพลี้ยอ่อน เพลี้ยไฟ โรคใบจุด และโรคราน้ำค้าง การจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสาน (Integrate Pest Management) เป็นการเลือกใช้วิธีควบคุมศัตรูพืชวิธีการต่างๆ และนำมาใช้ร่วมกัน ผสมผสานกัน ให้ถูกต้อง ถูกเวลา เหมาะสมกับสถานการณ์ และสภาพพื้นที่ โดยใช้กลไกการควบคุมโดยศัตรูธรรมชาติ ใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่เหมาะสมกับศัตรูพืช เน้นความปลอดภัย เพื่อลดปริมาณศัตรูพืชในพื้นที่นั้น ลดความเสี่ยงต่อคน และระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อมให้น้อยที่สุด มีหลักปฏิบัติของการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสาน เริ่มจากการจัดการวัสดุปลูกสภาพพื้นที่ให้มีศัตรูพืชน้อยที่สุด การดูแลรักษาให้พืชแข็งแรง การควบคุมศัตรูพืชไม่ให้ระบาดถึงระดับเศรษฐกิจโดยการควบคุมโดยชีววิธีตลอดการเพาะปลูก หากมีศัตรูพืชระบาดเกินระดับเศรษฐกิจจึงใช้วิธีการควบคุมโดยใช้สารเคมี (กองกัญและสัตววิทยา, 2544) การจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสานสามารถควบคุมศัตรูพืชได้อย่างมีประสิทธิภาพมากกว่าการควบคุมโดยใช้วิธีใดวิธีหนึ่งเพียงอย่างเดียว (Sirada, Avisheh & Ranammukhaarachchi, 2014) การควบคุมศัตรูพืชโดยชีววิธีมีหลายวิธีสามารถนำมาใช้ในการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสานได้ (กลุ่มงานวิจัยการปราบศัตรูพืชทางชีวภาพ, 2544) จากประเด็นปัญหาดังที่กล่าวมาเป็นที่มาของการวิจัย มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบเปรียบเทียบวิธีการจัดการศัตรูคือน้ำแบบผสมผสาน กับวิธีการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่เป็นวิธีการเดิมของเกษตรกร เพื่อแก้ปัญหาการระบาดของโรคแมลงศัตรูคือน้ำจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์นำมาใช้ในการทดลอง ได้แก่ เชื้อราไตรโคเดอร์มา ฮาเซียนัม (ภาวนา ลิกขนานนท์ และคณะ, 2553) เชื้อราบิวเวอร์เรีย บาสเซียนา (Haiyang et.al., 2021) เชื้อแบคทีเรียบาซิลลัส ทูริงเจนซิส (สมชัย สูงศักดิ์ศรี และคณะ, 2555) ร่วมกับการใช้วัสดุปลูกที่ผ่านการหมักหรือกำจัดเชื้อโรคและแมลงในดิน และการอนุบาลต้นกล้าคือน้ำโรงเรือนให้แข็งแรงก่อนย้ายปลูก เพื่อให้เกษตรกรมีแนวทางการเพาะปลูกและจัดการศัตรูคือน้ำในโรงเรือนได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยลดการระบาดของศัตรูพืช ได้ผลผลิตสูงและปลอดภัยสารพิษ ลดต้นทุน มีรายได้และผลตอบแทนที่คุ้มค่ามากกว่าการใช้สารเคมี

### วิธีดำเนินการวิจัย

ดำเนินการวิจัยในโรงเรือนของเกษตรกรอำเภอเมือง และอำเภอดงขี้เหล็ก จังหวัดขอนแก่น ที่เป็นแหล่งเพาะปลูกคื่นห้าน้ำแดงของจังหวัด ดำเนินการในช่วงเดือนตุลาคม 2561 - กันยายน 2563 วิธีการทดลองเป็นการเปรียบเทียบ 2 กรรมวิธี รายละเอียดดังนี้

**กรรมวิธีที่ 1** เป็นการใช่วิธีร่วมกับการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสาน รายละเอียดดังนี้ การเตรียมวัสดุปลูกที่ผ่านการฆ่าเชื้อและใช้แมลงโดยการหมักหรืออบด้วยแสงอาทิตย์ (สุรชาติ คูอาริยะกุล และคณะ, 2557) โดยใช้ดินผสมปุ๋ยหมักเติมอากาศ จากนั้นผสมเชื้อราไตรโคเดอร์มา ฮาร์เซียนัม ลงในวัสดุปลูกสัดส่วน 1:50 (ภาวนา ลิกขานนท์ และคณะ, 2553) ก่อนย้ายปลูกพ่นไล่เดือนฝอยกำจัดแมลงอัตรา 600 ลิ้นตัวต่อน้ำ 20 ลิตรต่อพื้นที่ 10 ตารางเมตร เพาะกล้าในวัสดุเพาะพีทมอส อนุบาลต้นกล้าในโรงเรือน และย้ายปลูกเมื่อต้นกล้าอายุ 20 วัน ใส่ปุ๋ยสูตร AB หลังย้ายปลูก 20 วัน ใช้กับดักกาวเหนียวสีเหลือง จำนวน 4 กับดักต่อ 10 ตารางเมตรเพื่อกำจัดแมลง ฟันสปอร์เชื้อรา *Beauveria bassiana* ควบคุมเพลี้ยอ่อน เพลี้ยไฟ และไร หากพบหนอนผีเสื้อ พ่นเชื้อ *Bacillus thuringensis* สลับกับไล่เดือนฝอยสายพันธุ์ไทย หากพบโรคใบจุดและราน้ำค้าง พ่นไตรโคเดอร์มา ทุก 7 วัน

**กรรมวิธีที่ 2** เป็นการปฏิบัติเดิมของเกษตรกรที่ควบคุมการระบาดของแมลงศัตรูพืชและไร โดยใช้สารเคมีอะบาเมกติน ไซเปอร์เมทริน คลอไพริฟอส คาร์บาริล 85% WP ทุก 5 วัน และเมตาแลกซิล + แมนโคเซบ (72% WP) อัตราตามฉลาก ทุก 5 วัน การบันทึกวิธีการดูแลปฏิบัติระหว่างการผลิต เมื่อคื่นห้าน้ำแดงอายุ 35-40 วัน สุ่มตรวจการพบศัตรูพืชในแปลง ทดลองในโรงเรือนเกษตรกร จำนวน 17 ราย เมื่อคื่นห้าน้ำแดงอายุ 45 วัน ทำการบันทึกน้ำหนักและคุณภาพผลผลิตคื่นห้าน้ำแดงโดยการสุ่มเก็บผลผลิตจากแปลงทดลอง กรรมวิธีละ 10 ตารางเมตร บันทึกปัจจัยและต้นทุนการผลิต จากนั้นนำมาวิเคราะห์ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ

### ผลการวิจัยและอภิปรายผล

1. การจัดการศัตรูพืชในโรงเรือน จากการสำรวจศัตรูพืช และผลผลิต หลังการใช่วิธีควบคุมตามกรรมวิธีที่ 1 พบศัตรูพืชระบาดน้อยกว่ากรรมวิธีที่ 2 ดังนี้ พบด้วงหมัดผักเฉลี่ย 7.11 % และ 10.03 % เพลี้ยอ่อนเฉลี่ย 5.11% และ 12.67% และพบเพลี้ยไฟเฉลี่ย 3.97% และ 7.87% ตามลำดับ (ดังตารางที่ 1) จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่ากรรมวิธีที่ 1 การใช่วิธีร่วมกับการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสาน รายละเอียดดังนี้ การเตรียมวัสดุปลูกที่ผ่านการฆ่าเชื้อและใช้แมลงโดยการหมักหรืออบด้วยแสงอาทิตย์ โดยใช้ดินผสมปุ๋ยหมักเติมอากาศ จากนั้นผสมเชื้อราไตรโคเดอร์มา ฮาร์เซียนัม ลงในวัสดุปลูกสัดส่วน 1:50 ก่อนย้ายปลูกพ่นไล่เดือนฝอยกำจัดแมลงอัตรา 600 ลิ้นตัวต่อน้ำ 20 ลิตรต่อพื้นที่ 10 ตารางเมตร เพาะกล้าในวัสดุเพาะพีทมอส อนุบาลต้นกล้าในโรงเรือน และย้ายปลูกเมื่อต้นกล้าอายุ 20 วัน ใส่ปุ๋ยสูตร AB หลังย้ายปลูก 20 วัน ใช้กับดักกาวเหนียวสีเหลือง จำนวน 4 กับดักต่อ 10 ตารางเมตรเพื่อกำจัดแมลง ฟันสปอร์เชื้อรา *Beauveria bassiana* ควบคุมเพลี้ยอ่อน เพลี้ยไฟ และไร หากพบหนอนผีเสื้อ พ่นเชื้อ *Bacillus thuringensis* สลับกับไล่เดือนฝอยสายพันธุ์ไทย หากพบโรคใบจุดและราน้ำค้าง พ่นไตรโคเดอร์มา ทุก 7 วัน มีผลให้ศัตรูคื่นห้าน้ำแดงได้ดีกว่า กรรมวิธีที่ 2 ที่เป็นการควบคุมศัตรูพืชโดยใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช นอกจากนี้การสำรวจการระบาดของศัตรูพืชยังพบว่า โรคใบจุดวงและโรคราน้ำค้างเล็กน้อยไม่ถึงระดับเศรษฐกิจทำการกำจัดโดยการเด็ดใบออกไปทำลายนอกโรงเรือนก็เพียงพอแล้ว และพบหอยทากกรณีเกษตรกรรอบฆ่าเชื้อด้วยแสงอาทิตย์

ไม่เพียงพอโดยมักพบในฤดูฝน นอกจากนี้ ยังพบว่าการจัดการควบคุมศัตรูพืชตามกรรมวิธีที่ 2 พบศัตรูพืชระบาดจนไม่สามารถเก็บผลผลิตได้ในแปลงเกษตรกร 1 ราย

**ตารางที่ 1** ผลการสำรวจศัตรูพืชในแปลงปลูกคะน้าจากกรรมวิธีที่ 1 การจัดการศัตรูคะน้าแบบผสมผสานในโรงเรือน และกรรมวิธีที่ 2 การใช้สารเคมีควบคุมศัตรูคะน้าในโรงเรือน ปี 2563

เกษตรกร รายที่	ร้อยละการตรวจพบศัตรูพืชผักในโรงเรือนพื้นที่การสุ่ม 1 ตารางเมตร					
	ด้วงหมัดผัก		เพลี้ยอ่อน		เพลี้ยไฟ	
	กรรมวิธีที่ 1	กรรมวิธีที่ 2	กรรมวิธีที่ 1	กรรมวิธีที่ 2	กรรมวิธีที่ 1	กรรมวิธีที่ 2
1	5	6.32	6	8	4.66	8
2	3	5	0	8	0	0
3	2	5	0	4	0	0
4	5	5	0	2	2	8
5	5	5	0	2	0	6
6	3	5	0	2	3.2	6
7	5	6	8	10	4.66	6
8	5	6.6	8	8	2	4
9	2	6.32	0	8	2.8	6
10	2	8	0	8	4.66	6
11	2	2	8	8	0	0
12	2	2	0	10	0	2
13	3	5	0	4	2	2.8
14	5	5	0	8	0	4
15	5	6	8	8	4	4
16	5	6	0	8	3.8	4
17	5	6	8	8	2	4
<b>ค่าเฉลี่ย</b>	<b>7.11</b>	<b>10.03</b>	<b>5.11</b>	<b>12.67</b>	<b>3.97</b>	<b>7.87</b>

2. ผลผลิตคะน้า จากการเก็บข้อมูลผลผลิตพบว่า กรรมวิธีที่ 1 มีผลผลิตเฉลี่ย 12.80 กิโลกรัม/10 ตารางเมตร สูงกว่ากรรมวิธีที่ 2 มีผลผลิตเฉลี่ย 12.41 กิโลกรัม/10 ตารางเมตร ต่อ 1 รอบการผลิต (ดังตารางที่ 2) และหากปฏิบัติตามกรรมวิธีที่ 1 โดยการเพาะปลูกทั้งปี เกษตรกรสามารถปลูกคะน้าในโรงเรือนได้ตลอดทั้งปี ในขณะที่ไม่สามารถเพาะปลูกนอกโรงเรือนได้ในฤดูฝน และการเพาะกล้าในสภาพเพาะก่อนปลูกนอกจากจะช่วยให้ต้นกล้าแข็งแรงปลอดศัตรูพืชแล้ว ยังสามารถลดระยะเวลาการปลูกในแปลงลงได้ จาก 45 วันเหลือ 25-30 วัน เมื่อเทียบกับวิธีการหว่านเมล็ดลงในแปลงโดยตรง ต้องใช้เวลา 45 วัน ทำให้เกษตรกรสามารถปลูกคะน้าในโรงเรือนได้ต่อเนื่องถึง 10 -12 ครั้งต่อปี โดยใช้วิธีการปรับปรุงบำรุงดินผสมปุ๋ยหมักกับไตรโคเดอร์มา ใส่เดือนพฤษภาคมจัดแมลง และเชื้อบีทีเพื่อควบคุมศัตรูพืชในดินก่อนปลูก โดยไม่ต้องพักแปลง และหากเกษตรกรปลูกคะน้าทั้งปีโดยปฏิบัติตามวิธีทดสอบ จะทำให้มีผลผลิตรวมทั้งปีคิดเป็น 156.30 กิโลกรัมต่อ 10 ตารางเมตร

ตารางที่ 2 ผลผลิตค่น้ำจากกรรมวิธีที่ 1 การจัดการศัตรูค่น้ำแบบผสมผสานในโรงเรือน และกรรมวิธีที่ 2 การใช้สารเคมีควบคุมศัตรูค่น้ำในโรงเรือน ปี 2563

เกษตรกรรายที่	ผลผลิตค่น้ำ(กิโลกรัม/10 ตารางเมตร)	
	กรรมวิธีที่ 1	กรรมวิธีที่ 2
1	18.50	18.00
2	11.25	10.50
3	7.25	8.00
4	8.50	7.55
5	10.50	10.05
6	16.00	15.80
7	8.50	8.00
8	8.25	6.50
9	7.25	7.25
10	8.50	8.00
11	12.50	12.25
12	12.25	12.00
13	18.00	15.85
14	15.50	15.25
15	14.00	16.00
16	18.25	18.00
17	22.50	22.00
<b>ค่าเฉลี่ย</b>	<b>12.80</b>	<b>12.41</b>

3. ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ จากการบันทึกปัจจัยและต้นทุนการผลิตเปรียบเทียบทั้งสองกรรมวิธี จากนั้นทำการวิเคราะห์ต้นทุนการผลิต และผลตอบแทนทางเศรษฐกิจต่อพื้นที่ 10 ตารางเมตร พบว่า กรรมวิธีทดสอบและกรรมวิธีเกษตรกรมีต้นทุน 310 และ 350 บาท มีรายได้เฉลี่ย 1,024 และ 992.80 บาท ผลตอบแทน (กำไร) 714 และ 642.80 บาท ผลตอบแทนต่อหน่วยลงทุน (BCR) 2.30 และ 1.84 ตามลำดับ (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 รายได้และผลตอบแทนค่น้ำจากกรรมวิธีทดสอบปลูกในโรงเรือน และกรรมวิธีเกษตรกร พื้นที่ 10 ตารางเมตร ต่อ 1 รอบการเพาะปลูก ปี 2563

รายการ	กรรมวิธีทดสอบ	กรรมวิธีเกษตรกร
ต้นทุนการเพาะปลูกค่น้ำในโรงเรือน		
1 เมล็ดพันธุ์	20	20
2 เพาะกล้า	10	10
3 วัสดุปลูก (ใช้ได้ 4 รอบเพาะปลูก)	50	50
4 ปุ๋ย		
ปุ๋ยหมัก	50	50

รายการ	กรรมวิธีทดสอบ	กรรมวิธีเกษตรกร
ปุ๋ยเคมี	50	50
ปุ๋ยทางใบ	50	50
5 วัสดุป้องกันกำจัดศัตรูพืช		
กับดักกาวเหนียว	15	-
แมลงหางหนีบ	10	-
ไตรโคเดอร์มา	25	-
บาซิลลัส ทูริงเจนซิส	10	-
ค่าสารเคมีและแรงงานป้องกันกำจัดศัตรูพืช	-	100
6 น้ำ/ไฟฟ้า	20	20
รวมต้นทุน	310.00	350.00
รายได้ (ผลผลิต x ราคา 80 บาท/กก.)	1,024.00	992.80
ผลตอบแทน (กำไร)	714.00	642.80
BCR	2.30	1.84



ภาพที่ 1 สภาพแปลงปลูกคะน้าในโรงเรือนของเกษตรกร อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น ในปี พ.ศ. 2562  
ก่อนการทดสอบเทคโนโลยีการจัดการศัตรูคะน้า



ภาพที่ 2 แปลงปลูกและผลผลิตคะน้าโดยใช้กรรมวิธีการควบคุมศัตรูคะน้าโดยชีววิธีในโรงเรือนของเกษตรกร  
อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น ในปี พ.ศ. 2563





ภาพที่ 3 แปลงปลูกคะน้ากรรมวิธีการใช้สารเคมีในโรงเรือนของเกษตรกร อำเภอพล จังหวัดขอนแก่น  
ในปี พ.ศ. 2563



ภาพที่ 4 แปลงปลูกและผลผลิตคะน้าโดยใช้กรรมวิธีการควบคุมศัตรูคะน้าโดยชีววิธีในโรงเรือนของเกษตรกร  
อำเภอพล จังหวัดขอนแก่น ในปี พ.ศ. 2563

### สรุปผล

จากผลการทดลองสรุปได้ว่ากรรมวิธีการควบคุมศัตรูคะน้าโดยชีววิธีร่วมกับการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสาน เป็นวิธีการที่เหมาะสมต่อการจัดการศัตรูคะน้าในโรงเรือนได้ดีที่สุด เนื่องจากสามารถลดการระบาดของศัตรูพืชได้ มีผลผลิตคะน้าสูงกว่า มีต้นทุนต่ำกว่า และให้ผลตอบแทนที่คุ้มค่ากว่า นอกจากนี้ยังเป็นวิธีการที่ไม่ใช้สารเคมี ทำให้ได้ผลผลิตที่ปลอดภัยอีกด้วย เทคโนโลยีการควบคุมศัตรูคะน้าโดยชีววิธีในระบบโรงเรือน สรุปได้ดังนี้ วิธีการจัดการแบบผสมผสานวิธีการจัดการหลายวิธีร่วมกัน เริ่มจากการเตรียมวัสดุปลูกเป็นขุยมะพร้าวและปุ๋ยหมักเติมอากาศฆ่าเชื้อและฆ่าแมลงโดยการหมักหรืออบด้วยแสงอาทิตย์ เพาะกล้าในวัสดุเพาะที่ผสมฮอน อุนบาลต้นกล้าในโรงเรือน และย้ายปลูกเมื่อต้นกล้าอายุ 20 วัน ให้น้ำวันละ 1 ครั้ง เมื่อคะน้าอายุ 15 วันหลังย้ายปลูก ใส่ปุ๋ย AB 1 ครั้ง โดยการปล่อยทางระบบน้ำหยด ใช้กับดักกาวเหนียวสีเหลือง จำนวน 1 กับดัก/20 ตารางเมตร เพื่อดักแมลงและพยากรณ์การระบาดของแมลง หากพบหนอนผีเสื้อฟั่นเชื้อ *Bacillus thuringensis* หากพบโรคใบจุด โรคราน้ำค้าง ให้เก็บใบออกไปทำลายนอกโรงเรือนแล้วพ่นเชื้อราไตรโคเดอร์มา ทุก 3-5 วัน การเพาะกล้าในถาดเพาะก่อนย้ายปลูก นอกจากช่วยให้ต้นกล้าสมบูรณ์แข็งแรงแล้ว ยังช่วยลดระยะเวลาการปลูกคะน้าในแปลงโรงเรือนได้จากที่ปลูกแบบ

หว่านเมล็ดจะต้องใช้เวลา 45 – 55 วัน แต่หากเพาะกล้าไว้ก่อนจะช่วยให้สามารถเก็บผลผลิตได้เร็วขึ้นเมื่อคะน้ำเห็ดหอมอายุ 25-30 วันหลังย้ายปลูก ทำให้สามารถปลูกคะน้ำในโรงเรือนได้ตลอดทั้งปี รวม 10 รอบการผลิต

ต้นทุนการผลิตและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจต่อพื้นที่ 10 ตารางเมตร มีต้นทุน 310 บาท มีรายได้ 1,024 บาท ผลตอบแทน 714 บาท ผลตอบแทนต่อหน่วยลงทุน (BCR) 2.30 หากปลูกคะน้ำต่อเนื่องทั้งปี รวม 10 รอบการผลิต จะมีต้นทุน 3,100 บาท มีรายได้ 10,240 บาท ผลตอบแทน 7,140 บาท และหากปลูกทั้งปี 10 รอบการผลิต ในโรงเรือนขนาด 12 x 30 เมตร หรือ 360 ตารางเมตร วางโต๊ะปลูกได้ 144 ตารางเมตร จะมีต้นทุน 44,640 บาท มีรายได้ 147,456 บาท ผลตอบแทน 102,816 บาท

ข้อเสนอแนะควรมีการทดสอบการควบคุมศัตรูพืชโดยชีววิธีในระบบโรงเรือนเพาะปลูกคะน้ำและพืชผักชนิดอื่นที่เป็นโรงเรือนขนาดใหญ่ และควรศึกษาหรือพัฒนาเครื่องมือหรือเครื่องจักรที่ลดการใช้แรงงาน เพื่อเป็นต้นแบบการจัดการศัตรูพืชร่วมกับการควบคุมโดยชีววิธี ที่เหมาะสมต่อการผลิตพืชผักเพื่อการบริโภคและการผลิตเมล็ดพันธุ์เชิงการค้า

### กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์วิจัยและนวัตกรรม ที่สนับสนุนงบประมาณในการทำวิจัย และเกษตรกรผู้ร่วมวิจัยและสนับสนุนโรงเรือนทดลองในครั้งนี้

### เอกสารอ้างอิง

กลุ่มงานวิจัยการปราบศัตรูพืชทางชีวภาพ. (2544). *การควบคุมแมลงศัตรูพืชโดยชีววิธีเพื่อการเกษตรยั่งยืน*. กองกิจและสัตววิทยากรมวิชาการเกษตร.

ธรรมศักดิ์ ทองเกต. (2550). *การปลูกพืชผักในโรงเรือน*. เท็กซ์ แอนด์ เจอร์นัล พับลิเคชั่น.

ภาวนา ลิกขนานนท์, สุปรานี มั่นหมาย, ศิริลักษณ์ แก้วสุรลิขิต และ ฐปัทมา พิเนตรเสถียร. (2553). *การผลิตปุ๋ยอินทรีย์โดยการเพิ่มจุลินทรีย์เพื่อเสริมสร้างความแข็งแรงแก่พืช* ใน ผลการปฏิบัติงานประจำปีงบประมาณ 2553. กลุ่มปฐพีวิทยา สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร.

สมชัย สุวงศ์ศักดิ์ศรี, อิศเรศ เทียนทัด และ ภัทรพร สรรพอนุเคราะห์. (2555). *รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2555 สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร*.

สุรชาติ คูอาริยะกุล, ปฏิพัทธ์ ใจปิ่น, วัชรพล บำเพ็ญอยู่, วิมล แก้วสีดา และ สุธามาศ ณ น่าน. (2557). *การอบดินด้วยแสงอาทิตย์และการคลุมเคล้าดินด้วยผักกาดเขียวเพื่อกำจัดโรคเหี่ยวที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรียของขิงในแปลงปลูก*. รายงานผลงานเรื่องเต็มโครงการสิ้นสุดปี 2557 กรมวิชาการเกษตร. <https://www.doa.go.th/research/attachment.php?aid=2444>.

Haiyang Wang, Hui Peng, Wenjuan Li, Peng Cheng & Maoqing Gong. (2021). The Toxins of *Beauveria bassiana* and the Strategies to Improve Their Virulence to Insects. *Microbiological Chemistry and Geomicrobiology*. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2021.705343>.

Sirada Timprasert, Avishex Datta & Ranammukhaarachchi, S. L. (2014). Factors Determining adoption of Intregrated Pest Management by Vegetable Grower in Nakhon Ratchasima Province, Thailand. *Crop Protection*, 62, 32-39.

## ผลของภาชนะบรรจุเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงแบบกะเทาะเปลือกต่อคุณภาพ ของเมล็ดพันธุ์ในสภาพการเก็บรักษา

Effect of shelled peanut seed containers on seed quality  
under storage conditions

เปรมจิตต์ ถิ่นคำ<sup>1</sup>, วิมลรัตน์ ดำขำ<sup>1</sup>, ศิริลักษณ์ พุทธวงศ์<sup>1</sup>, กาญจนา มหาเวทย์สกุล<sup>1</sup>,  
สิทธิพงษ์ ศรีสว่างวงศ์<sup>1</sup> และ ภาคภูมิ ถิ่นคำ<sup>2</sup>

Premjit Thinkum<sup>1</sup>, Wimolrat Dumkhum<sup>1</sup>, Siriluk Buddhawong<sup>1</sup>, Kanchana Mahawetsakul<sup>1</sup>,  
Sitthipong Srisawangwong<sup>1</sup> and Parkpoom Thinkum<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ศูนย์วิจัยและพัฒนาเมล็ดพันธุ์พืชขอนแก่น, <sup>2</sup>ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น

<sup>1</sup>Khon Kaen Seed Research and Development Center, <sup>2</sup>Khon Kaen Field Crops Research Center

Email: zodiac.scor1@gmail.com

### บทคัดย่อ

การศึกษาผลของภาชนะบรรจุเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงแบบกะเทาะเปลือกต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ในสภาพการเก็บรักษา โดยเก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน ซึ่งทำการทดสอบทุก ๆ 2 เดือน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อหาภาชนะบรรจุและวิธีการเก็บรักษาที่เหมาะสม พบว่า การเก็บรักษาในสภาพไม่ควบคุมอุณหภูมิ และควบคุมอุณหภูมิที่  $20 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นของเมล็ดพันธุ์ ไม่มีความแตกต่างกันในทุก ๆ ภาชนะบรรจุ เปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ พบว่า การเก็บรักษาในสภาพไม่ควบคุมอุณหภูมิ การเก็บรักษาในถุงพลาสติกแบบไม่สุญญากาศ มีเปอร์เซ็นต์ความงอกสูงที่สุด คือ 84% รองลงมา คือ การเก็บรักษาถุงพลาสติกแบบสุญญากาศ ถุงฟอยล์แบบสุญญากาศ และถุงฟอยล์แบบไม่สุญญากาศ โดยมีเปอร์เซ็นต์ความงอก 80, 74 และ 65 ตามลำดับ แต่ในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิที่  $20 \pm 2$  องศาเซลเซียส โดยเก็บในถุงพลาสติกแบบไม่สุญญากาศมีความงอกสูงที่สุด คือ 83% รองลงมา คือ การเก็บรักษาถุงพลาสติกแบบสุญญากาศ ถุงฟอยล์แบบสุญญากาศ และถุงฟอยล์แบบไม่สุญญากาศ โดยมีเปอร์เซ็นต์ความงอก 78, 75 และ 67 ตามลำดับ ในด้านความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ทำการทดสอบโดยวิธีความเร็วในการงอก พบว่า การเก็บรักษาในสภาพไม่ควบคุมอุณหภูมิและความชื้น ในการเก็บที่ภาชนะถุงพลาสติกแบบไม่สุญญากาศ มีความเร็วในการงอกเฉลี่ยสูงที่สุด 7.8 ต้นต่อวัน

**คำสำคัญ:** เมล็ดพันธุ์ ภาชนะบรรจุ สภาพการเก็บรักษา คุณภาพของเมล็ดพันธุ์ เมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงแบบกะเทาะเปลือก

### Abstract

The study on the effect of hulled peanut seed containers on seed quality under storage conditions which were kept for 12 months and tested every 2 months. This study aims to find the suitable container and suitable storage method. It was found that the storage under non-temperature control and temperature control at  $20\pm 2^{\circ}\text{C}$  gave no different in seed moisture of all containers. The storage under non-temperature control and non-vacuum plastic bag gave the highest germination percentage at 84%, follow by the storage by using vacuum plastic bag, vacuum aluminum foil bag and non-vacuum aluminum foil bag which germination percentage were 80, 74 and 65%, respectively. However, the storage under temperature control at  $20\pm 2^{\circ}\text{C}$  and non-vacuum plastic bag gave the highest germination percentage at 83%, follow by the storage by using vacuum plastic bag, vacuum aluminum foil bag and non-vacuum aluminum foil bag which germination percentage were 78, 75 and 67%, respectively. Seed vigor was tested by measure the germination speed. It was found that the storage under non-temperature and non-moisture control gave the highest germination speed at 7.8 plants/day.

**Keywords:** Seed, container, storage condition, seed quality, shelled peanut seed

### บทนำ

ถั่วลิสง (*Arachis hypogaea* L.) เป็นพืชตระกูลถั่วที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทย ถั่วลิสงจัดเป็นพืชที่นิยมปลูกกันมากในระบบเกษตรของประเทศไทย เพราะมีอายุการเก็บเกี่ยวค่อนข้างสั้นเกษตรกรสามารถเลือกปลูกได้หลายฤดู (สมจินตนาและคณะ, 2542) ประโยชน์ของถั่วลิสงที่สำคัญคือใช้เมล็ดเป็นอาหารและสกัดน้ำมัน มีคุณค่าทางโภชนาการสูงเป็นแหล่งสารอาหารโปรตีนและไขมัน เมล็ดถั่วลิสงแห้งประกอบด้วยน้ำมันร้อยละ 45-55 ซึ่งมีปริมาณสูงกว่าพืชตระกูลถั่วชนิดอื่น ๆ และมีโปรตีนร้อยละ 25-26 (ยุภาวรรณ ทาระศรี และ คณะ, 2546) ถั่วลิสงสามารถปลูกได้ทั่วประเทศ สามารถเจริญเติบโตได้ดีในดินร่วน หรือดินร่วนปนทราย ปลูกได้ทั้งในฤดูฝน และฤดูแล้ง พันธุ์ถั่วลิสงที่หน่วยงานราชการรับรองและส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกทั่วไปแบ่งได้ 2 ประเภท คือ พันธุ์เพื่อบริโภคฝักสด ได้แก่ พันธุ์ สข 38, กาทิพนธ์ 2, ขอนแก่น 60-2 และขอนแก่น 4 และถั่วลิสงเพื่อผลิตเมล็ดแห้ง ได้แก่ พันธุ์ไทนาน 9, ขอนแก่น 5, ขอนแก่น 60-1 และขอนแก่น 60-3 (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2561) ถั่วลิสงนอกจากจะเป็นพืชอาหารโปรตีนสูง ยังบำรุงดินได้อย่างดี รวมทั้งเป็นพืชเสริมรายได้แก่เกษตรกรในระบบการปลูกพืชหมุนเวียน (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2557) สำหรับความต้องการใช้ถั่วลิสงภายในประเทศ พบว่า มีการขยายตัวของอุตสาหกรรมการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เพิ่มขึ้น ทำให้มีความต้องการใช้ถั่วลิสงสูงถึงปีละ 100,000 ตัน เป็นผลทำให้ผลผลิตไม่เพียงพอกับความต้องการใช้ จึงมีการนำเข้าจากต่างประเทศ โดยในปี 2553 มีการนำเข้าถั่วลิสงและผลิตภัณฑ์ รวม 56,935 ตัน คิดเป็นมูลค่า 1,595.7 ล้านบาท ปริมาณนำเข้าสูงถึง 50 เปอร์เซ็นต์ของความ ต้องการใช้ ส่วนการส่งออกในปี 2554 มีการส่งออกถั่วลิสงปรุงแต่ง เมล็ด ฝักแห้งและน้ำมัน รวม 3,827 ตัน คิดเป็นมูลค่า 490.3 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2554) จากการศึกษาปัญหาการผลิตถั่วลิสง พบว่า ปัญหาที่สำคัญที่สุด คือ การขาดแคลนเมล็ดพันธุ์ที่ดี เนื่องจากเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงเป็นพืชที่มีน้ำมันในเมล็ดสูง จึงทำให้ไม่

สามารถเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ในสภาพที่ไม่ได้ควบคุมอุณหภูมิ และความชื้นไว้นานข้ามปีได้ และอีกทั้งจำเป็นต้องเก็บรักษาในรูปแบบแห้ง ซึ่งเกษตรกรต้องเสียเวลาในการจัดการกะเทาะเปลือกถั่วลิสง และจำเป็นต้องใช้สถานที่เก็บรักษาค่อนข้างมาก จึงทำการศึกษารักษาเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงในรูปแบบการกะเทาะเปลือกในภาชนะต่าง ๆ และในสภาพต่าง ๆ ให้มีคุณภาพเหมาะสำหรับการเป็นเมล็ดพันธุ์ที่ดี

## วิธีดำเนินการวิจัย

### 1. อุปกรณ์

- เมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงพันธุ์ขอนแก่น 84-8 ที่มีความชื้นไม่เกิน 10 เปอร์เซ็นต์
- เครื่องกะเทาะเมล็ดพันธุ์แบบล้อยาง
- ภาชนะบรรจุ ถุงพลาสติกแบบสุญญากาศและไม่สุญญากาศ
- ภาชนะบรรจุ ถุงฟอยล์แบบสุญญากาศและไม่สุญญากาศ
- สภาพการเก็บรักษา

2. วิธีการ ทำการวางแผนการทดลองแบบ Split Plot in CRD จำนวน 4 ซ้ำ ประกอบด้วย 1) ปัจจัยหลัก (Main plot) คือ ภาชนะบรรจุ มี 4 แบบ ได้แก่ (1) ถุงพลาสติกแบบสุญญากาศ (Vacuum Bag: LDPE ขนาด 24 x 36 เซนติเมตร) (2) ถุงพลาสติกแบบไม่สุญญากาศ (Non Vacuum Bag: LDPE ขนาด 24 x 36 เซนติเมตร) (3) ถุงฟอยล์แบบสุญญากาศ (ขนาด 24 x 36 เซนติเมตร) และ (4) ถุงฟอยล์แบบไม่สุญญากาศ (ขนาด 24 x 36 เซนติเมตร) 2) ปัจจัยรอง (Sub plot) คือ ระยะเวลาในการเก็บรักษา ได้แก่ 2, 4, 6, 8, 10 และ 12 เดือน โดยเก็บรักษาใน 2 สภาพการเก็บรักษา คือ (1) ไม่ควบคุมอุณหภูมิและความชื้น และ (2) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ  $20 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 50 – 60 เปอร์เซ็นต์

### 3. วิธีปฏิบัติการทดลอง

3.1 ดำเนินการทดสอบความงอกของเมล็ดพันธุ์ก่อนการเก็บรักษา โดยวิธีตรวจสอบคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ตามมาตรฐานของสมาคมเมล็ดพันธุ์สากล (ISTA, 2018) โดยวิธีการเพาะทราย ซึ่งใช้เมล็ดพันธุ์จำนวน 4 ซ้ำ ซ้ำละ 100 เมล็ด ในห้องเพาะความงอกที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 16 ชั่วโมง และอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 8 ชั่วโมง ตรวจนับความงอกครั้งแรก (Frist count) 5 วันหลังเพาะ และนับครั้งสุดท้าย (Final count) 10 วันหลังเพาะ ทำการประเมินต้นอ่อน และทำการบันทึกข้อมูลการประเมิน ดังนี้ 1) ต้นอ่อนปกติ (Normal Seedling) 2) ต้นอ่อนผิดปกติ (Abnormal Seedling) 3) เมล็ดแข็ง (Hard Seed) 4) เมล็ดสด (Fresh Seed) และ 5) เมล็ดตาย (Dead Seed)

3.2 หาความชื้นเมล็ดพันธุ์ โดยตรวจสอบคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ตามมาตรฐานของสมาคมเมล็ดพันธุ์สากล (ISTA, 2018) ด้วยวิธีอบลมร้อน โดยใช้เมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงมาตัดให้มีขนาดเล็ก ไม่เกิน 7 มิลลิเมตร บรรจุในกระป๋องอลูมิเนียม ชั่งน้ำหนักก่อนนำไปอบ แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 103 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 17 ชั่วโมง แล้วคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความชื้น ดังนี้

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความชื้นในเมล็ดพันธุ์} = \frac{M2 - M3}{M2 - M1} \times 100$$

โดยที่ M1 คือ น้ำหนักกระป๋องและฝาปิด

M2 คือ น้ำหนักเมล็ดพร้อมกระป๋องและฝาปิดก่อนอบ

M3 คือ น้ำหนักเมล็ดพร้อมกระป๋องและฝาปิดหลังอบ

3.3 หาความแข็งแรงของถั่วลิสง ทดสอบโดยวิธีการวัดความเร็วในการงอกของเมล็ดพันธุ์ พันธุ์โดยอาศัยหลักการที่ว่าเมล็ดพันธุ์ที่มีความแข็งแรงสูงจะงอกได้เร็วกว่าเมล็ดพันธุ์ที่มีความแข็งแรงต่ำ โดยนำเมล็ดพันธุ์ที่ต้องการตรวจสอบมาเพาะแล้วนับจำนวนเมล็ดที่งอกทุกวันแล้วนำมาคำนวณหาความเร็วในการงอกตามสูตร ดังนี้

$$\text{ความเร็วในการงอก} = \frac{\text{จำนวนต้นกล้าปกติ} + \dots + \dots + \text{จำนวนต้นกล้าปกติ}}{\text{นับวันที่ 1} \quad \quad \quad \text{นับวันสุดท้าย}}$$

3.4 ทำการบรรจุเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงกะเทาะเปลือกด้วยเครื่องกะเทาะเมล็ดถั่วลิสงแบบล้ออย่าง ลงในภาชนะบรรจุต่าง ๆ และเก็บรักษาไว้ในอุณหภูมิที่กำหนด และเก็บรักษาไว้เป็นเวลา 12 เดือน แล้วทำการทดสอบ หาเปอร์เซ็นต์ความงอก ความชื้น และความแข็งแรงทุก ๆ 2 เดือน

#### 4. การบันทึกข้อมูล

4.1 เก็บข้อมูลคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ก่อนการเก็บรักษา ได้แก่ ความงอก ความชื้น และความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ โดยใช้วิธีหาความเร็วในการงอก

4.2 เก็บข้อมูลคุณภาพของเมล็ดพันธุ์หลังการเก็บรักษา ได้แก่ ความงอก ความชื้น และความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ โดยใช้วิธีหาความเร็วในการงอก ทุก ๆ 2 เดือน เป็นเวลา 12 เดือน

4.3 เก็บข้อมูลอุณหภูมิ และความชื้น ทั้ง 2 สภาพการเก็บรักษา โดยใช้ Data logger

4.4 เวลาและสถานที่ เริ่ม ตุลาคม 2562 ถึง กันยายน 2564 ห้องปฏิบัติการตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาเมล็ดพันธุ์พืชขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น

#### ผลการทดลอง

จากการศึกษาผลของภาชนะบรรจุเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงแบบกะเทาะเปลือกต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ในสภาพการเก็บรักษา ซึ่งทำการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 12 เดือน และทำการทดสอบคุณภาพทุก ๆ 2 เดือน โดยเก็บข้อมูลก่อนการเก็บรักษา พบว่า เมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงที่ทำการกะเทาะเปลือก มีความงอก 71% ความชื้น 4.7% และความแข็งแรง โดยวิธีการวัดความเร็วในการงอก 6 ต้นต่อวัน (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 แสดงคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงกะเทาะเปลือกก่อนการเก็บรักษา

พันธุ์	ความชื้นเฉลี่ย (%)	ความงอกมาตรฐานเฉลี่ย (%)	ความเร็วในการงอกเฉลี่ย (ต้นต่อวัน)
ถั่วลิสงพันธุ์ขอนแก่น 84-8	4.7	71	6

ผลจากการทดลอง หลังจากเก็บรักษาในสภาพการเก็บรักษาไม่ควบคุมอุณหภูมิ และความชื้น พบว่า ความงอกมาตรฐานของเมล็ดพันธุ์มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยการเก็บรักษาในภาชนะถุงพลาสติกแบบสุญญากาศนาน 4 เดือน มีความงอกมาตรฐานสูงสุดอยู่ที่ 91% รองลงมา 6 เดือน มีความงอกมาตรฐาน 80% และเมื่อเก็บรักษานาน 8 เดือน ทำให้มีความงอกมาตรฐานต่ำที่สุด คือ 70% การเก็บรักษาในภาชนะถุงพลาสติกแบบไม่สุญญากาศนาน 4 เดือน มีความงอกมาตรฐานสูงสุดอยู่ที่ 93% ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติกับ

การเก็บรักษานาน 12 เดือน โดยมีความงอกมาตรฐาน 90% การเก็บรักษาในภาชนะถุงพอยล์แบบสุญญากาศนาน 4 เดือน มีความงอกมาตรฐานสูงสุดอยู่ที่ 86% รองลงมา 6 เดือน มีความงอกมาตรฐาน 77% และเมื่อเก็บรักษานาน 8 เดือน ทำให้มีความงอกมาตรฐานต่ำที่สุด คือ 51% การเก็บรักษาในภาชนะถุงพอยล์แบบไม่สุญญากาศนาน 12 เดือน มีความงอกมาตรฐานสูงสุดอยู่ที่ 82% รองลงมา 4 เดือน มีความงอกมาตรฐาน 73% และเมื่อเก็บรักษานาน 6 เดือน ทำให้มีความงอกมาตรฐานต่ำที่สุด คือ 50% (ตารางที่ 2)

**ตารางที่ 2** แสดงความงอกของเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงแบบกะเทาะเปลือกที่เก็บรักษาในภาชนะต่าง ๆ เป็นเวลา 12 เดือน โดยเก็บรักษาในสภาพไม่ควบคุมอุณหภูมิและความชื้น

ภาชนะในการเก็บรักษา	เก็บรักษาในสภาพไม่ควบคุมอุณหภูมิ และความชื้น						เฉลี่ย (%)
	2 เดือน	4 เดือน	6 เดือน	8 เดือน	10 เดือน	12 เดือน	
ถุงพลาสติกแบบสุญญากาศ	80 bc AB	91 a A	80 a AB	70 a B	78 ab AB	79 ab AB	80
ถุงพลาสติกแบบไม่สุญญากาศ	93 a A	93 a A	79 a AB	67 a B	84 a AB	90 a A	84
ถุงพอยล์แบบสุญญากาศ	86 ab A	86 a A	77 a A	51 b B	74 ab A	73 b A	74
ถุงพอยล์แบบไม่สุญญากาศ	70 c A	73 b A	50 b B	51 b B	67 b AB	82 ab A	65
เฉลี่ย (%)	82	86	71	60	76	81	
C.V. A (%)							9.25
C.V. B (%)							11.41

**หมายเหตุ:** ค่าเฉลี่ยในแนวตั้ง (a, b, c, d) หรือในแนวนอน (A, B, C, D) Treatment คู่ใดกำกับด้วยอักษรที่เหมือนกัน แสดงว่า ไม่มี ความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เปรียบเทียบโดยวิธี DMRT

ความชื้นของเมล็ดพันธุ์ มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยการเก็บรักษาใน ภาชนะถุงพลาสติกแบบสุญญากาศนาน 2 เดือน มีความชื้นต่ำสุดอยู่ที่ 4.58% รองลงมา 4 เดือน มีความชื้น 4.65% และเมื่อเก็บรักษานาน 6 เดือน ทำให้มีความชื้นสูงที่สุด คือ 7.00% การเก็บรักษาในภาชนะถุงพลาสติกแบบไม่ สุญญากาศนาน 4 เดือน มีความชื้นต่ำที่สุดคือ 4.80% และเมื่อเก็บรักษานาน 6 เดือน ทำให้มีความชื้นสูงที่สุด คือ 6.83% การเก็บรักษาในภาชนะถุงพอยล์แบบสุญญากาศนาน 2 เดือน มีความชื้นต่ำสุดอยู่ที่ 4.68% รองลงมา 4 เดือน มีความชื้น 4.85% และเมื่อเก็บรักษานาน 6 เดือน ทำให้มีความชื้นสูงที่สุด คือ 7.60% การเก็บรักษาในภาชนะ ถุงพอยล์แบบไม่สุญญากาศนาน 4 เดือน มีความชื้นต่ำสุดอยู่ที่ 4.60% รองลงมา 10 เดือน มีความชื้น 4.83% และ เมื่อเก็บรักษานาน 6 เดือน ทำให้มีความชื้นสูงที่สุด คือ 6.83% (ตารางที่ 3)

**ตารางที่ 3** แสดงความชื้นของเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงแบบกะเทาะเปลือกที่เก็บรักษาในภาชนะต่าง ๆ เป็นเวลา 12 เดือน โดยเก็บรักษาในสภาพไม่ควบคุมอุณหภูมิและความชื้น

ภาชนะในการเก็บรักษา	เก็บรักษาในสภาพไม่ควบคุมอุณหภูมิ และความชื้น						เฉลี่ย (%)
	2 เดือน	4 เดือน	6 เดือน	8 เดือน	10 เดือน	12 เดือน	
ถุงพลาสติกแบบสุญญากาศ	4.58 b C	4.65 a C	7.00 b A	5.50 a B	5.03 a BC	4.98 a BC	5.29
ถุงพลาสติกแบบไม่สุญญากาศ	4.88 ab BC	4.80 a C	6.83 b A	5.43 a B	5.00 a BC	5.08 a BC	5.33
ถุงพอยล์แบบสุญญากาศ	4.68 b C	4.85 a C	7.60 a A	5.53 a B	4.80 a C	5.03 a BC	5.41
ถุงพอยล์แบบไม่สุญญากาศ	5.13 a BC	4.60 a C	6.83 b A	5.45 a B	4.83 a C	5.00 a BC	5.30



ภาชนะในการเก็บรักษา	เก็บรักษาในสภาพไม่ควบคุมอุณหภูมิ และความชื้น						เฉลี่ย (%)
	2 เดือน	4 เดือน	6 เดือน	8 เดือน	10 เดือน	12 เดือน	
เฉลี่ย (%)	4.81	4.73	7.06	5.48	4.91	5.02	
C.V. A (%)							5.24
C.V. B (%)							5.43

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยในแนวตั้ง (a, b, c, d) หรือในแนวนอน (A, B, C, D) Treatment คู่ใดกำกับด้วยอักษรที่เหมือนกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เปรียบเทียบโดยวิธี DMRT

ความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์โดยวิธีวัดความเร็วในการงอก มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างยิ่ง ที่ระดับความเชื่อมั่น 99% โดยการเก็บรักษาในภาชนะถุงพลาสติกแบบสุญญากาศนาน 12 เดือน มีความเร็วในการงอกสูงที่สุดอยู่ที่ 10 ต้นต่อวัน รองลงมา 4 เดือน มีความเร็วในการงอก 9.3 ต้นต่อวันและเก็บรักษานาน 10 เดือน ทำให้มีความเร็วในการงอกต่ำที่สุด คือ 5.5 ต้นต่อวัน การเก็บรักษาในภาชนะถุงพลาสติกแบบไม่สุญญากาศนาน 12 เดือน มีความเร็วในการงอกสูงที่สุดอยู่ที่ 12.5 ต้นต่อวัน รองลงมา 4 เดือน มีความเร็วในการงอก 9.5 ต้นต่อวัน และเก็บรักษานาน 2 เดือน ทำให้มีความเร็วในการงอกต่ำที่สุด คือ 5.5 ต้นต่อวัน การเก็บรักษาในภาชนะถุงพอยด์แบบสุญญากาศนาน 12 เดือน มีความเร็วในการงอกสูงที่สุดอยู่ที่ 10 ต้นต่อวัน รองลงมา 4 เดือน มีความเร็วในการงอก 8.8 ต้นต่อวัน และเก็บรักษานาน 8 เดือน ทำให้มีความเร็วในการงอกต่ำที่สุด คือ 5.3 ต้นต่อวัน การเก็บรักษาในภาชนะถุงพอยด์แบบไม่สุญญากาศนาน 12 เดือน มีความเร็วในการงอกสูงที่สุดอยู่ที่ 11.5 ต้นต่อวัน รองลงมา 4 เดือน มีความเร็วในการงอก 7.0 ต้นต่อวัน และเก็บรักษานาน 6 เดือน ทำให้มีความเร็วในการงอกต่ำที่สุด คือ 3.5 ต้นต่อวัน (ตารางที่ 6) และผลจากการทดลอง หลังจากเก็บรักษา ในสภาพการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ  $20 \pm 2$  องศาเซลเซียส และความชื้น 50-60% พบว่า ความงอกมาตรฐานของเมล็ดพันธุ์ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยการเก็บรักษาในภาชนะถุงพลาสติกแบบไม่สุญญากาศนาน 12 เดือน มีความงอกมาตรฐานสูงสุดอยู่ที่ 92% รองลงมา การเก็บรักษาในภาชนะถุงพอยด์แบบสุญญากาศนาน 4 เดือน มีความงอกมาตรฐาน 89% และการเก็บรักษาในภาชนะถุงพอยด์แบบไม่สุญญากาศนาน 8 เดือน มีความงอกมาตรฐานต่ำที่สุด คือ 40% (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 แสดงความงอกของเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงแบบกะเพาะเปลือกที่เก็บรักษาในภาชนะต่าง ๆ เป็นเวลา 12 เดือน โดยเก็บรักษาที่อุณหภูมิ  $20 \pm 2$  องศาเซลเซียส และความชื้น 50-60 เปอร์เซ็นต์

ภาชนะในการเก็บรักษา	เก็บรักษาที่อุณหภูมิ $20 \pm 2$ องศาเซลเซียส และความชื้น 50-60%						เฉลี่ย (%)
	2 เดือน	4 เดือน	6 เดือน	8 เดือน	10 เดือน	12 เดือน	
ถุงพลาสติกแบบสุญญากาศ	83	84	74	57	81	88	78 b
ถุงพลาสติกแบบไม่สุญญากาศ	88	91	80	70	79	92	83 a
ถุงพอยด์แบบสุญญากาศ	72	89	74	62	69	82	75 b
ถุงพอยด์แบบไม่สุญญากาศ	67	81	51	40	81	81	67 c
เฉลี่ย (%)	77 AB	86 A	70 B	57 C	77 AB	86 A	
C.V. A (%)							8.68
C.V. B (%)							14.41

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยในแนวตั้ง (a, b, c, d) หรือในแนวนอน (A, B, C, D) Treatment คู่ใดกำกับด้วยอักษรที่เหมือนกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เปรียบเทียบโดย วิธี DMRT

ความชื้นของเมล็ดพันธุ์ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยการเก็บรักษาในภาชนะถุงพลาสติกแบบไม่สุญญากาศนาน 2 เดือน มีความชื้นต่ำสุดอยู่ที่ 4.35% รองลงมาการเก็บรักษาในภาชนะถุงพอยล์แบบไม่สุญญากาศ 2 เดือน มีความชื้น 4.38% และการเก็บรักษาในภาชนะถุงพลาสติกแบบสุญญากาศ นาน 6 เดือน มีความชื้นสูงที่สุดคือ 6.48% (ตารางที่ 5)

**ตารางที่ 5** แสดงความชื้นของเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงแบบกะเทาะเปลือกที่เก็บรักษาในภาชนะต่าง ๆ เป็นเวลา 12 เดือน โดยเก็บรักษาที่อุณหภูมิ  $20 \pm 2$  องศาเซลเซียส และความชื้น 50-60%

ภาชนะในการเก็บรักษา	เก็บรักษาที่อุณหภูมิ $20 \pm 2$ องศาเซลเซียส และความชื้น 50-60 %						เฉลี่ย (%)
	2 เดือน	4 เดือน	6 เดือน	8 เดือน	10 เดือน	12 เดือน	
ถุงพลาสติกแบบสุญญากาศ	4.53	4.78	6.48	5.55	5.00	5.18	5.25 a
ถุงพลาสติกแบบไม่สุญญากาศ	4.35	4.68	6.03	5.48	4.95	5.10	5.10 b
ถุงพอยล์แบบสุญญากาศ	4.43	4.80	6.45	5.33	4.75	5.10	5.14 b
ถุงพอยล์แบบไม่สุญญากาศ	4.38	4.75	6.33	5.35	4.95	4.95	5.12 b
เฉลี่ย (%)	4.42 E	4.75 D	6.32 A	5.42 B	4.91 CD	5.08 C	
C.V. A (%)							2.74
C.V. B (%)							3.78

**หมายเหตุ:** ค่าเฉลี่ยในแนวตั้ง (a, b, c, d) หรือในแนวนอน (A, B, C, D) Treatment คู่ใดกำกับด้วยอักษรที่เหมือนกัน แสดงว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เปรียบเทียบโดยวิธี DMRT

ความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์โดยวิธีวัดความเร็วในการงอก ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยการเก็บรักษาในทุก ๆ ภาชนะบรรจุนาน 12 เดือน มีความเร็วในการงอกสูง ซึ่งภาชนะถุงพลาสติกแบบไม่สุญญากาศ มีความเร็วในการงอกสูงที่สุดอยู่ที่ 12.5 ต้นต่อวัน รองลงมาภาชนะถุงพลาสติกแบบสุญญากาศ มีความเร็วในการงอก 12.0 ต้นต่อวัน และเก็บรักษาภาชนะถุงพอยล์แบบไม่สุญญากาศนาน 6 เดือน ทำให้มีความเร็วในการงอกต่ำที่สุดคือ 3.0 ต้นต่อวัน (ตารางที่ 6)

**ตารางที่ 6** แสดงความแข็งแรงโดยวิธีวัดความเร็วในการงอกของเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงแบบกะเทาะเปลือก ที่เก็บรักษาในภาชนะต่าง ๆ เป็นเวลา 12 เดือน โดยเก็บรักษาที่อุณหภูมิ  $20 \pm 2$  องศาเซลเซียส และความชื้น 50-60%

ภาชนะในการเก็บรักษา	เก็บรักษาที่อุณหภูมิ $20 \pm 2$ องศาเซลเซียส และความชื้น 50-60%						เฉลี่ย (ต้นต่อวัน)
	2 เดือน	4 เดือน	6 เดือน	8 เดือน	10 เดือน	12 เดือน	
ถุงพลาสติกแบบสุญญากาศ	6.3	8.5	6.0	5.8	5.8	12.0	7.4 a
ถุงพลาสติกแบบไม่สุญญากาศ	5.3	8.8	6.3	7.0	5.8	12.5	7.6 a
ถุงพอยล์แบบสุญญากาศ	4.8	9.0	5.5	6.0	5.3	10.8	6.9 b
ถุงพอยล์แบบไม่สุญญากาศ	3.8	8.3	3.0	4.0	5.8	11.5	6.0 c
เฉลี่ย (%)	5.0 C	8.6 B	5.2 C	5.7 C	5.6 C	11.7 A	
C.V. A (%)							11.12
C.V. B (%)							16.83

**หมายเหตุ:** ค่าเฉลี่ยในแนวตั้ง (a, b, c, d) หรือในแนวนอน (A, B, C, D) Treatment คู่ใดกำกับด้วยอักษรที่เหมือนกัน แสดงว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เปรียบเทียบโดยวิธี DMRT

### สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

จากการวิจัยนี้ สรุปผลได้ว่า การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ  $20 \pm 2$  องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ 50-60 % นาน 12 เดือน ในถุงพลาสติกแบบไม่สุญญากาศมีความงอกเฉลี่ยสูงสุด 83% และความแข็งแรงโดยวิธีหาความเร็วในการงอกสูงสุดเฉลี่ย 7.6 ต้นต่อวัน การเก็บรักษาในสภาพไม่ควบคุมอุณหภูมิ และความชื้น นาน 12 เดือน ในถุงพลาสติกไม่สุญญากาศ มีความงอกสูงสุดที่ 84% และความแข็งแรงโดยวิธีหาความเร็วในการงอกสูงสุดเฉลี่ย 7.8 ต้นต่อวัน และความชื้นในทุกภาชนะบรรจุ และในทุก ๆ สภาพการเก็บรักษาไม่มีความแตกต่างกัน

### การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง และเกษตรกรสามารถนำผลงานนี้ไปใช้ประโยชน์ ในการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงในรูปแบบอื่นๆได้ และเป็นารเก็บรักษาโดยเป็นการประหยัดพื้นที่เก็บรักษา และง่ายต่อการเก็บรักษากลุ่มเป้าหมายคือ หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง และเกษตรกรผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสง

### กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัย ขอขอบพระคุณ ที่มงานศูนย์วิจัยและพัฒนาเมล็ดพันธุ์พืชขอนแก่น ทุกๆท่าน ที่ให้ความร่วมมือ และช่วยให้การดำเนินงานวิจัยในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี และขอขอบคุณศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น ที่อนุเคราะห์ เมล็ดพันธุ์ ถั่วลิสง พันธุ์ 84-8 และให้ข้อเสนอแนะในการดำเนินการวิจัยครั้งนี้จนสำเร็จ

### เอกสารอ้างอิง

- กรมส่งเสริมการเกษตร. (2561). การปลูกถั่วลิสง: เอกสารคำแนะนำที่ 3/2557. กรมส่งเสริมการเกษตร.
- ยุภาวรรณ ทาระศรี, พรทวิ พิมม่วงค์ และพจนัย หล้ามูลษา. (2546). ถั่วลิสง. มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2554). สถิติการค้าสินค้าเกษตรไทยกับต่างประเทศ ปี 2553. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2557). สารสนเทศเศรษฐกิจการเกษตรรายสินค้า. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร.

## ผลของการใช้ปุ๋ยหมักมูลหนอนไหมต่อฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระและปริมาณ สารประกอบฟีนอลิกรวมของกะเพรา (*Ocimum tenuiflorum* L.)

### Effect of Silkworm Dropping Compost on Antioxidant Activity and Total Phenolic Content of Holy Basil (*Ocimum tenuiflorum* L.)

วรรณรัช เผือกราชพลี<sup>1</sup> กษิติเดช อ่อนศรี<sup>1\*</sup> กัญตนา หลอดทองกลาง<sup>1</sup>  
เกศินี ศรีปฐมกุล<sup>1</sup> ธนัชยา เกณฑ์ขุนทด<sup>1</sup> อภิเดช เอเมี่ยม<sup>1</sup> และ อรพรรณ หัสรังค์<sup>2</sup>  
Wannarat Pueakratchaplee<sup>1</sup>, Kasideth Onsri<sup>1\*</sup>, Kantana Lodthonglang<sup>1</sup>,  
Kesinee Sripathomkul<sup>1</sup>, Tanatya Kenkhunthod<sup>1</sup>, Aphidet Emeam<sup>1</sup> and Orapan Hussarang<sup>2</sup>

<sup>1</sup>คณะนวัตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยรังสิต, <sup>2</sup>คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

<sup>1</sup>Faculty of Agricultural Innovation, Rangsit University, <sup>2</sup>Faculty of Agricultural Technology, Rambhai Barni Rajabhat  
University

\*Corresponding author. Email: kasideth.o@rsu.ac.th

#### บทคัดย่อ

กะเพราเป็นผักสวนครัวที่นิยมปลูกและบริโภคกันมาก แต่ในการผลิตยังมีต้นทุนสูงจากการใช้ปุ๋ยเคมีในการเพาะปลูก การใช้ปุ๋ยหมักทดแทนเป็นทางเลือกหนึ่งที่จะช่วยลดต้นทุนได้ การศึกษานี้จึงมีเป้าหมายที่จะศึกษาการใช้ปุ๋ยหมักจากมูลหนอนไหมซึ่งเป็นของเหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมการผลิตไหม โดยมีวัตถุประสงค์ในการศึกษาระดับความเข้มข้นของปุ๋ยหมักมูลหนอนไหมต่อฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระและปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมของกะเพรา วางแผนการทดลองแบบสุ่มบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design; RCBD) ประกอบด้วย 5 กรรมวิธีทดลอง ได้แก่ การใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 ปริมาณ 10 กรัม/กระถาง (SDC0) เป็นปัจจัยควบคุม และการใส่ปุ๋ยหมักมูลหนอนไหมปริมาณ 10 (SDW10) 20 (SDW20) 30 (SDW30) และ 40 (SDW40) กรัม/กระถาง ตามลำดับ จำนวน 10 ซ้ำ ซ้ำละ 1 กระถาง ให้ปุ๋ยโดยการใส่และพรวนลงในวัสดุปลูก ทุกสัปดาห์ สัปดาห์ละ 1 ครั้ง เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ก่อนเก็บเกี่ยว บันทึกผลการทดลองฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและสารประกอบฟีนอลิกรวม ผลการทดลองพบว่าต้นกะเพราที่ได้รับปุ๋ยหมักมูลหนอนไหมปริมาณ 30 กรัม/กระถาง มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและสารประกอบฟีนอลิกรวมมากที่สุดไม่แตกต่างกับการได้รับปุ๋ยหมักมูลหนอนไหม 40 กรัม/กระถาง โดยมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่ 62.19% และสารประกอบฟีนอลิกรวม 23.15 กรัม<sub>GAE</sub>/ลิตร ตามลำดับ การให้ปุ๋ยหมักมูลหนอนไหมปริมาณ 30 กรัม/กระถาง จึงเหมาะสมที่สุดเนื่องจากประหยัดต้นทุนด้านปุ๋ยหมักมากกว่า

**คำสำคัญ:** กะเพรา มูลหนอนไหม ปุ๋ยหมัก ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ สารประกอบฟีนอลิก

### Abstract

Holy basil is a popular vegetable for planting and consumption. There is a high production cost cause of chemical fertilizers. We can use the compost substitutes for lower costs. This study aimed to use the compost from silkworm dropping, which is a waste from the silk manufacturing industry. The objectives of this experiment were to study the concentration of silkworm dropping compost on antioxidant activity and total phenolic compounds of holy basil. The experiment was designed by Randomized complete block design (RCBD) which in 5 treatments, namely 10 grams/pot of 15-15-15 chemical fertilizer application (SDC0) as a control factor and 10 (SDW10) 20 (SDW20) 30 (SDW30) and 40 (SDW40) grams/ pot, respectively, for 10 repetitions in each treatment (1 pot per 1 repetition). The treatments were applied once a week for 4 weeks. Recorded experimental results of antioxidant activity and total phenolic compounds. The results showed that 30 grams/pot of silkworm dropping compost had the highest antioxidant activity and total phenolic compounds, non significantly with 40 grams/pot. That showed antioxidant activity at 62.19% and total phenolic compounds were 23.15 g<sub>GAE</sub>/L, respectively. Silkworm dropping compost at 30 grams/pot was optimal as compost cost was safer.

**Keywords:** Holy basil, Silkworm Dropping, Compost, Antioxidant Activity, Total Phenolic Content

### บทนำ

กะเพรา (*Ocimum tenuiflorum* L.) เป็นผักสวนครัวที่นิยมปลูกและบริโภคกันมาก ใบทั้งสองด้านมีขนมาก โดยเฉพาะส่วนยอด เนื้อใบบาง ใบรูปร่างรีหรือรีขอบขนาน กว้าง 1-2.5 เซนติเมตร ยาว 2-4.5 เซนติเมตร ปลายใบและโคนใบอาจแหลมหรือมน ขอบใบค่อนข้างหยัก ใบและยอดรสเผ็ดร้อนมีกลิ่นหอม ใบสดมีน้ำมันหอมระเหยอยู่ซึ่งประกอบด้วยลินาลูล (Linalool) และเมทิลชาวิคอล (Methyl Chavicol) มีสรรพคุณตามตำรายาไทย คือ ใช้ใบและยอด ลดอาการท้องอืด ท้องเฟ้อ ขับลม แก้ปวดท้อง บำรุงธาตุ แก้อาการจุกเสียดท้อง (กรมแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือก, 2564) จากการศึกษา อานนท์ เขียวคำ และคณะ (2557) ที่ศึกษากิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระและสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของน้ำมันหอมระเหยกะเพราที่ได้จากการกลั่นด้วยน้ำ พบว่า น้ำมันหอมระเหยของกะเพราสดที่สกัดด้วยน้ำมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและสารประกอบฟีนอลิกรวมมีค่ามากกว่าน้ำมันหอมระเหยของกะเพราทางการค้า เป็นที่ทราบกันดีถึงประโยชน์อันมากมายของกะเพราทั้งสรรพคุณในการรักษาโรคหลายชนิด รวมถึงสมบัติในการ ต้านอนุมูลอิสระ ซึ่งในกะเพราพบสารต้านอนุมูลอิสระหลายชนิด ดังนั้นการบริโภคกะเพราเป็นประจำจะมีคุณประโยชน์ต่อร่างกาย สามารถต้านอนุมูลอิสระและป้องกันการเกิดโรคร้ายต่างๆ ได้ (สุกัญญา เขียวสะอาด, 2555)

การปลูกหม่อนเลี้ยงไหมของชุมชนบ้านพญาราม ตำบลเพ็ญราม อำเภอเมือง จังหวัดสุรินทร์ ซึ่งมีพื้นที่ในการปลูกหม่อนและเลี้ยงไหม มากกว่า 175 ไร่ จึงทำให้มีมูลหม่อนไหมเหลือทิ้งประมาณ 2 ตันต่อปี (วิรินทร์นิภา แก้วสอน และคณะ, 2563) การนำมูลหม่อนไหมเหลือทิ้งมาใช้ทำปุ๋ยหมักตามแนวคิดการทำให้ขยะเหลือศูนย์ที่สูดนอกจากจะช่วยลดขยะซึ่งเป็นของเสียจากการเลี้ยงไหมแล้วยังช่วยให้สภาวะสิ่งแวดล้อมในพื้นที่ดีขึ้น ช่วยเพิ่มปริมาณและคุณภาพผลผลิต และยังช่วยส่งเสริมอาชีพ เพิ่มรายได้ครัวเรือนของเกษตรกรและชุมชนให้มีเศรษฐกิจที่ดี

และมีความเป็นอยู่ที่ดีขึ้นด้วย (อัศต์ อัจฉริยมนตรี และคณะ, 2561) โดยจากการรายงานของ ปริญญา จุลกะ และคณะ (2563) ได้มีการศึกษาคุณภาพของมูลหนอนใหม่ที่ได้จากวิสาหกิจชุมชนกลุ่มแม่บ้านเกษตรปลูกหม่อนเลี้ยงไหมบ้านพญาราม ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทั้งด้านกายภาพและเคมี สารสำคัญต่าง ๆ ของมูลหนอนใหม่ พบว่า มูลหนอนใหม่เมื่อทำเป็นปุ๋ยหมัก จะมีปริมาณธาตุอาหารปริมาณสูง เช่น ธาตุไนโตรเจนมีมากกว่า 2% หรือ มีปริมาณธาตุอาหารสูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับมูลสัตว์ ชนิดอื่น ๆ และมีศักยภาพในการพัฒนาไปเป็นปุ๋ยหมักสำหรับการปลูกพืชต่าง ๆ สอดคล้องกับการรายงานของ ชัยอาทิตย์ อื่นคำ (2559) ได้มีการศึกษาปุ๋ยน้ำอินทรีย์เข้มข้นจากมูลหนอนใหม่ออร์แกนิกที่มีการเลี้ยงด้วยใบละหุ่งและใบมันสำปะหลัง พบว่า ปุ๋ยน้ำอินทรีย์มีปริมาณไนโตรเจนสูง เหมาะสำหรับการช่วยเพิ่มการเจริญเติบโตในพืชผักและพืชที่ต้องการเร่งการเจริญเติบโตทางใบ ช่วยเพิ่มอินทรีย์วัตถุให้กับดินและพืช ทำให้พืชมีการเจริญเติบโตที่ดี และจากการวิเคราะห์ปุ๋ยน้ำอินทรีย์เข้มข้นจากมูลหนอนใหม่ออร์แกนิก พบว่ามีปริมาณธาตุไนโตรเจนมากกว่ามูลไส้เดือนและมูลค้างคาวประมาณ 10 เท่า โดยมีปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม เท่ากับ 0.160, 0.077 และ 0.258% ตามลำดับ และได้มีการแนะนำอัตราการใช้ โดยผสมปุ๋ยน้ำอินทรีย์เข้มข้นในอัตราส่วน 80 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร (อัตราส่วน 4:1) ราดให้ทั่วในแปลงปลูกทุก ๆ 7 วัน จะช่วยให้พืชมีการเจริญเติบโตที่ดี

ปัจจุบันมีงานวิจัยเกี่ยวกับการใช้ปุ๋ยหมักกับการเจริญเติบโตของพืชมากขึ้น เช่นการศึกษาของ ต่อตระกูล เหมียदनอก และ เพชรรัตน์ พรหมทา (2562) ที่ได้ศึกษาการใช้อัตราปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยคอกที่เหมาะสมแก่การปลูกกะเพราในพื้นที่ดินเค็มระดับปานกลาง โดยทำการปลูกในดินเค็มระดับปานกลาง (5.42-6.29 เดซิซีเมนส์/เมตร) พบว่า การใส่ปุ๋ยคอก+แกลบดิบ อย่างละ 8,000 กิโลกรัม/ไร่ รองพื้นและแต่งหน้าด้วยปุ๋ยคอก 8,000 กิโลกรัม/ไร่ มีผลต่อการเจริญเติบโตด้านความสูงของกะเพรา และผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยวมากที่สุด โดยมีผลผลิตด้านความสูงและผลผลิตสูงที่สุดคือ 62.0 เซนติเมตรและ 1,120 กิโลกรัม/ไร่ จากงานวิจัยข้างต้นตามลำดับเป็นการศึกษาเกี่ยวกับผลของปุ๋ยหมักที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชเป็นส่วนใหญ่ ยังขาดการศึกษาเกี่ยวกับปริมาณสารสำคัญ ดังนั้นจึงมีแนวคิดที่จะนำมูลหนอนใหม่ที่เป็นของเหลือทิ้งมาทำเป็นปุ๋ยหมัก เพื่อทดแทนการใช้ปุ๋ยเคมีซึ่งเป็นการเลือกหนึ่งที่จะช่วยลดต้นทุนได้ โดยมีวัตถุประสงค์ในการศึกษาระดับความเข้มข้นของปุ๋ยหมักมูลหนอนใหม่ต่อฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระและปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมของกะเพรา

## วิธีดำเนินการวิจัย

1. **การเตรียมการทดลอง** การเตรียมพืชทดลอง โดยการนำเมล็ดกะเพราขาว มาทำการคัดเลือกเมล็ดที่มีขนาดเท่ากัน เมล็ดที่สมบูรณ์ แข็งแรง ไม่มีรอยแตกหรือรอยร้าว มาเพาะลงในถาดเพาะกล้าที่มีวัสดุปลูก คือ พีทมอส จำนวน 100 ต้น มีการให้น้ำทุกวันตลอดระยะเวลาการเพาะปลูก คัดเลือกต้นพันธุ์อายุ 2 สัปดาห์ ที่มีการเจริญเติบโตที่ดี แข็งแรงและสมบูรณ์ จำนวน 50 ต้น ย้ายลงกระถางขนาด 10 นิ้ว ที่มีวัสดุปลูกผสม ประกอบด้วย ขุยมะพร้าว: กาบมะพร้าวสับ: แกลบดิบ: แกลบดำ อัตราส่วน 1:1:1:1 โดยปริมาตร จำนวน 50 กระถาง มีการให้น้ำทุกวันในปริมาณที่เท่ากันตลอดระยะเวลาการปลูก เริ่มทดสอบการให้ปุ๋ยหมักมูลหนอนใหม่ หลังจากย้ายปลูกครบ 2 สัปดาห์ การเตรียมปุ๋ยหมักจากมูลหนอนใหม่ นำมูลหนอนใหม่แห้ง 1 ส่วน แกลบดิบ 3 ส่วน สารเร่ง พด. 1 และ 2 อย่างละ 1 ชอง ใส่ถังขนาด 50 ลิตร เทผสมกับกากน้ำตาลประมาณ 1 ลิตร และน้ำ 10 ลิตร ผสมให้เข้ากัน เมื่อครบ 7 วัน ให้เติม

ไตรโคเดอร์มาอัตรา 20 กรัมต่อน้ำ 10 ลิตร หมักไว้ในที่ร่มและใช้พลาสติกคลุม กัดบกของปุ๋ยทุกสัปดาห์สังเกตว่า อุณหภูมิในกองปุ๋ยลดลงหรือจับแล้วไม่ร้อนประมาณ 30 - 45 วันนำมาใช้ได้ (วิธีการของ ปริญญา จุลกะ และคณะ 2563) สามารถเก็บไว้ใช้งานได้นาน 6 เดือน ตรวจสอบค่าความเป็นกรดต่าง (pH) และเตรียมสำหรับการนำไปผสม กับวัสดุปลูก โดยแบ่งปริมาณออกเป็น 4 ระดับเปรียบเทียบกับการใช้ปุ๋ยเคมี (ปัจจัยควบคุม) ทำการทดลอง ณ โรงเรือนคณะวนวัฒนกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยรังสิต ระยะเวลาทำการทดลองตั้งแต่ เดือนธันวาคม 2564 ถึง เดือน มีนาคม 2565

**2. การวางแผนการทดลอง** วางแผนแบบสุ่มบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design; RCBD) ใช้ปุ๋ยหมักมูลหนอนใหม่ที่เตรียมไว้มาทำการทดลอง โดยแบ่งออกเป็น 5 กรรมวิธีทดลอง ได้แก่ การใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 15-15-15 ปริมาณ 10 กรัม/กระถาง (SDC0) เป็นปัจจัยควบคุม และการใส่ปุ๋ยหมักมูลหนอนใหม่ปริมาณ 10 20 30 และ 40 กรัม/กระถาง (ปุ๋ยหมักมูลหนอนใหม่; SDW10 SDW20 SDW30 และ SDW40) จำนวน 10 ซ้ำ ซ้ำละ 1 กระถาง ให้ปุ๋ยโดยการใส่และพรวนลงในวัสดุปลูก ทุกสัปดาห์ สัปดาห์ละ 1 ครั้ง เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ก่อนเก็บเกี่ยว บันทึกผลการทดลอง และวิเคราะห์หาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และสารประกอบฟีนอลิกรวมเมื่อกะเพราะอายุครบ 5 สัปดาห์ นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติด้วยวิธี Duncan's multiple range test

### 3. การบันทึกข้อมูล

3.1 การวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ [2,2-Diphenyl- 2-Picrylhydrazyl Hydrate (DPPH) Assay] เมื่อกะเพราะมีอายุครบ 5 สัปดาห์ หลังจากเริ่มมีการให้กรรมวิธีทดลอง วิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ดัดแปลงตามวิธีการของ Predner et al. (2008) ทำการสกัดสารต่างๆ ของใบกะเพราะด้วยเอทานอล 95% อัตราส่วน 1:2 (w/v) ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนำไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 8,000 รอบ/นาที แยกเอาส่วนใสไปวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ เริ่มจากนำสารละลายที่สกัดได้ไปเจือจางที่ความเข้มข้นต่าง ๆ โดยใช้ เอทานอล 95% เป็นตัวทำละลาย จากนั้นนำสารสกัดปริมาตร 0.5 มิลลิลิตรผสมกับสารละลาย DPPH ความเข้มข้น 0.1 มิลลิโมลาร์ ปริมาตร 3 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันแล้วเก็บไว้ในที่มืดนาน 20 นาที นำไปวัดค่าดูดกลืนแสงด้วยเครื่องสเปคโตรโฟโตมิเตอร์ (spectrophotometer) ที่มีความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร แล้วนำค่าที่ได้ไปคำนวณเปอร์เซ็นต์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ดังสมการที่ 1

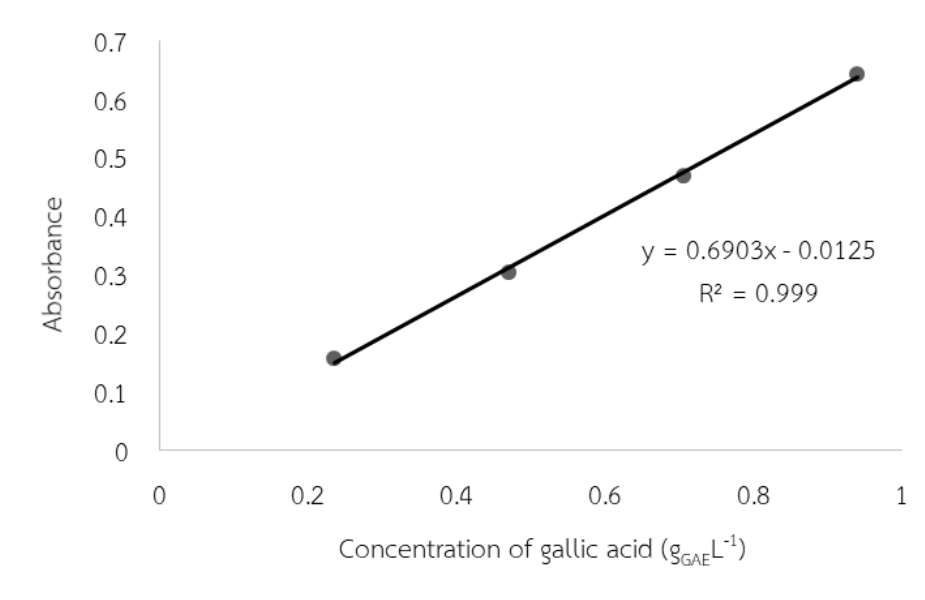
$$\text{ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ} = [(A_{517}\text{blank} - A_{517}\text{sample}) / A_{517}\text{blank}] \times 100 \quad (1)$$

เมื่อ  $A_{517}\text{blank}$  = ค่าการดูดกลืนแสงของสาร DPPH ที่มีความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร

$A_{517}\text{sample}$  = ค่าการดูดกลืนแสงของสารสกัดผสมกับสาร DPPH ที่มีความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร

3.2 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม เมื่อกะเพราะมีอายุครบ 5 สัปดาห์ หลังจากเริ่มมีการให้กรรมวิธีทดลอง วิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม ดัดแปลงตามวิธีการของ Gao et al. (2000) ทำการสกัดสารต่างๆ ของใบกะเพราะด้วยเอทานอล 95% อัตราส่วน 1:2 (w/v) ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนำไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 8,000 รอบ/นาที แยกเอาส่วนใสไปวิเคราะห์สารประกอบฟีนอลิกรวมโดยวิธี Total Phenolic Compounds ใช้สารสกัด 0.1 มิลลิลิตร เติมน้ำในหลอดที่มีน้ำกลั่น 2 มิลลิลิตร และเติม Folin & Ciocalteu's Phenol Reagent 0.2 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 3 นาที จากนั้นเติม 20% โซเดียมคาร์บอเนต 1 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 60 นาทีในที่มืด นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 765 นาโนเมตรด้วยเครื่องสเปคโตรโฟโตมิเตอร์

(Spectrophotometer) นำค่าที่ได้ไปเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานของกรดแกลลิก (ภาพที่ 1) รายงานผลเป็นสารประกอบฟีนอลิกรวม (กรัมสมมูลของกรดแกลลิก/ลิตร)



ภาพที่ 1 กราฟมาตรฐานกรดแกลลิกที่ความเข้มข้นต่างๆ

### ผลการวิจัยและอภิปรายผล

จากการนำตัวอย่างใบกะเพราหลังได้รับการวิธีทดลองมาวิเคราะห์สารสำคัญ พบว่า การให้ปุ๋ยหมักมูลหนอนใหม่มีผลต่อฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยปริมาณปุ๋ยหมักมูลหนอนใหม่ที่มีแนวโน้มทำให้ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมเพิ่มขึ้น เนื่องจากมูลหนอนใหม่ที่ผ่านการหมักแล้วมีธาตุไนโตรเจนมากกว่า 2% หรือ มีปริมาณธาตุอาหารสูงเมื่อเปรียบเทียบกับมูลสัตว์ชนิดอื่น ๆ (ปริญานุช จุลกะ และคณะ, 2563) ซึ่งการเพิ่มขึ้นของไนโตรเจนทำให้เกิดกิจกรรมของ Superoxide Dismutase (SOD) ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่มีความสามารถในการต่อต้านอนุมูลอิสระ รวมทั้งเอนไซม์ Catalase (CAT) และเอนไซม์ Peroxidase (POD) เพิ่มขึ้น (Ahmad et al., 2022) ซึ่งปริมาณไนโตรเจนที่ไม่เพียงพอหรือมากเกินไปทำให้พืชเกิดความเครียด (Yañez-Mansilla et al., 2015) จึงเกิดกิจกรรมต้านอนุมูลอิสระที่เพิ่มขึ้นในพืช (Kong et al., 2017) กะเพราที่ได้รับปุ๋ยหมักมูลหนอนใหม่ปริมาณ 40 กรัม/กระถาง (SDC40) และ 30 กรัม/กระถาง (SDC30) มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมมากที่สุดไม่แตกต่างกัน โดยแสดงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ 63.31% และ 62.19% และปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม 23.52 และ 23.15 กรัม<sub>GAE</sub>/ลิตร ตามลำดับ ส่วนกะเพราที่ได้รับปุ๋ยหมักมูลหนอนใหม่ปริมาณ 20 กรัม/กระถาง (SDC20) 10 กรัม/กระถาง (SDC10) และได้รับปุ๋ยเคมี (SDC0) มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมน้อยที่สุดไม่แตกต่างกัน โดยแสดงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ 50.01%, 49.58% และ 49.22% และปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม 16.73, 16.85 และ 16.27 กรัม<sub>GAE</sub>/ลิตร ตามลำดับ (ตารางที่ 1) จากผลการทดลองจะเห็นว่าฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระแสดงผลไปในทิศทางเดียวกันกับปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมเนื่องจากสารประกอบฟีนอลิกรวม ซึ่งเป็นสารทุติยภูมิประเภทหนึ่งที่ทำ



หน้าที่เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (Rafat et al., 2010) ทำให้ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระมีความสัมพันธ์โดยตรงกับ สารประกอบฟีนอลิก (Koh et al., 2009) และผลการทดลองดังกล่าวสอดคล้องกับการวิจัยของ ชยุต ศรีฮาร์ณ และ คณะ (2565) ที่ได้ศึกษาอิทธิพลของประเภทปุ๋ยต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมและ ปริมาณอินนูลินในหัวแค้นตะวัน พบว่าการใส่ปุ๋ยคอกและปุ๋ยชีวภาพอัดเม็ดมีแนวโน้มทำให้ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมและปริมาณอินนูลินสูงกว่าการใส่ปุ๋ยประเภทอื่น ๆ และการศึกษาของ Verrillo et al. (2021) ที่ใช้ปุ๋ยหมักจาก อารติโชคและซังข้าวโพดเสริมอัตราส่วนต่าง ๆ ในปลูกโหระพา พบว่าการให้ปุ๋ยหมักเสริมในอัตราส่วนที่มากขึ้น ทำให้ โหระพามีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและสารประกอบฟีนอลิกเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับต้นควบคุมที่ไม่ได้รับปุ๋ยหมักเสริม

**ตารางที่ 1** ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและสารประกอบฟีนอลิกรวมของการใส่ปุ๋ยหมักมูลหนอนใหม่ที่มีปริมาณแตกต่างกัน เมื่อกะเพราที่มีอายุครบ 5 สัปดาห์ หลังจากเริ่มมีการให้กรรมวิธีทดลอง

Treatment	%DPPH scavenging activity	Total phenolic compound (g <sub>GAE</sub> L <sup>-1</sup> )
SDC0	49.22 ± 6.47 b <sup>1/</sup>	16.27 ± 2.88 b
SDC10	49.58 ± 2.75 b	16.85 ± 2.64 b
SDC20	50.01 ± 4.07 b	16.73 ± 2.95 b
SDC30	62.19 ± 4.87 a	23.15 ± 1.25 a
SDC40	63.31 ± 5.37 a	23.52 ± 3.12 a
F-Test	**	**
C.V. (%)	8.87	13.76

หมายเหตุ <sup>1/</sup>ค่าเฉลี่ยตามแนวตั้งที่ตามด้วยตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากการเปรียบเทียบโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test

\*\* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

SDC0 = การใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 ปริมาณ 10 กรัม/กระถาง

และ SDC10 SDC20 SDC30 และ SDC40 = การใส่ปุ๋ยหมักมูลหนอนใหม่ปริมาณ 10 20 30 และ 40 กรัม/กระถาง ตามลำดับ

## สรุปผล

ต้นกะเพราที่ได้รับปุ๋ยหมักมูลหนอนใหม่ปริมาณ 40 และ 30 กรัม/กระถาง มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและ สารประกอบฟีนอลิกรวมมากที่สุดโดยมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่ 63.31 และ 62.19% และสารประกอบฟีนอลิกรวม 23.52 และ 23.15 กรัม<sub>GAE</sub>/ลิตร ตามลำดับ แต่อย่างไรก็ตามการได้รับปุ๋ยหมักมูลหนอนใหม่ปริมาณ 40 และ 30 กรัม/ กระถาง ทำให้ต้นกะเพราที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและสารประกอบฟีนอลิกรวมมากที่สุดไม่แตกต่างกันทางสถิติ การให้ ปุ๋ยหมักมูลหนอนใหม่ปริมาณ 30 กรัม/กระถาง จึงเหมาะสมที่สุดเนื่องจากประหยัดต้นทุนด้านปุ๋ยหมักมากกว่า ดังนั้นหากต้องการผลิตกะเพราเพื่อเพิ่มปริมาณสารสำคัญและลดต้นทุนในการผลิตนั้น สามารถใช้ปุ๋ยหมักมูลหนอน ใหม่เป็นทางเลือกหนึ่งได้

## เอกสารอ้างอิง

- กรมแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือก. (2564). *กะเพราแดงเป็นพืชสมุนไพรที่มีสรรพคุณช่วยลดอาการท้องอืด เพื่อ ขับลมได้*. กรมแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือก, กระทรวงสาธารณสุข. <https://www.dtam.moph.go.th/index.php/th/trust-news/7379-trust0192.html>
- ชยุต ศรีฮากัญ, วรณวิภา พินระ และ ช่อแก้ว อนิลบล. (2565). อิทธิพลของประเภทปุ๋ยที่มีผลต่อปริมาณสารฟีนอลิกรวมและอินนูลินในแก่นตะวัน. *วารสารเกษตรพระจอมเกล้า*, 40(1), 68-75.
- ชัยอาทิตย์ อินคำ. (2559). *ปุ๋ยน้ำอินทรีย์เข้มข้นจากมูลหนอนไหมอีรี่*. สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. <https://www.nnr.nstda.or.th>
- ต่อตระกูล เขมียदनอก และ เพชรรัตน์ พรหมทา. (2562). ผลการใช้ปุ๋ยที่เหมาะสมเพื่อเพิ่มผลผลิตและการเจริญเติบโตของกะเพราในพื้นที่ดินเค็มระดับปานกลางจังหวัดสุรินทร์. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี*, 21(1), 1-5.
- ปริยานุช จุลกะ, เบญญา มะโนชัย, พิจิตรา แก้วสอน, เกศศิริรินทร์ แสงมณี และเบญจมาศ แก้วรัตน์. (2563). *รายงานการวิจัย การพัฒนาผลิตภัณฑ์จากมูลหนอนไหมมาใช้ประโยชน์ทางการเกษตรเพื่อความยั่งยืนของชุมชนที่ปลูกหม่อนเลี้ยงไหม*. สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ .
- วรินทร์นิภา แก้วสอน, เบญญา มะโนชัย และ พิจิตรา แก้วสอน. (2563, ก.พ. 5 – 7). ผลของน้ำหมักจากมูลหนอนไหมต่อความงอกของเมล็ดพันธุ์พริกชี้หนู (Capsicum annuum L.). ใน *นวัตกรรมสร้างสรรค์ไทยเพื่อเป้าหมายในการพัฒนาอย่างยั่งยืน. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 58* (น. 74-82). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สุกัญญา เขียวสะอาด. (2555). กะเพรากับการต้านอนุมูลอิสระ. *วารสารวิทยาศาสตร์ลาดกระบัง*, 21(2), 54-65.
- อัคร์ อัจฉริยะมนตรี, รัชนิพร สุทธิภาศิลป์, และนริศรา วิชิต. (2561). การศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของน้ำหมักชีวภาพจากเศษวัสดุอินทรีย์ต่อการเจริญเติบโตของพืชผัก. *วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่*, 12(1), 1-16.
- อานนท์ เขียวคำ, อัครัช รอดคลองตัน, และภคมน จิตประเสริฐ. (2557, กุมภาพันธ์ 4-7). กิจกรรมการต้านสารอนุมูลอิสระและสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของน้ำมันหอมระเหยกะเพราที่ได้จากการกลั่นด้วยน้ำ. ใน *เกษตรศาสตร์นำไทยสู่มาตรฐานสากล. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 52*. (น. 232-238). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- Ahmad, I., Zhu, G., Zhou, G., Song, X., Hussein Ibrahim, M. E., and Ibrahim Salih, E. G. (2022). Effect of N on Growth, Antioxidant Capacity, and Chlorophyll Content of Sorghum. *Agronomy*, 12(2), 501.
- Gao, X., Ohlander, M., Jeppsson, Björk, L and Trajkovski, V. (2000). Changes in antioxidant effects and their relationship to phytonutrients in fruits of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) during maturation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 4(5), 1485–1490.
- Koh, E., Wimalasiri, K. M. S., Chassy, A. W., & Mitchell, A. E. (2009). Content of ascorbic acid, quercetin, kaempferol and total phenolics in commercial broccoli. *Journal of food composition and analysis*, 22(7-8), 637-643.

- Kong, L., Xie, Y., Hu, L., Si, J., & Wang, Z. (2017). Excessive nitrogen application dampens antioxidant capacity and grain filling in wheat as revealed by metabolic and physiological analyses. *Scientific Reports*, 7(1), 1-14.
- Predner, D., Hsieh P.Ch., Lai P.Y., and Charles, A.L. (2008). Evaluation of drying methods on antioxidant activity, total phenolic and total carotenoid contents of sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) var. Tainong73. *Journal of International Cooperation*, 3(2), 73-86.
- Rafat, A., Philip, K., and Muni, S. (2010). Antioxidant potential and content of phenolic compounds in ethanolic extracts of selected parts of *Andrographis paniculata*. *Journal of Medicinal Plants Research*, 4(3), 197-202.
- Verrillo, M., Cozzolino, V., Spaccini, R., & Piccolo, A. (2021). Humic substances from green compost increase bioactivity and antibacterial properties of essential oils in Basil leaves. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, 8(1), 1-14.
- Yañez-Mansilla, E., Cartes, P., Reyes-Díaz, M., Ribera-Fonseca, A., Rengel, Z., and Alberdi, M. (2015). Leaf nitrogen thresholds ensuring high antioxidant features of *Vaccinium corymbosum* cultivars. *Journal of soil science and plant nutrition*, 15(3), 574-586.

## การส่งเสริมการจัดการกลุ่มและการผลิตปุ๋ยอินทรีย์ของสมาชิกกลุ่ม อำเภอธาตุพนม จังหวัดนครพนม

Extension of Group Management and Organic Fertilizer Production of Members  
in That Phanom District, Nakhon Phanom

นิชภา พนาจันทร์\*, เบนจมาศ อยู่ประเสริฐ และ พลสรานู สรานูรมย์  
Nichapha Panachan\*, Benchamas Yooprasert and Ponsaran Saranrom

วิชาเอกส่งเสริมและพัฒนาการเกษตร สาขาเกษตรศาสตร์และสหกรณ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

Agricultural Extension and Development School of Agriculture and Cooperatives Sukhothai Thammathirat Open University

\*Corresponding author. E-mail: pattapa.p89@gmail.com

### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา สภาพทางสังคม และสภาพทางเศรษฐกิจ ความรู้ สภาพการจัดการกลุ่มผลิตปุ๋ยอินทรีย์และสภาพการผลิตปุ๋ยอินทรีย์ สภาพการส่งเสริมและความต้องการการส่งเสริมการจัดการกลุ่มผลิตปุ๋ยอินทรีย์ และปัญหาและข้อเสนอแนะ ประชากรที่ศึกษา คือ เกษตรกรสมาชิกกลุ่มผลิตปุ๋ยอินทรีย์ อำเภอธาตุพนม จังหวัดนครพนม ปี พ.ศ. 2556-2563 กำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 172 ราย เก็บข้อมูลโดยใช้แบบสัมภาษณ์วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติพรรณนาได้แก่ ความถี่ ค่าร้อยละค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่า เกษตรกรเกินกว่าครึ่งเป็นเพศหญิง อายุเฉลี่ย 59.90 ปี จบการศึกษาระดับประถมศึกษา มีสมาชิกในครัวเรือนเฉลี่ย 3.79 คน แรงงานในครัวเรือนเฉลี่ย 2.81 คน มีประสบการณ์ในการผลิตปุ๋ยอินทรีย์เฉลี่ย 10.45 ปี มีพื้นที่ของตนเองเฉลี่ย 10.59 ไร่ รายได้รวมในภาคการเกษตรทั้งหมดของครอบครัวในรอบปีที่ผ่านมาเฉลี่ย 159,897.09 บาท รายได้จากการผลิตปุ๋ยอินทรีย์เฉลี่ย 4,720.88 บาท/ปี เกษตรกรทุกรายมีความรู้ในการจัดการกลุ่มและการผลิตปุ๋ยอินทรีย์ในระดับมากที่สุดในเกือบทุกประเด็น เกษตรกรมีการจัดการกลุ่มและการผลิตปุ๋ยอินทรีย์อยู่ในระดับมากที่สุด โดยในการจัดการกลุ่มผลิตปุ๋ยอินทรีย์มีการจัดการกลุ่ม ด้านผู้นำและกรรมการ ด้านกฎระเบียบและแนวทางปฏิบัติของกลุ่ม และด้านกิจกรรมกลุ่ม ส่วนด้านการผลิตปุ๋ยอินทรีย์ทั้งหมดมีการผลิตปุ๋ยอินทรีย์เพื่อใช้เอง เกษตรกรส่วนมากได้รับการส่งเสริมเนื้อหาความรู้ด้านกิจกรรมกลุ่ม และมีความต้องการการส่งเสริมเนื้อหาความรู้ ในด้านเป้าหมายของกลุ่มเกษตรกรต้องการวิธีการส่งเสริมแบบกลุ่ม โดยการประชุมกลุ่มต้องการการส่งเสริมแบบรายบุคคลจากผู้นำชุมชน และต้องการการสนับสนุนปัจจัยการผลิต คือสารเร่งซูเปอร์ พด.2 เกษตรกรมีปัญหาในประเด็น เจ้าหน้าที่ของรัฐไม่สามารถไปเยี่ยมเกษตรกรได้ตลอดเวลา และหน่วยงานภาครัฐให้การสนับสนุนไม่ต่อเนื่อง โดยเกษตรกรมีข้อเสนอแนะให้คณะกรรมการกลุ่มควรมีการประชุมสรุปผลการดำเนินการของกลุ่มเพื่อ

ประเมินสถานการณ์และสร้างความเชื่อมั่นให้กับสมาชิก ควรมีการจดทะเบียนกลุ่มตามกฎหมาย และควรจัดให้มีการฝึกอบรม แลกเปลี่ยนเรียนรู้เพื่อเพิ่มองค์ความรู้ในการผลิตปุ๋ยอินทรีย์ให้กับสมาชิก

**คำสำคัญ:** การส่งเสริมการจัดการกลุ่ม การผลิตปุ๋ยอินทรีย์

### Abstract

The objectives of this research were to study social and economic conditions, knowledge, regarding organic fertilizer production group management and organic fertilizer production, organic fertilizer production group management conditions and organic fertilizer production conditions, extension condition and fertilizer production group management extension needs and problems and suggestions. The population of this study were farmers who were members of organic fertilizer production group in That Phanom District, Nakhon Phanom Province during the years 2013-2020. The sample size were 172 people. Data were collected by conducting interview and analyzed using descriptive statistics such as frequency, percentage, minimum value, maximum value, mean, and standard deviation. The results found that more than half of the farmers were female with the average age of 59.90 years old, completed primary school education, average household member were 3.79 people, average household labor were 2.81 people, the average experience in organic fertilizer production were 10.45 years, and average land holding size was 10.59 Rai. The total average income in the agricultural sector of the entire family in the previous year was 159,897.09 Baht and the average income from organic fertilizer production was 4,720.88 Baht/year. All farmer had knowledge in group management and organic fertilizer production at the highest level in almost every aspect and all farmers produced organic fertilizer for own use. Regarding the organic fertilizer group management, the community leader and the committee should arrange group activities to spread out an information, regulations and guidelines for members since the most farmers would need to receive the extension method through group meeting. They wanted the personal extension from community leaders and the official support on factor of production of Super LDD 2. In addition, the farmers faced with government officer problem, because the officer could not visit farmers all the time and public agency had inconsistent support. Finally, farmers suggested that the group committee should have a meeting, summarized the group performance to evaluate the situation and to create the confidence for members. There should also be the legal group registration and training organization to increase the knowledge in organic fertilizer production to members.

**Keywords:** Group management extension, Organic fertilizer production

## บทนำ

ยุทธศาสตร์การพัฒนากองการเกษตรในช่วงแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560 - 2564) ยุทธศาสตร์ที่ 1 สร้างความเข้มแข็งให้กับเกษตรกรและสถาบันเกษตรกร ซึ่งนโยบายหลักในการพัฒนาประเทศได้ให้ความสำคัญกับการพัฒนาเกษตรกรและสถาบันเกษตรกร ให้สามารถพึ่งพาตนเอง พร้อม ๆ กับการพัฒนาขีดความสามารถในการผลิตการจัดการสินค้าเกษตรให้มีคุณภาพ ปลอดภัย ตลอดจนห่วงโซ่อุปทาน เน้น “Value-Based Economy” ในลักษณะทำน้อยได้มาก (Do less get more) การพัฒนาสินค้าเกษตรเพื่ออุตสาหกรรม และส่งเสริมให้เกษตรกรและสถาบันเกษตรกรทำการเกษตรแบบผู้ประกอบการ ตามโมเดลประเทศไทย 4.0 (Thailand 4.0) โดยการนำนโยบายสู่การปฏิบัติในพื้นที่ให้สอดคล้องกับยุทธศาสตร์การพัฒนาของจังหวัดและกลุ่มจังหวัด เพื่อให้เกิดความเหมาะสมแต่ละสภาพพื้นที่ และเกิดประโยชน์สูงสุดต่อเกษตรกร (กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2560) ซึ่งกรมส่งเสริมการเกษตรมีภารกิจที่สำคัญในด้านส่งเสริมและสนับสนุนให้เกษตรกรรวมกลุ่ม เพื่อร่วมกันพัฒนาความรู้ความสามารถทางที่ก่อให้เกิดการพัฒนาอาชีพการเกษตร กลุ่มส่งเสริมอาชีพการเกษตรที่จดทะเบียนกับกรมส่งเสริมการเกษตร มีจำนวนทั้งสิ้น 9,464 กลุ่ม จำนวนสมาชิกทั่วประเทศ 267,223 คน ดำเนินงานภายใต้หลักการพัฒนากลุ่มส่งเสริมอาชีพการเกษตรให้เข้มแข็งและพึ่งพาตนเองได้ แบ่งเป็นการส่งเสริมการรวมตัวของเกษตรกรเพื่อการจัดตั้งกลุ่ม (กลุ่มใหม่) และเสริมสร้างความเข้มแข็งให้กับกลุ่มที่มีอยู่เดิม โดยใช้กระบวนการเรียนรู้ร่วมกันภายในกลุ่ม องค์กร และชุมชนในการดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ และยึดเกษตรกรเป็นศูนย์กลางของการพัฒนา กลไกหนึ่งที่น่าสนใจสนับสนุนให้สามารถไปสู่เป้าหมายดังกล่าวได้ คือ การนำกระบวนการจัดตั้งกลุ่ม การบริหารจัดการกลุ่ม ในขั้นพื้นฐานไปสู่การเชื่อมโยงเครือข่าย การมีส่วนร่วม การเสริมสร้างกระบวนการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างเกษตรกรให้ช่วยเหลือเกื้อกูลกัน ให้มีความสามารถในการแสวงหาข้อมูล การวิเคราะห์ปัญหา กำหนดแนวทางในการพัฒนาโดยส่งเสริมและสนับสนุนให้สมาชิกกลุ่มส่งเสริมอาชีพการเกษตร สามารถวิเคราะห์ศักยภาพของกลุ่มให้สอดคล้องกับสินค้าและพื้นที่โดยใช้กระบวนการกลุ่ม และจัดทำแผนพัฒนาศักยภาพเพื่อขับเคลื่อนงานในรูปแบบของการรวมกลุ่มแบบมีส่วนร่วม เพื่อนำไปสู่การเป็น Smart Group โดยใช้เกณฑ์พิจารณาความเข้มแข็งของกลุ่มส่งเสริมอาชีพการเกษตร 6 ด้าน คือ ด้านการบริหารจัดการองค์กร ด้านการบริหารทุนและทรัพยากร ด้านการจัดการผลประโยชน์ต่อสมาชิก ด้านการพัฒนาความรู้ความสามารถของสมาชิกและองค์กร ด้านการให้ความสำคัญกับชุมชน และด้านกระบวนการพัฒนาสินค้าและบริการ (กลุ่มส่งเสริมอาชีพการเกษตร, 2563)

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (2560) ได้รณรงค์ส่งเสริมให้เกษตรกรผลิตปุ๋ยอินทรีย์ไว้ใช้เองในไร่นา เพื่อลดต้นทุนการผลิต และพัฒนาผลผลิตให้เพิ่มขึ้นจากเดิม โดยให้เน้นการใช้ปุ๋ยอินทรีย์เพิ่มขึ้น และลดการใช้ปุ๋ยเคมี ซึ่งการใช้ปุ๋ยอินทรีย์นอกจากจะทำให้ต้นทุนการผลิตของเกษตรกรลดลงแล้ว ยังช่วยปรับปรุงบำรุงดินให้เกิดความอุดมสมบูรณ์ และผลผลิตเพิ่มมากขึ้น โดยกรมส่งเสริมการเกษตรได้ส่งเสริมให้เกษตรกรผลิตปุ๋ยอินทรีย์ใช้เอง ซึ่งปุ๋ยอินทรีย์นี้หมายถึงรวมถึง ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก น้ำหมักชีวภาพ ปุ๋ยพืชสด มีเป้าหมายไม่น้อยกว่า 250,000 ตัน โดยให้เกษตรกรตำบล 1 คน ส่งเสริมการผลิตปุ๋ยอินทรีย์ไม่น้อยกว่า 50 ตัน โดยได้ดำเนินการส่งเสริมการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ใน 77 จังหวัด รวม 239,607 ตัน คิดเป็นร้อยละ 95.84 ประกอบด้วย ปุ๋ยหมัก 97,705 ตัน ไก่กลบตอซังข้าว 55,420 ตัน (110,840 ไร่) ไก่กลบตอซังข้าวโพด 15,824 ตัน (19,779 ไร่) ไก่กลบตอซังสับปะรด 1,302 ตัน (1,627 ไร่) ไก่กลบตอซังอ้อย 429 ตัน (214 ไร่) น้ำหมักชีวภาพ 28,803 ตัน และปุ๋ยพืชสด 40,124 ตัน (22,291 ไร่) (สำนักงานปลัดกระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2558)

จากการสำรวจในพื้นที่อำเภอธาตุพนม จังหวัดนครพนม พบว่าเกษตรกรส่วนใหญ่ประกอบอาชีพทำนาเป็นหลัก แต่ประสบปัญหาผลผลิตข้าวที่ได้ไม่เพียงพอต่อการบริโภคของครัวเรือน ดินขาดความอุดมสมบูรณ์ ต้นทุนการผลิตสูง ขาดช่องทางการจำหน่าย ขายข้าวได้ราคาถูก ส่งผลให้เกิดการรวมกลุ่มเป็นวิสาหกิจชุมชนพึ่งตนเอง สำนักงานเกษตรอำเภอธาตุพนม สำนักงานเกษตรจังหวัดนครพนมและหน่วยงานภาคีเครือข่าย ให้การสนับสนุนองค์ความรู้ด้านการผลิตข้าวอินทรีย์ การปรับปรุงบำรุงดิน การลดต้นทุน การเพิ่มผลผลิต ซึ่งเป็นการส่งเสริมการผลิตปุ๋ยอินทรีย์ของศูนย์เรียนรู้ และการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตรโดยเป็นการทำเกษตรแบบพึ่งตนเอง โดยไม่ใช้ปุ๋ยเคมีและสารเคมีในการปลูกข้าวหรือพืชผักทั่วไป มุ่งเน้นให้ผลิตปุ๋ยอินทรีย์ไว้ใช้เอง ส่วนที่เหลือนำไปจำหน่าย เพื่อลดต้นทุนการซื้อปุ๋ยเคมี ซึ่งมีราคาสูงและอาจส่งผลเสียต่อดินในอนาคต ดังนั้นเพื่อความปลอดภัยและลดต้นทุนการผลิต เกษตรกรจึงรวมกลุ่มเพื่อดำเนินการผลิตปุ๋ยอินทรีย์ โดยใช้วัสดุที่เหลือใช้จากการเกษตรหรือวัสดุคอกในท้องถิ่นให้เกิดประโยชน์ แต่ในการผลิตปุ๋ยอินทรีย์ของกลุ่มเกษตรกรยังคงพบปัญหาอุปสรรคในด้านการจัดการกลุ่ม กล่าวคือ ขาดการบริหารจัดการกลุ่มอย่างเป็นระบบ ขาดการวางแผน ขาดการจัดการเงินทุนอย่างเป็นระบบเพื่อผลกำไรที่ชัดเจน ซึ่งควรได้รับ การส่งเสริมเพื่อให้กลุ่มผู้ผลิตปุ๋ยอินทรีย์เกิดรายได้อย่างชัดเจนและมีรายได้ที่เพิ่มขึ้น และพัฒนาการดำเนินงานของกลุ่มให้สามารถสร้างกลไกและมาตรการในการส่งเสริมและพัฒนาการผลิตอย่างเป็นระบบสามารถลดต้นทุนการผลิตอย่างยั่งยืน และทำให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ดังนั้นผู้วิจัยจึงเห็นความสำคัญในการส่งเสริมการจัดการกลุ่มผลิตปุ๋ยอินทรีย์ จึงจำเป็นต้องมีการศึกษา การส่งเสริมการจัดการกลุ่มผลิตปุ๋ยอินทรีย์ของสมาชิกกลุ่ม อำเภอธาตุพนม จังหวัดนครพนม โดยเน้นศึกษาความรู้เกี่ยวกับการจัดการกลุ่ม และการผลิตปุ๋ยอินทรีย์ของเกษตรกร สภาพการจัดการกลุ่ม และสภาพการผลิต สภาพการส่งเสริมและความต้องการการส่งเสริมการจัดการกลุ่มผลิตปุ๋ยอินทรีย์ของเกษตรกร รวมถึงการศึกษาปัญหาและข้อเสนอแนะ เพื่อนำไปกำหนดแนวทางการพัฒนาและการส่งเสริมการจัดการกลุ่มผลิตปุ๋ยอินทรีย์ ให้เกิดความเข้มแข็ง ยั่งยืน และพึ่งพาตนเองได้ต่อไป

### วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาสภาพทางสังคม และสภาพทางเศรษฐกิจของเกษตรกร
2. เพื่อศึกษาความรู้เกี่ยวกับการจัดการกลุ่มผลิตปุ๋ยอินทรีย์ และการผลิตปุ๋ยอินทรีย์ของเกษตรกร
3. เพื่อศึกษาสภาพการจัดการกลุ่มผลิตปุ๋ยอินทรีย์ และสภาพการผลิตปุ๋ยอินทรีย์ของเกษตรกร
4. เพื่อศึกษาสภาพการส่งเสริมและความต้องการการส่งเสริมการจัดการกลุ่มและการผลิตปุ๋ยอินทรีย์ของเกษตรกร
5. เพื่อศึกษาปัญหาและข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการจัดการกลุ่มและการผลิตปุ๋ยอินทรีย์ของเกษตรกร

### วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ (Survey Research) ประชากรที่ใช้ในการศึกษา คือ เกษตรกรที่เป็นสมาชิกกลุ่มผลิตปุ๋ยอินทรีย์ อำเภอธาตุพนม จังหวัดนครพนม ปี พ.ศ. 2556-2563 จำนวน 3 กลุ่ม ในพื้นที่ 3 ตำบล ได้แก่ ตำบลดอนนางหงส์ ตำบลนาถ่อน และตำบลฝั่งแดง มีเกษตรกรทั้งหมด จำนวน 298 ราย กำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่าง (Sample Size) โดยใช้สูตรการคำนวณหาขนาดของกลุ่มตัวอย่างของ Taro Yamane ที่ระดับค่า

ความคลาดเคลื่อน 0.05 ได้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 172 ราย (Yamane, 1973, อ้างถึงใน จินดา ขลิบทอง, 2557) ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการวิจัยตามขั้นตอน ดังนี้

1. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย โดยทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่ทำกรวิจัย เพื่อศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และผลงานวิจัยต่าง ๆ เพื่อใช้สำหรับกำหนดกรอบแนวคิดในการวิจัย กำหนดกรอบเนื้อหาและข้อคำถามให้สอดคล้องกับแนวคิดและวัตถุประสงค์การวิจัย และดำเนินการสร้างแบบสัมภาษณ์ แบบสัมภาษณ์ เรื่อง การส่งเสริมการจัดการกลุ่มผลิตภัณฑ์อินทรีย์ของสมาชิกกลุ่ม อำเภอธาตุพนม จังหวัดนครพนม ฉบับร่าง ที่มีลักษณะคำถามทั้งแบบปลายปิด (Close-ended Question) และแบบปลายเปิด (Open-ended Question) โดยแบ่งออกเป็น 5 ตอน ได้แก่ 1) สภาพทางสังคม และสภาพทางเศรษฐกิจของเกษตรกร เป็นลักษณะคำถามทั้งแบบปลายปิดและปลายเปิด 2) ความรู้เกี่ยวกับการจัดการกลุ่มผลิตภัณฑ์อินทรีย์และการผลิตผลิตภัณฑ์อินทรีย์ของเกษตรกร ประกอบด้วยสภาพการจัดการกลุ่มผลิตภัณฑ์อินทรีย์ มีลักษณะเป็นคำถามแบบปลายปิด และสภาพการผลิตผลิตภัณฑ์อินทรีย์ มีลักษณะคำถามทั้งแบบปลายปิดและปลายเปิด 3) สภาพการจัดการกลุ่มผลิตภัณฑ์อินทรีย์และสภาพการผลิตผลิตภัณฑ์อินทรีย์ของเกษตรกร โดยมีลักษณะคำถามแบบปลายปิด 4) การได้รับการส่งเสริมและความต้องการการส่งเสริมการจัดการกลุ่มผลิตภัณฑ์อินทรีย์ของเกษตรกร โดยมีลักษณะคำถามแบบปลายปิด และ 5) ปัญหาและข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการจัดการกลุ่มผลิตภัณฑ์อินทรีย์ของเกษตรกร โดยคำถามให้ตอบ 2 ส่วน คือ ปัญหาเกี่ยวกับการส่งเสริมการจัดการกลุ่มผลิตภัณฑ์อินทรีย์ของเกษตรกร มีลักษณะคำถามแบบปลายปิด และข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการส่งเสริมการจัดการกลุ่มและการผลิตผลิตภัณฑ์อินทรีย์ของเกษตรกร เป็นลักษณะคำถามปลายเปิดและปลายปิด

2. การทดสอบเครื่องมือ โดยนำเครื่องมือที่จัดทำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญซึ่งมีความรู้ และประสบการณ์ทางด้านที่ทำกรวิจัย เพื่อพิจารณาตรวจสอบให้ความคิดเห็นด้านความตรงในเนื้อหา (Content Validity) ได้แก่ ความครอบคลุมด้านเนื้อหาและความถูกต้องตามสำนวนภาษา จากนั้นนำเครื่องมือดังกล่าวมาปรับปรุงแก้ไข แล้วนำไปทดสอบ (Try-out) กับกลุ่มประชากรที่ไม่ใช่เป็นกลุ่มตัวอย่างในการศึกษา จำนวน 30 ราย จากนั้นจึงนำผลที่ได้มาทดสอบหาความเที่ยง (Reliability Consistency) ตามวิธีการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbrach's Alpha Coefficient) โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป ปรากฏว่าได้ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของครอนบาค ตอนที่ 4 การได้รับการส่งเสริมและความต้องการการส่งเสริมการจัดการกลุ่มผลิตภัณฑ์อินทรีย์ของเกษตรกร ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.845 และ ตอนที่ 5 ปัญหาและข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการจัดการกลุ่มผลิตภัณฑ์อินทรีย์ของเกษตรกร ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.852

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยการสัมภาษณ์เกษตรกรสมาชิกกลุ่มผลิตภัณฑ์อินทรีย์ อำเภอธาตุพนม จังหวัดนครพนม ปี พ.ศ. 2556-2563 จำนวน 3 กลุ่ม ในพื้นที่ 3 ตำบล ได้แก่ ตำบลดอนนางหงส์ ตำบลนาถ่อน และตำบลฝั่งแดง โดยสัมภาษณ์เกษตรกรที่เป็นสมาชิก จำนวน 172 ราย

4. การวิเคราะห์ข้อมูล ข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์มาตรวจสอบความถูกต้อง แล้วนำมาจัดหมวดหมู่และลงรหัส เพื่อประมวลผลโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปทางสังคมศาสตร์ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล วิเคราะห์โดยสถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าความถี่ (Frequencies) ค่าร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ค่าต่ำสุด (Minimum) ค่าสูงสุด (Maximum)



## ผลการวิจัย

### 1. สภาพทางสังคมและเศรษฐกิจของเกษตรกร

1.1 สภาพทางสังคม พบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง (ร้อยละ 64.40) มีอายุเฉลี่ย 59.90 ปี ส่วนใหญ่มีระดับการศึกษาสูงสุดประถมศึกษา (ร้อยละ 58.10) มีจำนวนสมาชิกในครัวเรือนเฉลี่ย 3.79 คน มีจำนวนแรงงานในครัวเรือนเฉลี่ย 2.81 คน เกษตรกรส่วนใหญ่ไม่ได้ดำรงตำแหน่งทางสังคม (ร้อยละ 74.40) เกษตรกรส่วนใหญ่ยังเป็นสมาชิกกลุ่ม/องค์กรอื่น ๆ ที่ไม่ใช่กลุ่มปุ๋ยอินทรีย์ (ร้อยละ 93.00) เกษตรกรสมัครเป็นสมาชิกกลุ่มผลิตปุ๋ยอินทรีย์ปี พ.ศ. 2561 (ร้อยละ 48.30) และมีประสบการณ์ในการผลิตปุ๋ยอินทรีย์เฉลี่ย 10.50 ปี

1.2 สภาพทางเศรษฐกิจ พบว่า เกษตรกรทั้งหมดประกอบอาชีพเกษตรกรรม (ร้อยละ 100.00) มีพื้นที่ของตนเองต่ำสุด 1 ไร่ สูงสุด 40 ไร่ พื้นที่เฉลี่ย 10.59 ไร่ เกษตรกรมีพื้นที่เช่าต่ำสุด 1 ไร่ สูงสุด 13 ไร่ พื้นที่เฉลี่ย 2.62 ไร่ ร้อยละ 68.00 เกษตรกรส่วนใหญ่ไม่มีหนี้สิน (ร้อยละ 95.90) และมีแหล่งเงินทุนเป็นของตนเอง (ร้อยละ 52.90) เกษตรกรมีจำนวนหนี้ที่เป็นสมาชิกกลุ่มผลิตปุ๋ยอินทรีย์ ต่ำสุด จำนวน 10 หนี้ สูงสุด จำนวน 50 หนี้ โดยมีหนี้เฉลี่ย 19.67 หนี้ มีรายได้รวมในภาคการเกษตรทั้งหมดของครอบครัวในรอบปีที่ผ่านมาเฉลี่ย 159,897.09 บาท โดยแยกเป็นรายได้ในภาคการเกษตรเฉลี่ย 55,302.33 บาท/ปี รายได้นอกภาคการเกษตร ร้อยละ 102,097.09 บาทต่อปี โดยส่วนใหญ่เกษตรกร มีรายได้จากการผลิตปุ๋ยอินทรีย์ (ร้อยละ 52.90) รายได้เฉลี่ย 4,720.88 บาท/ปี

### 2. ความรู้เกี่ยวกับการจัดการกลุ่มผลิตปุ๋ยอินทรีย์ และการผลิตปุ๋ยอินทรีย์ของเกษตรกร

2.1 ความรู้เกี่ยวกับการจัดการกลุ่มผลิตปุ๋ยอินทรีย์ พบว่า ระดับความรู้ของเกษตรกรทั้งหมดเกี่ยวกับการจัดการกลุ่มผลิตปุ๋ยอินทรีย์ อยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีคะแนนต่ำสุด 10 คะแนน สูงสุด 10 คะแนน เมื่อพิจารณาในแต่ละประเด็นคำถาม พบว่า เกษตรกรมีความรู้มากที่สุดทุกประเด็น ตอบถูกร้อยละ 100.00

2.2 ความรู้เกี่ยวกับการผลิตปุ๋ยอินทรีย์ พบว่า ระดับความรู้ของเกษตรกร ร้อยละ 98.30 มีความรู้ในระดับมากที่สุด โดยมีคะแนนต่ำสุด 11 คะแนน สูงสุด 15 คะแนน มีคะแนนเฉลี่ย 14.28 คะแนน เมื่อพิจารณาในแต่ละประเด็นคำถาม พบว่า เกษตรกรมีความรู้มากที่สุด คือ ปุ๋ยหมัก คือ การนำวัสดุอินทรีย์จากพืชและสัตว์มาหมักในรูปของการกองรวมกัน สารเร่งชุปเปอร์ พด.1 เป็นกลุ่มจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพสูงในการย่อยสลายเศษวัสดุเหลือใช้เพื่อผลิตปุ๋ยหมักในเวลาอย่างรวดเร็ว ถ้าต้องการผลิตปุ๋ยหมักให้ใช้เวลาสั้นที่สุดควรกลับกองปุ๋ยบ่อย ๆ เพื่อลดความชื้นในกองปุ๋ย และการนำดิน พลาสติก หรือทางมะพร้าว มาปิดทับชั้นบนสุดของกองปุ๋ยจะช่วยป้องกันการสูญเสียความชื้นได้ ตอบถูกร้อยละ 100.00 กิ่งไม้ขนาดใหญ่ควรบดหรือย่อยด้วยเครื่องสับก่อนนำไปทำปุ๋ยหมัก ตอบถูกร้อยละ 95.30 และเกษตรกรตอบผิดมากที่สุด คือ ผสมสารเร่งชุปเปอร์ พด.1 สำหรับทำปุ๋ยหมัก จำนวน 1 ซอง ในน้ำ 30 ลิตร ตอบถูกเพียงร้อยละ 17.40

### 3. สภาพการจัดการกลุ่มผลิตปุ๋ยอินทรีย์ และสภาพการผลิตปุ๋ยอินทรีย์ของเกษตรกร

3.1 สภาพการจัดการกลุ่มผลิตปุ๋ยอินทรีย์ พบว่า เกษตรกร ร้อยละ 85.50 มีคะแนนปฏิบัติอยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีคะแนนต่ำสุด 20 คะแนน สูงสุด 25 คะแนน และมีคะแนนเฉลี่ย 22.58 คะแนน เมื่อพิจารณาทั้ง 5 ด้าน พบว่า เกษตรกรไม่ปฏิบัติเป็นจำนวนมาก 1 ประเด็น คือ ด้านเงินลงทุนของกลุ่ม ในกิจกรรมการวางแผนหรือคาดการณ์ถึงความต้องการของเงินทุนปฏิบัติเพียงร้อยละ 35.50 และการกู้ยืมเงินจากแหล่งเงินทุนปฏิบัติเพียงร้อยละ 30.80 เท่านั้น

3.2 สภาพการผลิตปุ๋ยอินทรีย์ ลักษณะการผลิตปุ๋ยอินทรีย์ พบว่า ลักษณะการผลิตปุ๋ยอินทรีย์ของเกษตรกรทั้งหมดผลิตเพื่อใช้เอง (ร้อยละ 100) และมีเกษตรกรบางส่วนที่มีการผลิตเพื่อจำหน่าย (ร้อยละ 42.40) ดังตารางที่ 1

**ตารางที่ 1** ลักษณะการผลิตปุ๋ยอินทรีย์ของเกษตรกร

ลักษณะการผลิตปุ๋ยอินทรีย์*	จำนวน (ราย)	ร้อยละ
เพื่อใช้เอง	172	100.0
เพื่อจำหน่าย	73	42.4

n = 172 \*ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ

สภาพการผลิตปุ๋ยอินทรีย์ พบว่า เกษตรกร ร้อยละ 20.90 มีคะแนนปฏิบัติอยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีคะแนนต่ำสุด 7 คะแนน สูงสุด 14 คะแนน และมีคะแนนเฉลี่ย 10.10 คะแนน เมื่อพิจารณาทั้ง 3 ด้าน พบว่า เกษตรกรไม่ปฏิบัติเป็นจำนวนมาก 2 ประเด็น คือ การผลิตน้ำหมักชีวภาพ ในกิจกรรมผลิตน้ำหมักชีวภาพโดยใช้วัสดุจากโรงงานอุตสาหกรรมซึ่งปฏิบัติเพียงร้อยละ 26.20 และการผลิตปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด ในกิจกรรมผลิตปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดโดยใช้วัสดุจากโรงงานอุตสาหกรรมซึ่งปฏิบัติเพียง ร้อยละ 2.30 เท่านั้น

#### 4. การได้รับการส่งเสริมและความต้องการการส่งเสริมการจัดการกลุ่มผลิตปุ๋ยอินทรีย์ของเกษตรกร

ด้านเนื้อหาความรู้ พบว่า เกษตรกรได้รับการส่งเสริมอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 4.05) เมื่อพิจารณาตามประเด็น พบว่า เกษตรกรได้รับการส่งเสริมเรื่องความรู้การจัดการกลุ่มผลิตปุ๋ยอินทรีย์ ด้านกิจกรรมกลุ่มอยู่ในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 4.23) และเกษตรกรมีความต้องการการส่งเสริมด้านเนื้อหาความรู้อยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 3.86) เมื่อพิจารณาตามประเด็น พบว่า เกษตรกรต้องการการส่งเสริมด้านเนื้อหาความรู้ อยู่ในระดับมาก 2 ประเด็น คือ ความรู้เรื่องการจัดการกลุ่มผลิตปุ๋ยอินทรีย์ และความรู้เรื่องการผลิตปุ๋ยอินทรีย์ ดังตารางที่ 2

**ตารางที่ 2** การได้รับการส่งเสริมและความต้องการการส่งเสริมการจัดการกลุ่มผลิตปุ๋ยอินทรีย์ของเกษตรกร ด้านเนื้อหาความรู้

ประเด็น	ระดับการได้รับการส่งเสริม			ระดับความต้องการการส่งเสริม		
	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล
1. ความรู้เรื่องการจัดการกลุ่มผลิตปุ๋ยอินทรีย์	4.08	.695	มาก	3.92	.454	มาก
1.1 ด้านเป้าหมายของกลุ่ม	4.01	.697	มาก	4.09	.436	มาก
1.2 ด้านสมาชิกกลุ่ม	4.09	.736	มาก	3.94	.542	มาก
1.3 ด้านผู้นำและกรรมการกลุ่ม	4.18	.715	มาก	3.87	.666	มาก
1.4 ด้านกฎระเบียบและแนวปฏิบัติของกลุ่ม	4.20	.706	มาก	3.83	.640	มาก
1.5 ด้านกิจกรรมกลุ่ม	4.23	.775	มากที่สุด	3.85	.599	มาก
1.6 ด้านเงินทุนของกลุ่ม	3.76	1.251	มาก	3.94	.553	มาก
2. ความรู้เรื่องการผลิตปุ๋ยอินทรีย์	4.01	.870	มาก	3.79	.759	มาก
2.1 การผลิตปุ๋ยหมัก	4.20	.837	มาก	3.82	.628	มาก
2.2 การผลิตน้ำหมักชีวภาพ	4.20	.835	มาก	3.65	.856	มาก
2.3 การผลิตปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด	3.63	1.355	มาก	3.90	.962	มาก
เฉลี่ยรวม	4.05	.783	มาก	3.86	.607	มาก

n = 172

ด้านวิธีการส่งเสริม พบว่า เกษตรกรได้รับการส่งเสริมอยู่ในระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ย 3.30) เมื่อพิจารณาตามประเด็น พบว่า เกษตรกรได้รับการส่งเสริมด้านวิธีการส่งเสริมอยู่ในระดับมาก 2 ประเด็น คือ วิธีการส่งเสริมแบบรายบุคคล (ค่าเฉลี่ย 3.45) และวิธีการส่งเสริมแบบกลุ่ม (ค่าเฉลี่ย 3.64) เกษตรกรได้รับการส่งเสริมด้านวิธีการส่งเสริมอยู่ในระดับปานกลาง 2 ประเด็น คือ วิธีการส่งเสริมแบบมวลชน (ค่าเฉลี่ย 2.94) และวิธีการส่งเสริมโดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ (ค่าเฉลี่ย 3.17) และเกษตรกรมีความต้องการการส่งเสริมด้านวิธีการส่งเสริมอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 4.02) เมื่อพิจารณาตามประเด็น พบว่า เกษตรกรต้องการการส่งเสริมด้านวิธีการส่งเสริมอยู่ในระดับมากที่สุด 2 ประเด็นหลัก คือ วิธีการส่งเสริมแบบรายบุคคล ในประเด็นย่อยส่งเสริมโดยเจ้าหน้าที่ของรัฐ (ค่าเฉลี่ย 4.21) และส่งเสริมโดยผู้นำชุมชน (ค่าเฉลี่ย 4.41) และวิธีการส่งเสริมแบบกลุ่ม ในประเด็นย่อยส่งเสริมโดยวิธีการประชุมกลุ่ม (ค่าเฉลี่ย 4.34) ดังตารางที่ 3

**ตารางที่ 3** การได้รับการส่งเสริมและความต้องการการส่งเสริมการจัดการกลุ่มผลิตปุ๋ยอินทรีย์ของเกษตรกร ด้านวิธีการส่งเสริม

ประเด็น	ระดับการได้รับการส่งเสริม			ระดับความต้องการการส่งเสริม		
	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล
1. วิธีการส่งเสริมแบบรายบุคคล	3.45	.706	มาก	4.15	.505	มาก
1.1 เจ้าหน้าที่ของรัฐ	3.80	1.204	มาก	4.21	.585	มากที่สุด
1.2 ผู้นำชุมชน	3.63	.794	มาก	4.41	.601	มากที่สุด
1.3 เครือญาติ/เพื่อนบ้าน	3.34	.687	ปานกลาง	3.94	.723	มาก
1.4 เจ้าหน้าที่จากภาคเอกชน	3.05	.916	ปานกลาง	4.02	.783	มาก
2. วิธีการส่งเสริมแบบกลุ่ม	3.64	.782	มาก	4.06	.660	มาก
2.1 การประชุมกลุ่ม	3.99	.858	มาก	4.34	.687	มากที่สุด
2.2 การฝึกอบรม	3.84	.890	มาก	3.99	.721	มาก
2.3 การสาธิต	3.56	.873	มาก	3.99	.729	มาก
2.4 การศึกษาดูงาน	3.22	.960	ปานกลาง	3.86	.867	มาก
2.5 ศูนย์เรียนรู้ชุมชน	3.60	1.116	มาก	4.12	.936	มาก
3. วิธีการส่งเสริมแบบมวลชน	2.94	.895	ปานกลาง	3.86	.813	มาก
3.1 สื่อสิ่งพิมพ์ (แผ่นพับ/คู่มือ/โปสเตอร์)	3.04	.999	ปานกลาง	3.98	.809	มาก
3.2 การจัดนิทรรศการ	3.09	.960	ปานกลาง	3.88	.837	มาก
3.3 วิทยุกระจายเสียง	2.82	1.096	ปานกลาง	3.73	.923	มาก
3.4 วิทยุโทรทัศน์	2.83	1.093	ปานกลาง	3.86	.881	มาก
4. วิธีการส่งเสริมโดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ	3.17	.957	ปานกลาง	4.02	.980	มาก
4.1 อินเทอร์เน็ต/เว็บไซต์	3.18	.995	ปานกลาง	4.08	1.023	มาก
4.2 แอปพลิเคชัน Line/ Facebook/ Youtube	3.16	1.022	ปานกลาง	3.96	.963	มาก
เฉลี่ยรวม	3.30	.835	ปานกลาง	4.02	.740	มาก

ด้านการสนับสนุน พบว่า เกษตรกรได้รับการส่งเสริมอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 3.96) เมื่อพิจารณาตามประเด็น พบว่า เกษตรกรได้รับการส่งเสริมด้านการสนับสนุนปัจจัยการผลิตอยู่ในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 4.26) ได้แก่ สารเร่งชุปเปอร์ พด.2 สารเร่งชุปเปอร์ พด.1 กากน้ำตาล และถังหมัก เกษตรกรได้รับการส่งเสริมด้านงบประมาณอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 3.65) และเกษตรกรมีความต้องการการสนับสนุนอยู่ในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 4.28) เมื่อพิจารณาตามประเด็น พบว่า เกษตรกรต้องการการสนับสนุนด้านปัจจัยการผลิตอยู่ในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 4.47) ได้แก่ สารเร่งชุปเปอร์ พด.2 มากที่สุด รองลงมา คือ กากน้ำตาล สารเร่งชุปเปอร์ พด.1 และถังหมัก ดังตารางที่ 4

**ตารางที่ 4** การได้รับการส่งเสริมและความต้องการ การส่งเสริมการจัดการกลุ่มผลิตปุ๋ยอินทรีย์ของเกษตรกร ด้านการสนับสนุน

ประเด็น	ระดับการได้รับการส่งเสริม			ระดับความต้องการการส่งเสริม		
	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล
1. ปัจจัยการผลิต	4.26	.745	มากที่สุด	4.47	.533	มากที่สุด
1.1 สารเร่งชุปเปอร์ พด.1	4.28	.761	มากที่สุด	4.51	.617	มากที่สุด
1.2 สารเร่งชุปเปอร์ พด.2	4.30	.772	มากที่สุด	4.57	.542	มากที่สุด
1.3 กากน้ำตาล	4.26	.760	มากที่สุด	4.54	.545	มากที่สุด
1.4 ถังหมัก	4.22	.869	มากที่สุด	4.27	.815	มากที่สุด
2. งบประมาณ	3.65	.855	มาก	4.08	.613	มาก
2.1 จากภาครัฐ	4.19	1.049	มาก	4.24	.700	มากที่สุด
2.2 จากภาคเอกชน	3.16	1.058	ปานกลาง	3.67	.879	มาก
2.3 จากชุมชน	3.59	.990	มาก	4.31	.597	มากที่สุด
เฉลี่ยรวม	3.96	0.800	มาก	4.28	0.573	มากที่สุด

n = 172

##### 5. ปัญหาและข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการจัดการกลุ่มผลิตปุ๋ยอินทรีย์ของเกษตรกร

ปัญหาเกี่ยวกับการจัดการกลุ่มผลิตปุ๋ยอินทรีย์ของเกษตรกร พบว่า เกษตรกรมีปัญหาเกี่ยวกับการจัดการกลุ่มผลิตปุ๋ยอินทรีย์อยู่ในระดับน้อย (ค่าเฉลี่ย 2.58) เมื่อพิจารณาตามประเด็น พบว่า เกษตรกรมีปัญหาเกี่ยวกับการจัดการกลุ่มผลิตปุ๋ยอินทรีย์อยู่ในระดับปานกลาง คือ ปัญหาด้านการสนับสนุน (ค่าเฉลี่ย 2.78) ในกิจกรรมตั้งนี้หน่วยงานภาครัฐให้การสนับสนุนไม่ต่อเนื่อง กลุ่มเข้าไม่ถึงแหล่งเงินทุน และกลุ่มไม่ได้รับการยอมรับและการสนับสนุนจากชุมชน

ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการจัดการกลุ่มผลิตปุ๋ยอินทรีย์ของเกษตรกร พบว่า เกษตรกรเห็นด้วยกับข้อเสนอแนะอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 3.94) เมื่อพิจารณาตามประเด็น พบว่า เกษตรกรเห็นด้วยกับข้อเสนอแนะอยู่ในระดับมากที่สุดทั้ง 4 ประเด็น ได้แก่ ด้านการจัดการกลุ่ม ด้านการผลิตปุ๋ยอินทรีย์ ด้านการส่งเสริม และด้านการสนับสนุน

## อภิปรายผล

การวิจัย เรื่อง การส่งเสริมการจัดการกลุ่มผลิตปุ๋ยอินทรีย์ของสมาชิกกลุ่ม อำเภอธาตุพนม จังหวัดนครพนม ผู้วิจัยขออภิปรายผลในประเด็นสำคัญ ได้ดังนี้

1. สภาพทางสังคม และสภาพทางเศรษฐกิจของเกษตรกร พบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่จบการศึกษาระดับประถมศึกษา ร้อยละ 58.10 สอดคล้องกับงานวิจัยของ เติตชาย ไตจันทิก (2557) พบว่า สมาชิกมีการศึกษาอยู่ในระดับต่ำกว่าประถมศึกษาปีที่ 4 คิดเป็นร้อยละ 57.07 ระดับประถมศึกษาปีที่ 6 และระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย-ปวช. เท่ากัน คิดเป็นร้อยละ 15.19

2. ความรู้เกี่ยวกับการจัดการกลุ่มผลิตปุ๋ยอินทรีย์และการผลิตปุ๋ยอินทรีย์ของเกษตรกร พบว่า เกษตรกรทุกรายมีความรู้ในการจัดการกลุ่มและการผลิตปุ๋ยอินทรีย์ในระดับมากที่สุดในเกือบทุกประเด็น สอดคล้องกับแนวคิดของกรมการพัฒนาชุมชน (2560) ที่กล่าวว่า การดำเนินกิจกรรมของกลุ่มอาชีพให้ประสบความสำเร็จตามวัตถุประสงค์ร่วมกันของสมาชิก รวมถึงทำให้กลุ่มมีความเข้มแข็งสามารถดำเนินการได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยใช้หลัก 5 ก คือ กลุ่ม/สมาชิก กรรมการ กฎ กติกา ระเบียบข้อบังคับกลุ่ม กองทุน และกิจกรรม ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ กุลจิรา ตุ่นวงศ์ (2560) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการจัดการองค์ความรู้การทำปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพของศูนย์วิสาหกิจชุมชนตำบลป่าไผ่ อำเภอสิริ จังหวัดลำพูน ผลการวิจัยพบว่า ปัจจัยหลักที่ทำให้ศูนย์ประสบความสำเร็จ คือ การมีกลุ่มที่สามัคคีเห็นियวแน่นมีความจริงใจลงมือปฏิบัติจริง

3. สภาพการจัดการกลุ่มผลิตปุ๋ยอินทรีย์และสภาพการผลิตปุ๋ยอินทรีย์ของเกษตรกร พบว่า เกษตรกรมีการปฏิบัติตามขั้นตอนการจัดการกลุ่มอยู่ในระดับมากที่สุด โดยในการจัดการกลุ่มผลิตปุ๋ยอินทรีย์มีการจัดการกลุ่มด้านผู้นำและกรรมการด้านกฎระเบียบและแนวทางปฏิบัติของกลุ่ม และด้านกิจกรรมกลุ่ม และเกษตรกรปฏิบัติตามขั้นตอนการผลิตปุ๋ยอินทรีย์อยู่ในระดับมากที่สุด

4. การได้รับการส่งเสริมและความต้องการส่งเสริมการจัดการกลุ่มผลิตปุ๋ยอินทรีย์ของเกษตรกร **ด้านเนื้อหาความรู้** โดยภาพรวมพบว่า เกษตรกรได้รับการส่งเสริมอยู่ในระดับมากที่สุด ด้านความรู้การจัดการกลุ่มผลิตปุ๋ยอินทรีย์ในประเด็นด้านกิจกรรมกลุ่ม สอดคล้องกับ กุลจิรา ตุ่นวงศ์ (2560) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการจัดการองค์ความรู้การทำปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพของศูนย์วิสาหกิจชุมชนตำบลป่าไผ่ อำเภอสิริ จังหวัดลำพูน ผลการวิจัยพบว่า ปัจจัยหลักที่ทำให้ศูนย์ประสบความสำเร็จ คือ การมีกลุ่มที่สามัคคีเห็นियวแน่น มีความจริงใจลงมือปฏิบัติจริง มีแปลงสาธิตที่เห็นผลจริง **ด้านวิธีการส่งเสริม** พบว่า เกษตรกรได้รับการส่งเสริมอยู่ในระดับมาก คือ วิธีการส่งเสริมแบบกลุ่ม โดยการประชุมกลุ่ม และเกษตรกรมีความต้องการการส่งเสริมแบบรายบุคคล จากผู้นำชุมชน อาจเนื่องจากผู้นำชุมชนเป็นผู้ที่ใกล้ชิดกับสมาชิกในกลุ่มที่สมาชิกให้ความไว้วางใจและเป็นสื่อกลางที่จะประสานงานกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการดำเนินกิจกรรมกลุ่มอื่น ๆ ได้ดี สอดคล้องกับงานวิจัยของ กุลจิรา ตุ่นวงศ์ (2560) พบว่า การจัดการองค์ความรู้โดยใช้รูปแบบการจัดประชุมชี้แจงทำความเข้าใจกับชาวบ้านและการนำชาวบ้านไปดูงานสถานที่จริงในพื้นที่เพื่อให้เห็นภาพการดำเนินงานที่เข้าใจง่ายและยอมรับการถ่ายทอดองค์ความรู้มากขึ้น **ด้านการสนับสนุน** พบว่า เกษตรกรได้รับการส่งเสริมอยู่ในระดับมากที่สุด คือ ปัจจัยการผลิต ได้แก่ สารเร่งชุปเปอร์ พด.2 สารเร่งชุปเปอร์ พด.1 กากน้ำตาล และถังหมัก และเกษตรกรมีความต้องการการส่งเสริมปัจจัยการผลิต ได้แก่ สารเร่งชุปเปอร์ พด.2 มากที่สุด สอดคล้องกับงานวิจัยของ ยุทธ ไกยวรรณ (2555) พบว่า ในกระบวนการผลิตสินค้าใดๆส่วนประกอบที่

สำคัญที่ทำให้เกิดผลผลิตที่ดี คือ คน เครื่องจักร วัตถุดิบ ถ้าส่วนประกอบทั้ง 3 ไม่บกพร่องสินค้าที่ผลิตได้ก็อยู่ในระดับมาตรฐานที่น่าเชื่อถือสำหรับผู้บริโภค

5. ปัญหาและข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการจัดการกลุ่มผลิตปุ๋ยอินทรีย์ของเกษตรกร **ปัญหาเกี่ยวกับการจัดการกลุ่มผลิตปุ๋ยอินทรีย์ของเกษตรกร** พบว่า เกษตรกร มีปัญหา เจ้าหน้าที่ของรัฐไม่สามารถไปเยี่ยมเกษตรกรได้ตลอดเวลา ขาดการประชาสัมพันธ์ผ่านสื่อ ต่าง ๆ เช่น สื่อสิ่งพิมพ์ การจัดนิทรรศการ วิทยุโทรทัศน์กระจายเสียง และกลุ่มเข้าไม่ถึงแหล่งเงินทุน รองลงมา คือ หน่วยงานภาครัฐให้การสนับสนุนไม่ต่อเนื่อง ทั้งนี้เนื่องจากเมื่อเกษตรกรเกิดปัญหาในการดำเนินกิจกรรมกลุ่มไม่สามารถแก้ไขปัญหาได้เอง จึงอยากให้เจ้าหน้าที่ลงพื้นที่เพื่อเยี่ยมเกษตรกรชี้แนะแนวทางปฏิบัติให้เกษตรกรได้ปฏิบัติตามอย่างถูกต้องได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ กุลจิรา ตุ่นวงศ์ (2560) พบว่า ศูนย์วิสาหกิจชุมชนควรจัดทำกรอบการเยี่ยมชมสวนของเกษตรกรและทำแผนพับ เอกสารแจกจ่ายให้กับชาวบ้าน **ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการจัดการกลุ่มผลิตปุ๋ยอินทรีย์ของเกษตรกร** พบว่า เกษตรกร มีข้อเสนอแนะควรมีการจดทะเบียนกลุ่มตามกฎหมาย รองลงมา คือ คณะกรรมการกลุ่มควรมีการประชุมสรุป ผลการดำเนินการของกลุ่มเป็นระยะๆ เพื่อประเมินสถานการณ์และสร้างความเชื่อมั่นให้กับสมาชิก ทั้งนี้เนื่องจากการจัดการกลุ่มได้เป็นไปตามกฎ กติกา และข้อบังคับของกลุ่มที่กำหนดไว้ปฏิบัติร่วมกัน เกษตรกรจึงต้องการให้เจ้าหน้าที่ของรัฐได้สนับสนุนและส่งเสริม รวมทั้งให้แนวทางในการจดทะเบียนกลุ่มตามกฎหมาย สอดคล้องกับงานวิจัยของ กุลจิรา ตุ่นวงศ์ (2560) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการจัดการองค์ความรู้การทำปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพของศูนย์วิสาหกิจชุมชนตำบลป่าไผ่ อำเภอฉะเชิงเทรา จังหวัดฉะเชิงเทรา ผลการวิจัยพบว่า ปัญหาของศูนย์ คือ สมาชิกยังขาดความรู้ด้านกระบวนการผลิตปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพที่ถูกต้องและให้ผลผลิตสูงสุด ผู้ศึกษามีข้อเสนอแนะที่จะเอื้อประโยชน์ต่อการจัดการองค์ความรู้ การทำปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพของศูนย์วิสาหกิจชุมชนตำบลป่าไผ่ คือ ศูนย์วิสาหกิจชุมชนควรจัดทำกรอบการเยี่ยมชมสวนของเกษตรกรและทำแผนพับ เอกสารแจกจ่ายให้กับชาวบ้าน

### สรุปผลการวิจัย

เกษตรกรเกินกว่าครึ่งเป็นเพศหญิง อายุเฉลี่ย 59.90 ปี จบการศึกษาระดับประถมศึกษา มีสมาชิกในครัวเรือนเฉลี่ย 3.79 คน แรงงานในครัวเรือนเฉลี่ย 2.81 คน มีประสบการณ์ในการผลิตปุ๋ยอินทรีย์เฉลี่ย 10.45 ปี มีพื้นที่ของตนเองเฉลี่ย 10.59 ไร่ รายได้รวมในภาคการเกษตรทั้งหมดของครอบครัวในรอบปีที่ผ่านมาเฉลี่ย 159,897.09 บาท รายได้จากการผลิตปุ๋ยอินทรีย์เฉลี่ย 4,720.88 บาท/ปี เกษตรกรส่วนใหญ่มีความรู้ในการจัดการกลุ่มและการผลิตปุ๋ยอินทรีย์ในระดับมากที่สุดในเกือบทุกประเด็น เกษตรกรมีการจัดการกลุ่มอยู่ในระดับมากที่สุด แต่เมื่อพิจารณาทั้ง 5 ด้าน พบว่า เกษตรกรไม่ปฏิบัติเป็นจำนวนมาก 1 ประเด็น คือ ด้านเงินลงทุนของกลุ่ม ในกิจกรรมการวางแผนหรือคาดการณ์ถึงความต้องการของเงินทุน และการกู้ยืมเงินจากแหล่งเงินทุน และการผลิตปุ๋ยอินทรีย์อยู่ในระดับมากที่สุด พบว่าเกษตรกรส่วนใหญ่ผลิตปุ๋ยเพื่อใช้เอง เมื่อพิจารณาตามสภาพการผลิตปุ๋ย พบว่า เกษตรกรไม่ปฏิบัติเป็นจำนวนมาก 2 ประเด็น คือ การผลิตน้ำหมักชีวภาพ ในกิจกรรมผลิตน้ำหมักชีวภาพโดยใช้วัสดุจากโรงงานอุตสาหกรรม และการผลิตปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด ในกิจกรรมผลิตปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดโดยใช้วัสดุจากโรงงานอุตสาหกรรม เกษตรกรส่วนมากได้รับการส่งเสริมเนื้อหาความรู้ด้านกิจกรรมกลุ่ม และมีความต้องการส่งเสริมเนื้อหาความรู้ในด้านเป้าหมายของกลุ่ม เกษตรกรต้องการวิธีการส่งเสริมแบบกลุ่ม โดยการประชุมกลุ่ม ต้องการการส่งเสริมแบบ

รายบุคคล จากผู้นำชุมชน และต้องการการสนับสนุนปัจจัยการผลิต คือสารเร่งซูเปอร์ พด.2 และเกษตรกรมีปัญหา  
ในประเด็น เจ้าหน้าที่ของรัฐไม่สามารถไปเยี่ยมเกษตรกรได้ตลอดเวลา และหน่วยงานภาครัฐให้การสนับสนุนไม่  
ต่อเนื่อง โดยเกษตรกรมีข้อเสนอแนะให้คณะกรรมการกลุ่มควรมีการประชุมสรุปผลการดำเนินการของกลุ่มเพื่อ  
ประเมินสถานการณ์และสร้างความเชื่อมั่นให้กับสมาชิก ควรมีการจัดทะเบียนกลุ่มตามกฎหมาย และควรจัดให้มี  
การฝึกอบรม แลกเปลี่ยนเรียนรู้เพื่อเพิ่มองค์ความรู้ในการผลิตปุ๋ยอินทรีย์ให้กับสมาชิก

### เอกสารอ้างอิง

- กรมการพัฒนาชุมชน. (2560). *แนวทางการจัดตั้งและพัฒนากลุ่มอาชีพ*. สำนักพัฒนาศักยภาพชุมชน.
- กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. (2560). *ยุทธศาสตร์เกษตรและสหกรณ์ระยะ 20 ปี (พ.ศ. 2560-2579) และแผนพัฒนา  
การเกษตรในช่วงแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560-2564)*. สำนักเศรษฐกิจ  
การเกษตร.
- กลุ่มส่งเสริมอาชีพการเกษตร. (2563). *แนวทางการดำเนินงานกลุ่มส่งเสริมอาชีพการเกษตร*. กองพัฒนาเกษตรกร  
กรมส่งเสริมการเกษตร.
- กุลจิรา ตุ่นวงศ์. (2560). *การจัดการองค์ความรู้การทำปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพของศูนย์วิสาหกิจชุมชนตำบลป่าไผ่ อำเภอสีคิ้ว  
จังหวัดลำพูน [การค้นคว้าแบบอิสระ บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต]*. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- จินดา ขลิบทอง. (2557). *กระบวนการวิจัยทางส่งเสริมการเกษตร*. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- เชิดชาย โตจันทิก. (2557). *แนวทางการพัฒนาการผลิตปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพตำบลวังโรงใหญ่ อำเภอสีคิ้ว จังหวัด  
นครราชสีมา [วิทยานิพนธ์ ปริญญาเกษตรศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]*. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- ยุทธ ไถยวรรณ. (2555). *การบริหารการผลิต*. ศูนย์สื่อเสริมกรุงเทพ
- สำนักงานปลัดกระทรวงเกษตรและสหกรณ์. (2558). *รณรงค์ให้เกษตรกรผลิตปุ๋ยอินทรีย์ ช่วยลดต้นทุน*. สำนักงาน  
ปลัดกระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

## ผลของปุ๋ยคอกต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม และฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของฟ้าทะลายโจร

Effects of Manures on Total Phenolic Content and Antioxidant Activity  
of *Andrographis paniculata* (Burm. f.) Wall. ex Nees

ณัฐกิจ สีน้าเงิน, กษิติเดช อ่อนศรี\*, กัญตนา หลอดทองกลาง, เกศินี ศรีปฐมกุล,  
ธัญชยา เกณท์ขุนทด และ อภิเดช เอเมียม

Natakit Seenamngern, Kasideth Onsri\*, Kantana Lodthonglang, Kesinee Sripathomkul,  
Tanatya Kenkhunthod and Aphidet Emeam

คณะนวัตกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยรังสิต

Faculty of Agricultural Innovation, Rangsit University

\*Corresponding author. Email: kasideth.o@rsu.ac.th

### บทคัดย่อ

ฟ้าทะลายโจร เป็นสมุนไพรที่มีรสขมถูกบรรจุอยู่ในบัญชียาหลักแห่งชาติ พ.ศ. 2542 (บัญชียาจากสมุนไพร) กระทรวงสาธารณสุข มีสรรพคุณทางการแพทย์แผนไทยใช้บรรเทาอาการไข้หวัด แก้ไอและเจ็บคอ การศึกษานี้จึงต้องการนำปุ๋ยคอกมาใช้ปลูกฟ้าทะลายโจรเพื่อเพิ่มคุณภาพผลผลิตด้านสารออกฤทธิ์ซึ่งเป็นปัจจัยหนึ่งที่สามารถบ่งบอกถึงคุณภาพของผลผลิตฟ้าทะลายโจรได้ โดยมีวัตถุประสงค์ในการศึกษานิตปุ๋ยคอกต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมและฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของฟ้าทะลายโจร วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design ; CRD) ประกอบด้วย 5 ทรีตเมนต์ คือ ไม่ใส่ปุ๋ยคอก (ชุดควบคุม) มูลไส้เดือน มูลวัว มูลไก่ มูลหนอนใหม่ จำนวน 10 กรัม/กระถาง ผลการทดลองพบว่า ปุ๋ยคอกมีผลต่อคุณภาพด้านสารสำคัญของฟ้าทะลายโจร โดยปุ๋ยมูลหนอนใหม่ทำให้ฟ้าทะลายโจรมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและสารประกอบฟีนอลิกรวมมากที่สุด เท่ากับ 47.39% และ 35.30 กรัม<sub>GAE</sub>/ลิตร ตามลำดับ ดังนั้นจากผลการทดลองของการศึกษานี้สามารถส่งเสริมการใช้ปุ๋ยคอกเพื่อเพิ่มคุณภาพผลผลิตของฟ้าทะลายโจรด้านสารออกฤทธิ์ได้

**คำสำคัญ:** ฟ้าทะลายโจร ปุ๋ยคอก ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ สารประกอบฟีนอลิก



## Abstract

King of bitter is a bitter medicinal plant. It was included in the National List of Essential Drug in 1999 (Herbal Medicine List), Ministry of Public Health. It has properties in Thai traditional medicine. This plant is used to relieve a cold, cough and sore throat. This study aims to use manures for the production of King of bitter to increase the active ingredients, which is a factor that can indicate the quality of this plant. The objective was to study the kind of manure on total phenolic compounds and antioxidant activity of King of bitter. The experiment was designed by a Completely Randomized Design (CRD) for 5 treatments, namely, no manure (control), vermicompost, cow manure, chicken manure and silkworm droppings for 10 grams per pot. The results showed that manure affects the quality of King of bitter active ingredients. The silkworm droppings produced the highest antioxidant activity and total phenolic compounds at 47.39% and 35.30  $\text{g}_{\text{GAE}}\text{L}^{-1}$ , respectively. Therefore, the results of this study demonstrate that manure can use be promoted to improve the active ingredient as the quality of this plant.

**Keywords:** King of Bitter, Manures, Antioxidant Activity, Phenolic Compounds

## บทนำ

ฟ้าทะลายโจร เป็นพืชล้มลุก สูงประมาณ 30-60 เซนติเมตร เป็นสมุนไพรที่อยู่ในกลุ่มยาเย็น ทุกส่วนมีรสขม จึงได้ชื่อว่า “King of bitter” มีการนำมาใช้ทางการแพทย์แผนไทย (Traditional Thai medicine) เพื่อบรรเทาและรักษาอาการไข้ ไข้หวัด ท้องเสียแบบไม่ติดเชื้อ ได้ถูกบรรจุอยู่ในบัญชียาหลักแห่งชาติ (ยาจากสมุนไพร) ตั้งแต่ พ.ศ. 2542 โดยจัดอยู่ในกลุ่มยาที่ใช้ในกลุ่มอาการระบบทางเดินอาหาร และกลุ่มอาการระบบทางเดินหายใจ บรรเทาอาการเจ็บคอ และอาการของโรคหวัด (Common Cold) (ชุดิมา เพ็ชรประยูร, 2560) ทุกส่วนของฟ้าทะลายโจรไม่ว่าจะเป็นใบ ต้น หรือผล มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและสารประกอบฟีนอลิกรวมที่มีความสัมพันธ์เชิงบวกไปในทิศทางเดียวกัน (Rafat et al., 2010) โดยส่วนของใบจะพบสารแอนโดรกราโฟไลด์ซึ่งเป็นสารทุติยภูมิที่พบเฉพาะในพืชชนิดนี้ สูงที่สุดเมื่อเทียบกับส่วนอื่น (Pholphana et al., 2004)

ปัจจุบันมีการส่งเสริมให้ใช้ปุ๋ยอินทรีย์อย่างปุ๋ยคอกในการนำมาใช้ปลูกหรือใช้เสริมเพื่อปรับปรุงดิน เพื่อลดต้นทุนด้านการผลิตมากขึ้น งานวิจัยของ Detpiratmongkol et al. (2014) ศึกษาผลของมูลไก่ มูลสุกร และมูลโคในอัตรา 2.5, 5, 7.5, 10, 12.5 ตันต่อเฮกตาร์ ต่อผลผลิตของฟ้าทะลายโจร พบว่า มูลไก่ทำให้ฟ้าทะลายโจร มีพื้นที่ใบและน้ำหนักแห้งสูงสุด รองลงมาคือมูลสุกร และมูลโคตามลำดับ โดยปริมาณของผลผลิตจะเพิ่มขึ้นอย่างมากเมื่ออัตราการให้ปุ๋ยคอกเพิ่มขึ้น และการศึกษาของ Upadhyaya et al. (2011) ที่ได้ทดลองปลูกฟ้าทะลายโจรด้วยระบบอินทรีย์ โดยใช้ปุ๋ยมูลวัว ปุ๋ยหมัก และปุ๋ยมูลไส้เดือน โดยไม่ผสมปุ๋ยเคมีหรือธาตุอาหารอื่นเพิ่มเติม พบว่า ปุ๋ยมูลวัวทำให้ฟ้าทะลายโจรมีปริมาณสารฟีนอลิกรวมและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระมากที่สุด รองลงมาคือปุ๋ยหมัก และปุ๋ยมูลไส้เดือนตามลำดับ และยังพบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารฟีนอลิกรวมกับฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของฟ้าทะลายโจรที่ปลูกปุ๋ยชนิดต่าง ๆ ด้วยว่าเมื่อปริมาณสารฟีนอลิกรวมมากขึ้นทำให้การกำจัดสารอนุมูลอิสระมีศักยภาพมากขึ้น

จากงานวิจัยข้างต้น ทำให้การศึกษานี้ต้องการนำปุ๋ยคอกมาใช้ปลูกฟ้าทะลายโจรเพื่อเพิ่มคุณภาพผลผลิตด้านสารออกฤทธิ์ ซึ่งเป็นปัจจัยหนึ่งที่สามารถบ่งบอกถึงคุณภาพของผลผลิตฟ้าทะลายโจรได้โดยมีวัตถุประสงค์ในการศึกษานิตของปุ๋ยคอกต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมและฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของฟ้าทะลายโจร

### วิธีดำเนินการวิจัย

1. การเตรียมการทดลอง การเตรียมพืชทดลอง โดยคัดเลือกต้นพันธุ์ฟ้าทะลายโจรที่มีการเจริญเติบโตเต็มที่ แข็งแรง สมบูรณ์ และไม่มีรอยการทำลายจากศัตรูพืช มาปักชำลงในกระถางขนาด 10 นิ้ว กระถางละ 1 กิ่ง วัสดุปลูกผสม ประกอบด้วย ขุยมะพร้าว:กาบมะพร้าวสับ:แกลบดิบ:แกลบดำ อัตราส่วน 1:1:1:1 จำนวน 100 กระถาง มีการให้น้ำทุกวันในปริมาณที่เท่ากันตลอดระยะเวลาการปลูก และหลังจากทำการปักชำไปแล้วเป็นระยะเวลาประมาณ 2 เดือน คัดเลือกต้นพันธุ์ที่มีการเจริญเติบโตที่ดี แข็งแรงและสมบูรณ์ จำนวน 50 กระถาง เพื่อเริ่มการทดสอบการให้ปุ๋ยคอกแต่ละชนิด ณ โรงเรียนคณะนวัตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยรังสิต ระยะเวลาทำการทดลองตั้งแต่ เดือนธันวาคม 2564 ถึง เดือนมีนาคม 2565

2. การวางแผนการทดลอง วางแผนทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design ; CRD) จำนวน มี 5 กรรมวิธีทดลอง ได้แก่ 1) การไม่ใส่ปุ๋ยคอก (เป็นปัจจัยควบคุม) 2) ปุ๋ยมูลไส้เดือน 3) ปุ๋ยมูลวัว 4) ปุ๋ยมูลไก่ และ 5) ปุ๋ยมูลหนอนไหม จำนวน 10 ช้ำ ๆ ละ 1 กระถาง โดยให้ปุ๋ยคอกด้วยการพรวนลงกระถางปลูก 10 กรัม ต่อกระถาง ทุก ๆ 7 วัน เป็นระยะเวลา 7 สัปดาห์ก่อนเก็บเกี่ยว เมื่อฟ้าทะลายโจรมีอายุครบ 8 สัปดาห์หลังจากเริ่มมีการใช้กรรมวิธีทดลอง บันทึกผลการทดลอง ได้แก่ ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และสารประกอบฟีนอลิกรวม หลังจากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติด้วยวิธี Duncan's multiple range test (DMRT)

3. การบันทึกข้อมูล การวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ [2,2-diphenyl- 2-picrylhydrazyl hydrate (DPPH) assay] เก็บตัวอย่างฟ้าทะลายโจรที่มีอายุครบ 8 สัปดาห์ วิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ดัดแปลงตามวิธีการของ Predner et al. (2008) เริ่มจากการสกัดสารจากใบของฟ้าทะลายโจรด้วยเอทานอล 95% อัตราส่วน 1:2 (น้ำหนัก/ปริมาตร) ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง นำไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 8,000 รอบต่อนาที แยกเฉพาะส่วนใสสำหรับนำไปวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ โดยเจือจางสารละลายฟ้าทะลายโจรที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ใช้เอทานอล 95% เป็นตัวทำละลาย จากนั้นนำสารสกัดปริมาตร 0.5 มิลลิลิตรผสมกับสารละลาย DPPH ความเข้มข้น 0.1 มิลลิโมลาร์ให้ได้ปริมาตร 3 มิลลิลิตร ผสมสารละลายให้เข้ากัน จากนั้นเก็บไว้ในที่มืดเป็นเวลา 20 นาที นำสารสกัดที่เตรียมได้ไปวัดค่าดูดกลืนแสงด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (spectrophotometer) ที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร นำค่าที่ได้ไปคำนวณเปอร์เซ็นต์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ โดยใช้สูตรดังสมการที่ 1

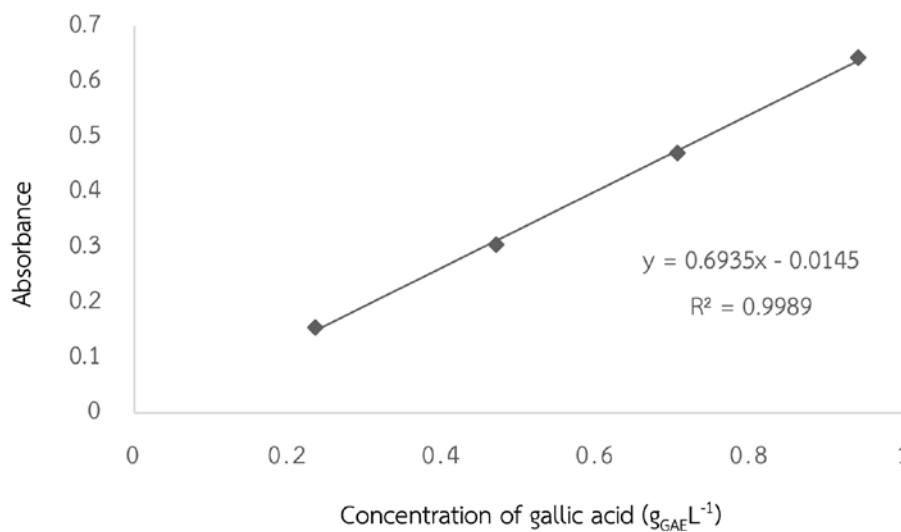
$$\text{ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ} = [(A_{517}\text{blank} - A_{517}\text{sample}) / A_{517}\text{blank}] \times 100 \quad (1)$$

$A_{517}\text{blank}$  = ค่าการดูดกลืนแสงของสาร DPPH ที่มีความยาวคลื่น 517 nm

$A_{517}\text{sample}$  = ค่าการดูดกลืนแสงของสารสกัดผสมกับสาร DPPH ที่มีความยาวคลื่น 517 nm

**ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม** วิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมหลังจากปลูกเลี้ยงฟ้าทะลายโจรในปัจจัยที่ต่างกันครบ 8 สัปดาห์ ดัดแปลงตามวิธีการของ Gao et al. (2000) ทำการสกัดใบของฟ้า

ละลายโจรสด้วยเอทานอล 95% อัตราส่วน 1:2 (น้ำหนัก/ปริมาตร) ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนำไปปั่นเหวี่ยงด้วยความเร็ว 8,000 รอบต่อนาที แยกเอาส่วนใสไปวิเคราะห์สารประกอบฟีนอลิกรวมโดยวิธี total phenolic compounds ใช้สารสกัด 0.1 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นที่มีน้ำกลั่น 2 มิลลิลิตร และเติม Folin & Ciocalteu's phenol reagent 0.2 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 3 นาที จากนั้นเติม 20% โซเดียมคาร์บอเนต 1 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันวางไว้ในที่มืด ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 60 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 765 นาโนเมตร ด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (spectrophotometer) นำค่าที่ได้ไปเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานของกรดแกลลิก (รูปที่ 1) รายงานผลเป็นสารประกอบฟีนอลิกรวม (กรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อลิตร)



รูปที่ 1 กราฟมาตรฐานกรดแกลลิกที่ความเข้มข้นต่างๆ

### ผลการวิจัยและอภิปรายผล

จากการวิเคราะห์ข้อมูลด้านสารออกฤทธิ์โพลีฟีนอลของฟ้าทะลายโจรที่ได้รับปุ๋ยคอกชนิดต่าง ๆ ปุ๋ยคอกมีผลต่อฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ โดยฟ้าทะลายโจรที่ได้รับชนิดปุ๋ยคอกที่แตกต่างกันมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ต้นฟ้าทะลายโจรที่ใส่มูลหอนใหม่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระมากที่สุดไม่แตกต่างกับต้นที่ใส่มูลไก่ มีค่าเท่ากับ 47.39% และ 40.47% ตามลำดับ ส่วนฟ้าทะลายโจรที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระรองลงมาคือ ต้นที่ใส่มูลวัว แสดงค่าที่ 32.99% ซึ่งมีค่าไม่แตกต่างกับการใส่มูลไก่ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะปุ๋ยมูลไก่และมูลวัวที่นำมาใช้นั้นมีธาตุอาหารที่เป็นปัจจัยในการส่งเสริมการสร้างสารต้านอนุมูลอิสระของพืชที่ใกล้เคียงกัน ซึ่งเมื่อเทียบกับมูลหอนใหม่ที่มีปริมาณธาตุอาหารสูงกว่าปุ๋ยมูลสัตว์ชนิดอื่น ๆ (ปรียานุช จุลกะ และคณะ, 2563) แล้วนั้น พบว่าฟ้าทะลายโจรที่ได้รับปุ๋ยมูลหอนใหม่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่มากกว่า การใส่มูลไก่เดือนและการไม่ใส่ปุ๋ยคอก ทำให้ต้นฟ้าทะลายโจรมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระน้อยสุดไม่แตกต่างกัน เท่ากับ 26.92% และ 29.36% ตามลำดับ

ชนิดของปุ๋ยคอกที่แตกต่างกันส่งผลต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมของต้นฟ้าทะลายโจรที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยมูลหอนใหม่และมูลไก่ทำให้ฟ้าทะลายโจรมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมมากที่สุดไม่แตกต่างกัน มีค่าเท่ากับ 35.30 และ 32.93 กรัม<sub>GAE</sub>/ลิตร ตามลำดับ ต้นฟ้าทะลายโจรที่ใส่มูลวัวมีปริมาณ

สารประกอบฟีนอลิกรวมรองลงมา มีค่าเท่ากับ 28.47 กรัม<sub>GAE</sub>/ลิตร ซึ่งไม่แตกต่างกับต้นที่ใส่มูลไส้เดือน ซึ่งมีค่าเท่ากับ 26.84 กรัม<sub>GAE</sub>/ลิตร และการไม่ใส่ปุ๋ยทำให้ฟ้าทะลายโจรมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมน้อยที่สุดเท่ากับ 24.47 กรัม<sub>GAE</sub>/ลิตร ซึ่งไม่แตกต่างกับการไม่ใส่ปุ๋ยคอก (ตารางที่ 1)

**ตารางที่ 1** ปริมาณฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและสารประกอบฟีนอลิกรวมของฟ้าทะลายโจรที่ได้รับปุ๋ยคอกที่แตกต่างกัน หลังเก็บเกี่ยวเมื่อมีอายุครบ 6 สัปดาห์

Treatment	%DPPH scavenging activity	Total phenolic compound (g <sub>GAE</sub> L <sup>-1</sup> )
ไม่ใส่ปุ๋ยคอก (ชุดควบคุม)	29.36 ± 2.94 c <sup>1/</sup>	24.47 ± 1.57 c
มูลไส้เดือน 10 g	26.92 ± 5.38 c	26.84 ± 1.39 bc
มูลวัว 10 g	32.99 ± 2.46 bc	28.47 ± 1.82 b
มูลไก่ 10 g	40.47 ± 5.59 ab	32.93 ± 1.15 a
มูลหนอนใหม่ 10 g	47.39 ± 5.65 a	35.30 ± 2.42 a
F-Test	**	**
C.V. (%)	3.04	5.84

หมายเหตุ <sup>1/</sup>ค่าเฉลี่ยตามแนวดิ่งที่ตามด้วยตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากการเปรียบเทียบโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test

\*\* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์

ปุ๋ยคอกจะให้สัดส่วนของธาตุไนโตรเจนกว่าธาตุอาหารอื่น ๆ ซึ่งการเพิ่มขึ้นของธาตุไนโตรเจนจะทำให้เกิดกิจกรรมของ Superoxide Dismutase (SOD) ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่มีความสามารถในการต่อต้านอนุมูลอิสระ รวมทั้งเอนไซม์ Catalase (CAT) และเอนไซม์ Peroxidase (POD) ของพืช เพิ่มขึ้น (Ahmad et al., 2022) ปริมาณไนโตรเจนที่มากหรือน้อยเกินไปนั้นจะทำให้พืชเกิดความเครียด (Yañez-Mansilla et al., 2015) และเกิดเป็นสารต้านอนุมูลอิสระสะสมในส่วนต่าง ๆ ของพืชได้ (Kong et al., 2017) จากผลของฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่มีแนวโน้มเป็นไปในทิศทางเดียวกันปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม ทั้งนี้เนื่องจากสารประกอบฟีนอลิกรวมนั้นเป็นสารทุติยภูมิที่ทำหน้าที่เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ซึ่งพบได้ในพืชทุกชนิด โดยเฉพาะพืชสมุนไพร (Rafat et al., 2010) ซึ่งผลดังกล่าวแสดงค่ามากที่สุดที่ต้นฟ้าทะลายโจรที่ใส่มูลหนอนใหม่ มูลไก่ มูลวัว มูลไส้เดือน และมีค่าน้อยสุดที่ต้นฟ้าทะลายโจรที่ไม่ใส่ปุ๋ยคอกตามลำดับ สอดคล้องกับการทดลองของ Upadhyaya et al. (2011) พบว่า เมื่อปริมาณสารฟีนอลรวมมากขึ้นทำให้การกำจัดสารอนุมูลอิสระของฟ้าทะลายโจรมีศักยภาพมากขึ้น โดยฟ้าทะลายโจรที่ใส่ปุ๋ยมูลวัวมีปริมาณสารฟีนอลิกรวมและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระมากกว่าการใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือน

## สรุปผล

ชนิดของปุ๋ยคอกมีผลต่อคุณภาพด้านสารสำคัญของฟ้าทะลายโจร จากผลการทดลองปุ๋ยมูลหนอนใหม่เป็นปุ๋ยคอกที่เหมาะสมที่สุดที่ทำให้ฟ้าทะลายโจรมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและสารประกอบฟีนอลิกรวมมากที่สุดเท่ากับ 47.39% และ 35.30 กรัม<sub>GAE</sub>/ลิตร ตามลำดับ แต่หากพื้นที่ปลูกใดไม่มีปุ๋ยมูลหนอนใหม่ก็สามารถใช้ปุ๋ยมูลไก่แทนได้ เนื่องจากมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและสารประกอบฟีนอลิกรวมไม่แตกต่างจากการใช้ปุ๋ยมูลหนอนใหม่ ดังนั้นจากการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าสามารถส่งเสริมการใช้ปุ๋ยคอกเพื่อเพิ่มคุณภาพผลผลิตของฟ้าทะลายโจรด้านสารออกฤทธิ์ได้

### เอกสารอ้างอิง

- ชุตติมา เพ็ชรประยูร. (2560). ฟ้ายทะลายโจร. ใน วิชา นุฏกุลการ และชุตติมา เพ็ชรประยูร (บ.ก.), *สมุนไพร Champion Products* (น. 30-51). บุญศิริการพิมพ์.
- ปริญานุษ จุลกะ, เบญญา มะโนชัย, พิจิตรา แก้วสอน, เกศศิริรินทร์ แสงมณี และเบญจมาศ แก้วรัตน์. (2563). รายงานการวิจัยการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากมูลหนอนใหม่มาใช้ประโยชน์ทางการเกษตรเพื่อความยั่งยืนของชุมชนที่ปลูกหม่อนเลี้ยงไหม. สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ.
- Ahmad, I., Zhu, G., Zhou, G., Song, X., Hussein Ibrahim, M. E., and Ibrahim Salih, E. G. (2022). Effect of N on Growth, Antioxidant Capacity, and Chlorophyll Content of Sorghum. *Agronomy*, 12(2), 501.
- Detpiratmongkol, S., Ubolkerd, T. and Yoosukyingstaporn, S. (2014). Effects of chicken, pig and cow manures on growth and yield of Kalmegh (*Andrographis paniculata* Nees). *Journal of Agricultural Technology*, 10(2), 475-482.
- Gao, X., Ohlander, M., Jeppsson, Björk, L. and Trajkovski, V. (2000). Changes in antioxidant effects and their relationship to phytonutrients in fruits of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) during maturation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 4(5), 1485–1490.
- Kong, L., Xie, Y., Hu, L., Si, J., & Wang, Z. (2017). Excessive nitrogen application dampens antioxidant capacity and grain filling in wheat as revealed by metabolic and physiological analyses. *Scientific Reports*, 7(1), 1-14.
- Pholphana, N., Rangkadilok, N., Thongnest, S., Ruchirawat, S., Ruchirawat, M. & Satayavivad, J. (2004). Determination and variation of three active diterpenoids in *Andrographis paniculata* (Burm. f.) Nees. *Phytochemical Analysis: An International Journal of Plant Chemical and Biochemical Techniques*, 15(6), 365-371.
- Predner, D., Hsieh, P. Ch., Lai P.Y., & Charles, A. L. (2008). Evaluation of drying methods on antioxidant activity, total phenolic and total carotenoid contents of sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) var. Tainong73. *Journal of International Cooperation*, 3(2), 73-86.
- Rafat, A., Philip, K., & Muni, S. (2010). Antioxidant potential and content of phenolic compounds in ethanolic extracts of selected parts of *Andrographis paniculata*. *Journal of Medicinal Plants Research*, 4(3), 197-202.
- Upadhyaya, S., Mahanta, J. J. & Saikia, L. R. (2011). Antioxidant activity, phenol and flavonoid content of a medicinal herb *Andrographis paniculata* (Burm. F.) nees grown using different organic manures. *Journal of Pharmacy Research*, 4(3), 614-616.
- Yañez-Mansilla, E., Cartes, P., Reyes-Díaz, M., Ribera-Fonseca, A., Rengel, Z., & Alberdi, M. (2015). Leaf nitrogen thresholds ensuring high antioxidant features of *Vaccinium corymbosum* cultivars. *Journal of soil science and plant nutrition*, 15(3), 574-586.

## ผลของน้ำหมักมูลหนอนไหมต่อฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ และปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมของฟ้าทะลายโจร

### Effects of Silkworm Waste Bio-Extract on Antioxidant Activity and Total Phenolic Content of King of Bitter

ยุทธนา แสงเพชร, กษิติเดช อ่อนศรี\*, กัญตนา หลอดทองกลาง, เกศินี ศรีปฐมกุล,  
ธัญชยา เกณฑ์ขุนทด และ อภิเดช เอเมียม

Yuttana Sangpetch, Kasideth Onsri\*, Kantana Lodthonglang, Kesinee Sripathomkul,  
Tanatya Kenkhunthod and Aphidet Emeam

คณะนวัตกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยรังสิต

Faculty of Agricultural Innovation, Rangsit University

\*Corresponding author. Email: kasideth.o@rsu.ac.th

#### บทคัดย่อ

ฟ้าทะลายโจร (*Andrographis Paniculata* (Burm. f.) Wall. ex Nees) ส่วนที่นำมาใช้ประโยชน์คือส่วนเหนือดินทั้งหมด มีสรรพคุณแก้ไข้ ระวังับอาการอักเสบ ปัจจุบันมีการส่งเสริมปลูกสมุนไพรด้วยระบบอินทรีย์มากขึ้น การใช้น้ำหมักจึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่จะนำส่งเสริมการปลูกพืชเหล่านี้ได้ การศึกษานี้จึงต้องการนำมูลหนอนไหมที่เป็นสิ่งเหลือใช้ให้เกิดประโยชน์โดยการทำเป็นน้ำหมักเพื่อเป็นใช้ทดแทนปุ๋ยเคมีในการเพิ่มคุณภาพของฟ้าทะลายโจรด้านสารสำคัญ โดยมีวัตถุประสงค์ในการศึกษาผลของน้ำหมักมูลหนอนไหมต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมและฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของฟ้าทะลายโจร วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) ประกอบด้วย 5 กรรมวิธีทดลอง ได้แก่ การไม่ใส่น้ำหมักมูลหนอนไหม (Silkworm Waste Bio-extract; SWB0) เป็นปัจจัยควบคุม และการใส่น้ำหมักมูลหนอนไหมที่มีการเจือจางความเข้มข้น 20 (SWB20), 15 (SWB15), 10 (SWB10) และ 5 (SWB5) เท่า ผลการทดลองพบว่า การใส่น้ำหมักมูลหนอนไหมเจือจางความเข้มข้น 10 เท่า ทำให้ฟ้าทะลายโจรมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและสารประกอบฟีนอลิกรวมมากที่สุดไม่แตกต่างกับการใส่น้ำหมักมูลหนอนไหมเจือจางความเข้มข้น 5 เท่า โดยมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระเท่ากับ 42.54% และสารประกอบฟีนอลิกรวมเท่ากับ 29.17 กรัม<sub>GAE</sub>/ลิตร ซึ่งเป็นความเข้มข้นที่เหมาะสม ทำให้ประหยัด เนื่องจากใช้ปริมาณน้ำหมักมูลหนอนไหมน้อยกว่า

**คำสำคัญ:** ฟ้าทะลายโจร มูลหนอนไหม น้ำหมัก ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ สารประกอบฟีนอลิก

## Abstract

The useful part of King of Bitter (*Andrographis paniculata* (Burm. f.) Wall. ex Nees) is an above-ground. It is properties to be used for treating fever and inflammation. The government promoted medicinal plant cultivation in organic systems. Bio-extract is a choice alternative to promoting the cultivation of these crops. This study aims to use silkworm waste which is useless by composting it as a substitute for chemical fertilizers to increase the active ingredient of King of bitter. The objective of this experiment was to study the effect of silkworm waste bio-extract on total phenolic compounds and antioxidant activity of King of Bitter. The experiment was designed by a Completely Randomized Design (CRD) which in 5 treatments, namely Silkworm Waste Bio-extract (SWB0) as a control factor. and dilution silkworm waste bio-extract was applied 20 (SWB20), 15 (SWB15), 10 (SWB10) and 5 (SWB5) times, respectively. The results showed that SWB10 has the highest antioxidant activity and total phenolic compounds, non significantly with SWB5. That showed the antioxidant activity was 42.54% and the total phenolic compounds were 29.17 g<sub>GAE</sub>/L, this was an appropriate concentration, as the use of fewer silkworm waste bio-extract.

**Keywords:** King of Bitter, Silkworm Waste, Bio-Extract, Antioxidant Activity, Phenolic Compounds

## บทนำ

ฟ้าทะลายโจร (*Andrographis paniculata* (Burm. f.) Wall. ex Nees) อยู่ในตระกูล Acanthaceae จัดเป็นไม้พุ่มมีอายุปีเดียว ส่วนที่นำมาใช้ประโยชน์คือส่วนเหนือดินทั้งหมด มีรสขมมาก ปลูกกันอย่างแพร่หลายในเขตร้อนแถบทวีปเอเชีย (Kumar et al., 2012) มีการนำฟ้าทะลายโจรใช้ในผู้ป่วยโควิด 19 เนื่องจากฟ้าทะลายโจรมีฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาที่สนับสนุนใช้ในโรคหัดธรรมดา ได้แก่ ฤทธิ์แก้ไอ (Antitussive) มีการศึกษาในหนูตะเภา พบว่า สาร Arabinogalactan (109 กิโลดัลตัน) มีฤทธิ์แก้ไอ ฤทธิ์ต้านการอักเสบและแก้ปวด (Anti-inflammatory and Analgesic) โดยการศึกษาในหนูขาว พบว่า สารสำคัญที่ออกฤทธิ์ คือ แอนโดรกราโฟไลด์ (Andrographolide) และนีโอแอนโดรกราโฟไลด์ (Neoandrographolide) ฤทธิ์ต้านเชื้อไวรัสที่ก่อเกิดโรค เช่น ไข้หวัดใหญ่ (Influenza A) เป็นการศึกษาในหลอดทดลอง โดยสารออกฤทธิ์คือสารกลุ่มแลคโตน และฤทธิ์กระตุ้นระบบภูมิคุ้มกัน โดยการศึกษาในหลอดทดลอง พบว่า สารแอนโดรกราโฟไลด์เป็นสารที่มีฤทธิ์กระตุ้นระบบภูมิคุ้มกัน (Hossain et al., 2021) ฟ้าทะลายโจรเป็นพืชสมุนไพร ซึ่งมักมีสารออกฤทธิ์ที่สามารถต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant) ได้ (Gruschow, 2020) ทั้งนี้สารต้านอนุมูลอิสระจะทำหน้าที่กำจัดอนุมูลอิสระ โดยเป็นตัวให้อิเล็กตรอนแก่อนุมูลอิสระ ทำให้อนุมูลอิสระกลายเป็นสารที่ไม่มีพิษต่อร่างกาย (วิไลวรรณ แทนธานี, 2550) นอกจากนี้ในสมุนไพรมักพบสารประกอบฟีนอลิก เช่น ฟลาโวนอยด์ กรดฟีนอลิก และ แอนโทไซยานิน เป็นต้น ซึ่งสารทุติยภูมิที่พบได้ทั่วไปในพืช (สมหมาย บัดดาลี, 2551)

ปัจจุบันมีการสนับสนุนให้ปลูกสมุนไพรเพิ่มขึ้น เนื่องจากปัญหาด้านมาตรฐานคุณภาพวัตถุดิบทั้งด้านองค์ประกอบทางเคมีที่ไม่สม่ำเสมอ การปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ สารหนู โลหะหนัก และสารพิษจากเคมีเกษตรทำให้ความต้องการวัตถุดิบที่ได้มาตรฐานมีมากขึ้น การใช้วัตถุดิบที่ดีส่งผลโดยตรงต่อการพัฒนาคุณภาพผลิตภัณฑ์และความเชื่อมั่นของตลาด ทำให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องให้ความสำคัญต่อการควบคุมคุณภาพทุกขั้นตอนการผลิตตั้งแต่

ต้นน้ำ มีการจัดทำมาตรฐานการเพาะปลูกและการเก็บเกี่ยวเพื่อให้ได้วัตถุดิบที่มีคุณภาพ รวมทั้งส่งเสริมระบบเกษตรอินทรีย์ในการผลิตสมุนไพรให้มากขึ้น เพื่อให้ได้วัตถุดิบที่มีคุณสมบัติตามมาตรฐานวัตถุดิบที่กำหนดไว้ (ชนิตร์นันท์ สุริยวิทยาเวช, 2562) ที่ผ่านมามีการศึกษากาการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในการปลูกพืชสมุนไพรมากขึ้น เช่น การศึกษาของ Kannika et al. (2019) ที่ได้ศึกษาผลของปุ๋ยมูลไส้เดือนต่อสารสำคัญของฟ้าทะลายโจร พบว่าต้นฟ้าทะลายโจรที่ได้รับปุ๋ยมูลไส้เดือนมีสารสำคัญกลุ่มฟลาโวนอยด์และแทนนินเพิ่มขึ้น และสารสำคัญกลุ่มสเตียรอยด์ลดลงเมื่อเทียบกับต้นฟ้าทะลายโจรที่ปลูกในดินที่ไม่ผสมปุ๋ยมูลไส้เดือน และการศึกษาของ Basak et al. (2020) โดยศึกษากาการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ (ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือน และปุ๋ยหมักกะหล่ำ (Castor Cake) กับฟ้าทะลายโจรพบว่า ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนทำให้ฟ้าทะลายโจรมีทั้งผลผลิตและสารแอนโดรกราโฟไลด์มากที่สุด รองลงมาคือ ปุ๋ยหมักกะหล่ำ (Castor Cake)

อุตสาหกรรมการผลิตใหม่ของไทย มีมูลของหนอนไหมซึ่งเป็นของเสียที่ไม่ได้ใช้ประโยชน์จำนวนมาก จากการศึกษาของ ปริยานุช จุลกะ และคณะ (2563) ได้ศึกษากาเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทั้งด้านกายภาพและเคมีสารสำคัญต่าง ๆ ของมูลหนอนไหมที่ได้จากวิสาหกิจชุมชนกลุ่มแม่บ้านเกษตรปลูกหม่อนเลี้ยงไหมบ้านพญารามพบว่า มูลหนอนไหมเมื่อทำเป็นปุ๋ยหมัก มีธาตุไนโตรเจนมีมากกว่า 2% หรือมีปริมาณธาตุอาหารสูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับมูลสัตว์ชนิดอื่น ๆ และมีศักยภาพในการพัฒนาไปเป็นน้ำหมักสำหรับการปลูกพืชต่าง ๆ ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานของ ชัยอาทิตย์ อินคำ (2559) ได้มีการศึกษาปุ๋ยน้ำอินทรีย์เข้มข้นจากมูลหนอนไหมอีรี่ที่มีการเลี้ยงด้วยใบละหุ่งและใบมันสำปะหลัง พบว่า ปุ๋ยน้ำอินทรีย์มีปริมาณไนโตรเจนสูง ซึ่งจากการวิเคราะห์ปุ๋ยน้ำอินทรีย์เข้มข้นจากมูลหนอนไหมอีรี่ พบว่ามีปริมาณธาตุไนโตรเจนมากกว่ามูลไส้เดือนและมูลค่างควาประมาณ 10 เท่า โดยมีปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม เท่ากับ 0.160, 0.077 และ 0.258% ตามลำดับ และได้มีการแนะนำอัตราการใช้โดยผสมปุ๋ยน้ำอินทรีย์เข้มข้นในอัตราส่วน 80 ซีซี/น้ำ 20 ลิตร (อัตราส่วน 4:1) ราดให้ทั่วในแปลงปลูกทุก ๆ 7 วัน จะช่วยให้พืชมีการเจริญเติบโตที่ดี

จากงานวิจัยข้างต้น ทำให้การศึกษานี้ต้องการนำมูลหนอนไหมที่เป็นสิ่งเหลือใช้ให้เกิดประโยชน์โดยการทำเป็นน้ำหมักเพื่อเป็นใช้ทดแทนปุ๋ยเคมีในการเพิ่มคุณภาพของฟ้าทะลายโจรด้านสารสำคัญ โดยมีวัตถุประสงค์ในการศึกษาผลของน้ำหมักมูลหนอนไหมต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมและฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของฟ้าทะลายโจรเพื่อเป็นแนวทางในการสนับสนุนการปลูกฟ้าทะลายโจรด้วยระบบอินทรีย์

### วิธีดำเนินการวิจัย

1. การเตรียมการทดลอง การเตรียมพืชทดลอง โดยคัดเลือกต้นพันธุ์ฟ้าทะลายโจรที่มีการเจริญเติบโตเต็มที่ แข็งแรง สมบูรณ์ และไม่มีรอยการทำลายจากศัตรูพืช มาปักชำลงในกระถางขนาด 10 นิ้ว กระถางละ 1 กิ่ง วัสดุปลูกผสม ประกอบด้วย ขุยมะพร้าว:กาบมะพร้าวสับ:แกลบดิบ:แกลบดำ อัตราส่วน 1:1:1:1 จำนวน 100 กระถาง มีการให้ปุ๋ยสูตร 15-15-15 และน้ำทุกวันในปริมาณที่เท่ากันตลอดระยะเวลาการปลูก และหลังจากทำการปักชำไปแล้วเป็นระยะเวลาประมาณ 2 เดือน คัดเลือกต้นพันธุ์ที่มีการเจริญเติบโตที่ดี แข็งแรงและสมบูรณ์ จำนวน 50 กระถาง เพื่อเริ่มการทดสอบกาให้ปุ๋ยน้ำหมักมูลหนอนไหม ณ โรงเรือนคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต ระยะเวลาทำการทดลองตั้งแต่ เดือนธันวาคม 2564 ถึง เดือนมีนาคม 2565 การเตรียมปุ๋ยน้ำหมักจากมูลหนอนไหม ทำตามวิธีการของชัยอาทิตย์ อินคำ (2559) โดยการนำมูลหนอนไหมแห้งประมาณ 2 กิโลกรัม ใส่ถังขนาด 50 ลิตร



เทกาน้ำตาลประมาณ 1 ลิตร ผสมให้เข้ากัน ผสมกับสารเร่ง พด. 2 ในน้ำเล็กน้อย คนให้เข้ากัน เติมน้ำประมาณ 40 ลิตร ผสมให้เข้ากัน ปิดฝา คนส่วนผสมวันละ 1 ครั้ง เมื่อครบ 14 วัน กรองด้วยผ้าขาวบาง เก็บใส่ขวด สามารถเก็บไว้ใช้งานได้นาน 6 เดือน ตรวจสอบค่าความเป็นกรดต่าง (pH) และเตรียมสำหรับการนำไปพ่นกับพืชโดยแบ่งการเจือจางความเข้มข้นออกเป็น 4 ระดับเปรียบเทียบกับการไม่ใช้สาร (น้ำเปล่า)

2. การวางแผนการทดลอง วางแผนทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design ; CRD) โดยใช้น้ำหมักมูลหนอนไหมที่เตรียมไว้มาทำการทดลอง มี 5 กรรมวิธีทดลอง ได้แก่ การไม่ใส่ปุ๋ยน้ำหมักมูลหนอนไหม (Silkworm Waste Bio-extract; SWB0) เป็นปัจจัยควบคุม (น้ำเปล่า) และการใส่ปุ๋ยน้ำหมักมูลหนอนไหมที่มีการเจือจางความเข้มข้น 20, 15, 10 และ 5 เท่า (SWB20, SWB15, SWB10, SWB5) จำนวน 10 ซ้ำ ๆ ละ 1 กระจง โดยทำการเจือจางด้วยน้ำเปล่า ให้ปุ๋ยด้วยการฉีดพ่นทางใบปริมาณ 50 มิลลิลิตร/กระจง ทุก ๆ 7 วัน เป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ก่อนเก็บเกี่ยว เมื่อฟ้าทะเลลายใจมีอายุครบ 8 สัปดาห์หลังจากเริ่มมีการให้กรรมวิธีทดลอง บันทึกผลการทดลอง ได้แก่ ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และสารประกอบฟีนอลิกรวม หลังจากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

3. การบันทึกข้อมูล การวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ [2,2-diphenyl- 2-picrylhydrazyl Hydrate (DPPH) Assay] หลังจากปลูกเลี้ยงฟ้าทะเลลายใจในปัจจัยที่แตกต่างกันครบ 8 สัปดาห์ ทำการวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระดัดแปลงตามวิธีการของ Predner et al. (2008) เริ่มจากการสกัดสารจากใบของฟ้าทะเลลายใจด้วยเอทานอล 95% อัตราส่วน 1:2 (น้ำหนัก/ปริมาตร) ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง นำไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 8,000 รอบ/นาที แยกเฉพาะส่วนใสสำหรับนำไปวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ โดยเจือจางสารละลายฟ้าทะเลลายใจที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ใช้เอทานอล 95% เป็นตัวทำละลาย จากนั้นนำสารสกัดปริมาตร 0.5 มิลลิลิตรผสมกับสารละลาย DPPH ความเข้มข้น 0.1 มิลลิโมลาร์ ให้ได้ปริมาตร 3 มิลลิลิตร ผสมสารละลายให้เข้ากัน จากนั้นเก็บไว้ในที่มืดเป็นเวลา 20 นาที นำสารสกัดที่เตรียมได้ไปวัดค่าดูดกลืนแสงด้วยเครื่องสเปคโตรโฟโตมิเตอร์ (spectrophotometer) ที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร นำค่าที่ได้ไปคำนวณเปอร์เซ็นต์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ โดยใช้สูตรดังสมการที่ 1

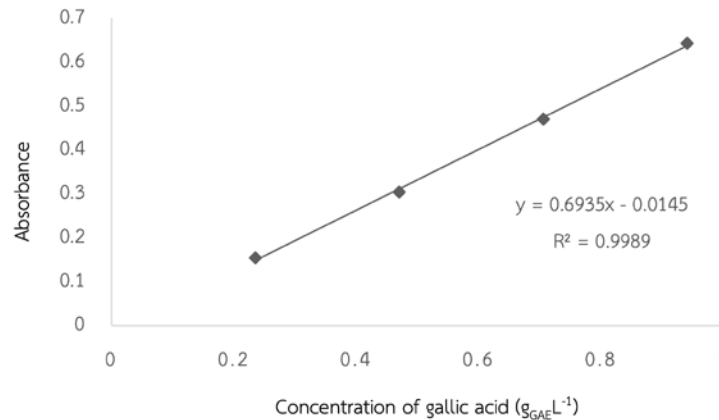
$$\text{ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ} = [(A_{517, \text{blank}} - A_{517, \text{sample}}) / A_{517, \text{blank}}] \times 100 \quad (1)$$

เมื่อ  $A_{517, \text{blank}}$  = ค่าการดูดกลืนแสงของสาร DPPH ที่มีความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร

$A_{517, \text{sample}}$  = ค่าการดูดกลืนแสงของสารสกัดผสมกับสาร DPPH ที่มีความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร

**ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม** ทำการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมหลังจากปลูกเลี้ยงฟ้าทะเลลายใจในปัจจัยที่แตกต่างกันครบ 8 สัปดาห์ ดัดแปลงตามวิธีการของ Gao et al. (2000) ทำการสกัดใบของฟ้าทะเลลายใจด้วยเอทานอล 95% อัตราส่วน 1:2 (น้ำหนัก/ปริมาตร) ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนำไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 8,000 รอบต่อนาที แยกเอาส่วนใสไปวิเคราะห์สารประกอบฟีนอลิกรวมโดยวิธี Total Phenolic Compounds ใช้สารสกัด 0.1 มิลลิลิตร เติมน้ำในหลอดที่มีน้ำกลั่น 2 มิลลิลิตร และเติม Folin & Ciocalteu's Phenol Reagent 0.2 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันตั้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 3 นาที จากนั้นเติม 20% โซเดียมคาร์บอเนต 1 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันวางไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 60 นาทีในที่มืด นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 765 นาโนเมตร

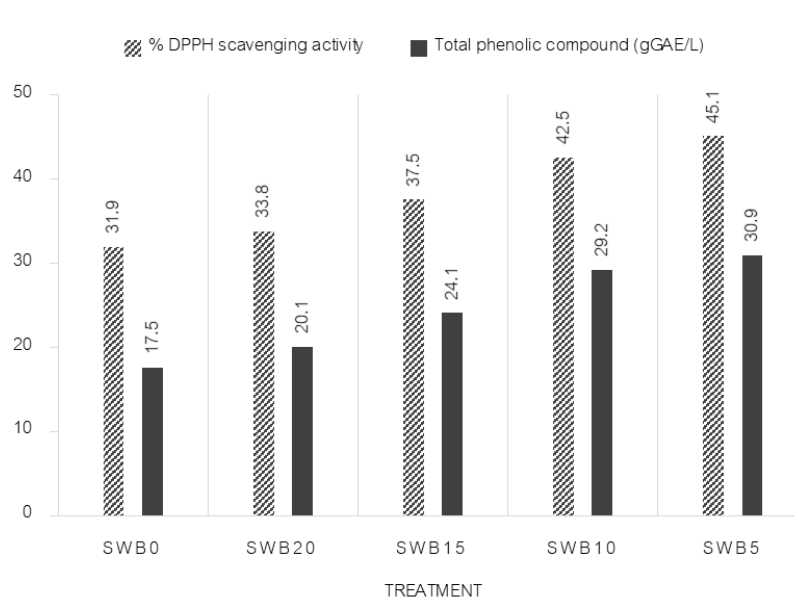
ด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (spectrophotometer) นำค่าที่ได้ไปเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานของกรดแกลลิก (ภาพที่ 1) รายงานผลเป็นสารประกอบฟีนอลิกรวม (กรัมสมมูลของกรดแกลลิก/ลิตร)



ภาพที่ 1 กราฟมาตรฐานกรดแกลลิกที่ความเข้มข้นต่างๆ

#### ผลการวิจัยและอภิปรายผล

หลังจากนำใบของฟ้าทะลายโจรไปวิเคราะห์หาปริมาณสารสำคัญ พบว่าน้ำหมักมูลหนอนไหมที่มีการเจือจางความเข้มข้นแตกต่างกันทำให้ฟ้าทะลายโจรมีสารสำคัญที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยฟ้าทะลายโจรที่ได้รับน้ำหมักมูลหนอนไหมที่มีการเจือจางความเข้มข้น 5 และ 10 เท่า มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมมากที่สุดไม่แตกต่างกัน แสดงค่าฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่ 45.09% และ 42.54% และปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมที่ 30.91 และ 29.17 กรัม<sub>GAE</sub>/ลิตร ตามลำดับ ส่วนต้นฟ้าทะลายโจรที่ได้รับน้ำหมักมูลหนอนไหมที่เจือจางความเข้มข้น 15 เท่า มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระเท่ากับ 37.54% ซึ่งไม่แตกต่างกับต้นที่ได้รับมูลหนอนไหมเจือจางความเข้มข้น 20 เท่า และต้นควบคุม และมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมเท่ากับ 24.07 กรัม<sub>GAE</sub>/ลิตร ซึ่งแตกต่างจากกรรมวิธีทดลองอื่น ๆ ต้นฟ้าทะลายโจรที่ได้รับน้ำหมักมูลหนอนไหมเจือจางความเข้มข้น 20 เท่า และไม่ได้รับน้ำหมักเลย มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระน้อยที่สุดไม่แตกต่างกันที่ 33.78% และ 31.89 % ตามลำดับ และปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมน้อยที่สุดไม่แตกต่างกันที่ 20.07 และ 17.54 กรัม<sub>GAE</sub>/ลิตร ตามลำดับ (ตารางที่ 1) ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Verrillo et al. (2021) พบว่าการให้ปุ๋ยหมักเสริมในอัตราส่วนที่มากขึ้น ทำให้โหระพามีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและสารประกอบฟีนอลิกเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับต้นควบคุมที่ไม่ได้รับปุ๋ยหมักเสริม และจากภาพที่ 2 จะเห็นว่าความเข้มข้นของน้ำหมักมูลหนอนไหมที่เพิ่มขึ้น (การเจือจางความเข้มข้นน้อยลง) ทำให้ฟ้าทะลายโจรมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและปริมาณสารประกอบฟีนอลิกเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระมีความสัมพันธ์โดยตรงกับสารประกอบฟีนอลิก (Koh et al., 2009) เพราะสารประกอบฟีนอลิกรวม เป็นสารทุติยภูมิประเภทหนึ่งที่ทำหน้าที่เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ



ภาพที่ 2 ปริมาณฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและสารประกอบฟีนอลิกรวมของฟ้าทะลายโจรที่ได้รับน้ำหมักมูลหนอนไหมเจือจางความเข้มข้นต่าง ๆ

ตารางที่ 1 ปริมาณฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและสารประกอบฟีนอลิกรวมของฟ้าทะลายโจรที่ได้รับน้ำหมักมูลหนอนไหมที่แตกต่างกันหลังเก็บเกี่ยวเมื่อมีอายุครบ 8 สัปดาห์

Treatment	%DPPH scavenging activity	Total phenolic compound (g <sub>GAE</sub> L <sup>-1</sup> )
SWB0	31.89 ± 4.45 c <sup>1/</sup>	17.54 ± 1.62 c
SWB20	33.78 ± 0.54 c	20.07 ± 1.69 c
SWB15	37.54 ± 1.54 bc	24.07 ± 0.77 b
SWB10	42.54 ± 3.02 ab	29.17 ± 0.71 a
SWB5	45.09 ± 5.61 a	30.91 ± 2.66 a
F-Test	**	**
C.V. (%)	9.31	6.79

หมายเหตุ <sup>1/</sup>ค่าเฉลี่ยตามแนวตั้งที่ตามด้วยตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากการเปรียบเทียบโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test

\*\* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

SWB0 = ปัจจัยควบคุม (น้ำเปล่า); SWB20, SWB15, SWB10 และ SWB5 = น้ำหมักมูลหนอนไหมที่มีการเจือจางความเข้มข้น 20, 15, 10 และ 5 เท่า ตามลำดับ

### สรุปผล

น้ำหมักมูลหนอนไหมมีผลทำให้ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและสารประกอบฟีนอลิกรวมของฟ้าทะลายโจรเพิ่มขึ้นเมื่อเจือจางความเข้มข้นของน้ำหมักเพิ่มขึ้น โดยที่เจือจางความเข้มข้น 5 และ 10 เท่า เป็นความเข้มข้นที่ทำให้ฟ้าทะลายโจรมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและสารประกอบฟีนอลิกรวมมากที่สุดไม่แตกต่างกัน การใช้น้ำหมักมูลหนอนไหม

เจือจางความเข้มข้น 10 เท่า เหมาะสมที่สุดเนื่องจากใช้ปริมาณน้ำหมักมูลหนอนไหมที่น้อยกว่า ซึ่งมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระเท่ากับ 42.54% และสารประกอบฟีนอลิกรวมเท่ากับ 29.17 กรัม<sub>GAE</sub>/ลิตร จากผลการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าสามารถใช้ น้ำหมักจากมูลหนอนไหมเพื่อทดแทนปุ๋ยเคมีในการเพิ่มคุณภาพของฟ้าทะลายโจรด้านสารสำคัญได้

### เอกสารอ้างอิง

- ชนิตรนันท์ สุริยวทยาเวช. (2562). จากยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี สู่แผนแม่บทแห่งชาติว่าด้วยการพัฒนาสมุนไพรไทย ด้วยการบูรณาการการศึกษาเกษตร. *วารสารเศรษฐศาสตร์อุตสาหกรรม*, 18(1), 240-250.
- ชัยอาทิตย์ อินคำ. (2559). *ปุ๋ยน้ำอินทรีย์เข้มข้นจากมูลหนอนไหมอีรี่*. สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. <https://www.nnr.nstda.or.th>
- ปริยานุช จุลกะ, เบญญา มะโนชัย, พิจิตรา แก้วสอน, เกศศิริรินทร์ แสงมณี และเบญจมาศ แก้วรัตน์. (2563). รายงานการวิจัยการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากมูลหนอนไหมมาใช้ประโยชน์ทางการเกษตรเพื่อความยั่งยืนของชุมชนที่ปลูกหม่อนเลี้ยงไหม. สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ.
- วิไลวรรณ แทนธานี. (2550). *การใช้สารต้านอนุมูลอิสระจากรำข้าวเหนียวก่ำ (Oryza sativa L.) เพื่อยับยั้งการเกิดออกซิเดชัน และเพิ่มสมรรถภาพการผลิตลูกสุกรหลังหย่านม* [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- สมหมาย ปัดตาลี. (2551). *การศึกษาคุณภาพของน้ำหมักชีวรูปที่ผลิตจากผลมะพลอด*. [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.
- Basak, B. B., Jat, R. S., Gajbhiye, N. A., Saha, A. & Manivel, P. (2020). Organic nutrient management through manures, microbes and biodynamic preparation improves yield and quality of Kalmegh (*Andrographis paniculata*), and soil properties. *Journal of Plant Nutrition*, 43(4), 548-562.
- Gao, X., Ohlander, M., Jeppsson, Björk, L. & Trajkovski, V. (2000). Changes in antioxidant effects and their relationship to phytonutrients in fruits of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) during maturation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 4(5), 1485-1490.
- Gruschow, A. (2020). *A Comparison of Antioxidant Potential , Total Phenolic Content , and Cannabidiol (CBD) Content of Cannabis Infused Hemp , MCT and Olive Oils*. (Master's thesis). Montclair State University.
- Hossain, S., Urbi, Z., Karuniawati, H., Mohiuddin, R. B., Moh Qrimida, A., Allzrag, A. M. M., & Capasso, R. (2021). *Andrographis paniculata* (burm. F.) wall. Ex nees: an updated review of phytochemistry, antimicrobial pharmacology, and clinical safety and efficacy. *Life*, 11(4), 348.
- Kannika, M. K., Yogeshwari, D. & Lakshmi, K. N. (2019). Effect of vermicompost on soil fertility and the nutritional status of *Andrographis paniculata* and *Euphorbia hirta*. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 8(2), 565-569.

- Koh, E., Wimalasiri, K. M. S., Chassy, A. W., & Mitchell, A. E. (2009). Content of ascorbic acid, quercetin, kaempferol and total phenolics in commercial broccoli. *Journal of food composition and analysis*, 22(7-8), 637-643.
- Kumar, R. N., Chakraborty, S. & Kumar, J. I. N. 2012. Influence of light and developmental stages on active principles of *Andrographis paniculata* (Burm. f.) Wall. ex Nees. *Indian Journal of Sciences Research*, 3(1), 91-95.
- Verrillo, M., Cozzolino, V., Spaccini, R., & Piccolo, A. (2021). Humic substances from green compost increase bioactivity and antibacterial properties of essential oils in Basil leaves. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, 8(1), 1-14.

**การยอมรับการใช้ผลิตภัณฑ์สารเร่งซูเปอร์ พด.7 ในการผลิตสารควบคุม  
แมลงศัตรูพืชของหมอดินอาสาประจำหมู่บ้านในจังหวัดนครพนม**  
**Adoption of Application of Super LDD 7 in Insect Pest Control Agent Production  
by Volunteer Soil Doctor in Nakhon Phanom Province**

**กัลยวรรณ วรษา\*, เบนจมาศ อยู่ประเสริฐ และ พลสรานู สรานูรมย์**  
**Kanyawan Worasa\*, Benchamas Yooprasert and Ponsaran Saranrom**

วิชาเอกส่งเสริมและพัฒนาการเกษตร สาขาเกษตรศาสตร์และสหกรณ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

Agricultural Extension and Development School of Agriculture and Cooperatives Sukhothai Thammathirat

Open University

\*Corresponding author. E-mail: Kanyawan13@hotmail.com

### บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา สภาพทางสังคมและเศรษฐกิจ ความรู้ การยอมรับการใช้สารเร่งซูเปอร์ พด.7 และปัญหาและข้อเสนอแนะ ประชากรที่ศึกษา คือ หมอดินอาสาในจังหวัดนครพนม ปี 2564 กำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สูตรของทาโร ยามาเน ได้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 175 คน สุ่มตัวอย่างแบบง่ายโดยการจับฉลาก และเก็บข้อมูลโดยแบบสอบถาม วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติที่พรรณนา ได้แก่ ค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการจัดลำดับ ผลการวิจัย พบว่า หมอดินอาสาส่วนมากเป็นเพศชาย มีอายุเฉลี่ย 58.57 ปี จบการศึกษาในระดับประถมศึกษา มีจำนวนสมาชิกในครัวเรือนเฉลี่ย 4.27 คน ส่วนใหญ่มีพื้นที่ถือครองเป็นของตนเอง เฉลี่ย 16.35 ไร่ มีรายได้จากการปลูกข้าว เฉลี่ย 22,951.43 บาทต่อปี และมีรายจ่ายจากการปลูกข้าว เฉลี่ย 11,273.71 บาทต่อปี มีประสบการณ์การใช้สารเร่งซูเปอร์ พด.7 มากกว่า 5 ปี หมอดินอาสาที่มีความรู้เกี่ยวกับการใช้สารเร่งซูเปอร์ พด. 7 ในการผลิตสารควบคุมแมลงศัตรูพืชอยู่ในระดับมากที่สุด โดยส่วนมากมีความรู้ในประเด็น คุณสมบัติในความเป็นกรดของสารเร่งซูเปอร์ พด. 7, สารควบคุมแมลงศัตรูพืชได้จากการหมักผัก/ผลไม้ และที่ได้จากการหมักสมุนไพร หมอดินอาสาเห็นด้วยมากที่สุดกับการใช้ผลิตภัณฑ์สารเร่งซูเปอร์ พด.7 ในการผลิตสารควบคุมแมลงศัตรูพืช ในประเด็นการผลิตเพื่อควบคุมเพลี้ยและเพื่อควบคุมหนอน และยอมรับนำไปปฏิบัติในระดับมากที่สุดเกือบทุกประเด็น โดยมีการปฏิบัติในระดับน้อย คือ การใช้รำข้าว 100 กรัมเป็นส่วนผสมในการผลิต และการใช้สารควบคุมแมลงศัตรูพืชโดยวิธีการรดลงดิน หมอดินอาสามีปัญหาเรื่องของราคาของวัสดุที่ใช้การผลิต การนำไปใช้มีขั้นตอนยุ่งยาก และสารเร่ง ซูเปอร์ พด.7 ไม่เพียงพอ โดยมีข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการส่งเสริมในประเด็นให้กรมพัฒนาที่ดิน มีการจัดอบรมทุกปีโดยเน้นการลงมือปฏิบัติ และแจกตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ทำการหมักเสร็จสมบูรณ์พร้อมใช้แก่หมอดินอาสาช่วยลดขั้นตอนการผลิต

**คำสำคัญ:** การยอมรับ การใช้สารเร่งซูเปอร์ พด.7 สารควบคุมแมลงศัตรูพืช หมอดินอาสา

### Abstract

The objectives of this research were to study social and economic conditions; knowledge; the adoption of the use of Super LDD 7; problems and suggestions. The population of this study were Volunteer Soil Doctors in Nakhon Phanom province in 2021. The sample size of 175 people was determined by using Taro Yamane formula and simple random sampling method through lotto picking. Data were collected by using questionnaires and were determined by using descriptive statistics such as frequency, percentage, maximum value, minimum value, mean, standard deviation, and ranking. The results found that most of the Volunteer Soil Doctors were male with the average age of 58.57 years old, completed primary school education, and had 4.27 average household members. Most of them owned the average land of 16.35 Rai, had the income from rice production of 22,951.43 baht/year and had the average expense from rice production of 11,273.71 baht/year. They had more than 5 years of experience in Super LDD 7. Volunteer Soil Doctors had knowledge about the use of Super LDD 7 in producing insect pest control agent at the highest level. Most of them had knowledge in the aspect of the characteristics in the acidity of Super LDD 7 and the insect pest control agent was produced from fermenting vegetable or fruit and herbs. They had knowledge at the low level in the attributes of completely fermented insect pest control. The Volunteer Soil Doctors most agreed with the use of Super LDD 7 in the production of insect pest control agent for controlling of aphid and worm. They adopted into practice at the high to the highest level in almost every aspect with the least practice in the use of 100 grams of rice bran as a mixture in the production and the application of insect pest control agent by pouring into soil. The Volunteer Soil Doctors had the problems about the cost of production materials, the complexity of the methods of adoption, and the lack of Super LDD 7. The suggestion about the extension in the aspect that the land development department should organize annual training by focusing on the practice and distribute the product samples that completely fermented and ready to be used to the Volunteer Soil Doctors in order to reduce the production processes.

Keywords: Adoption, the use of Super LDD 7, insect pest control agent, Volunteer Soil Doctors

### บทนำ

ประชากรไทยส่วนใหญ่มีอาชีพเกษตรกรรมคิดเป็นร้อยละ 35 ของกำลังแรงงานที่มีงานทำ (12.37 ล้านคน จาก 38.26 ล้านคน) ซึ่งเป็นภาคการผลิตที่สำคัญของประเทศไทย (สำนักงานสถิติแห่งชาติ, 2561) โดยเฉพาะในพื้นที่ชนบทครัวเรือนมีการทำเกษตรกรรม เช่น ปลูกพืช เลี้ยงสัตว์ เพื่อจำหน่ายในรูปแบบผลผลิตและผลิตภัณฑ์ หรือรับจ้างในภาคการเกษตรเพื่อหารายได้ยังชีพและเลี้ยงครอบครัว ซึ่งภูมิภาคของประเทศไทยที่ครัวเรือนมีการประกอบอาชีพเกษตรกรรมมากที่สุดคือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีถึง 2,744,457 ราย (สำมะโนการเกษตร, 2556) ตัวอย่างเช่น จังหวัดนครพนมพื้นที่การเกษตร 2,125,850 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 61.70 มีครัวเรือนทั้งสิ้น 213,497 ครัวเรือน ประชาชนประกอบอาชีพด้านการเกษตร 127,173 ครัวเรือน ซึ่งพืชเศรษฐกิจที่สำคัญในจังหวัดนครพนม

ได้แก่ ข้าวเจ้านาปี ข้าวเหนียวนาปี ยางพารา มันสำปะหลัง สับปะรด และลิ้นจี่ นพ.1 (สำนักงานเกษตรจังหวัด นครพนม, 2562) แต่ในปัจจุบันเกษตรกรในจังหวัดนครพนมประสบปัญหาการผลิตสินค้าเกษตรที่มีการใช้ต้นทุน ค่อนข้างสูง (ศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร, 2563) เนื่องจากประเทศไทยเป็นประเทศในแถบ ร้อนชื้น พบปัญหาการระบาดของศัตรูพืชมาก (สำนักงานเกษตรจังหวัดนครพนม, 2563) จึงใช้ปุ๋ยและสารเคมีในการ แก้ปัญหาโรคและแมลง ซึ่งเป็นสินค้านำเข้าที่มีแนวโน้มราคาเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ดังนั้นแนวโน้มของต้นทุนการผลิตจึง เพิ่มขึ้นด้วย เกษตรกรส่วนใหญ่จึงประสบกับปัญหาการขาดทุน เกิดหนี้สิน และไม่สามารถพึ่งพาตนเองได้ (ศูนย์ เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร, 2563)

กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ มีหน้าที่หลักในการบริหารจัดการทรัพยากรดิน พร้อมทั้งพัฒนา ดินเพื่อให้เหมาะสมต่อการทำการเกษตร และส่งเสริมเกษตรกรให้มีความรู้ในการบริหารจัดการดินให้เหมาะสมต่อ การทำการเกษตร โดยกรมพัฒนาที่ดินมีการจัดตั้งสถานีพัฒนาที่ดินในแต่ละภูมิภาคเพื่อการบริหารงานและให้บริการ แก่เกษตรกรได้อย่างทั่วถึง และทันเวลา อย่างไรก็ตาม ต้องมีประชาชนในพื้นที่หรือเกษตรกรผู้ นำเป็นผู้ช่วยในการดูแล รักษาทรัพยากรดิน กรมพัฒนาที่ดินจึงได้มีนโยบายให้ตั้งอาสาสมัครด้านการพัฒนาที่ดินขึ้น โดยใช้ชื่อว่า “หมอดิน อาสา” หมอดินอาสาต้องเป็นเกษตรกรผู้สนใจในงานพัฒนาที่ดินและสมัครใจเป็นอาสาสมัครในการทำงานร่วมกับ กรมพัฒนาที่ดิน โดยใช้เทคโนโลยีและผลิตภัณฑ์ของกรมพัฒนาที่ดิน ในการให้คำแนะนำแก่เกษตรกรทั่วไป (กรม พัฒนาที่ดิน, 2553) นอกจากนี้ยังทำหน้าที่ถ่ายทอดความรู้และเทคโนโลยีที่ได้จากการฝึกอบรมไปยังเกษตรกร (กรม พัฒนาที่ดิน, 2558) หมอดินอาสาโดยส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเกษตรกรรวม จะพบเจอกับปัญหาด้านต้นทุนการผลิต ด้านโรคและแมลงเช่นเดียวกับเกษตรกรทั่วไป สามารถนำความรู้ที่ได้รับไปถ่ายทอดและปรับใช้ เพื่อก่อให้เกิดประโยชน์ ในภาคการเกษตรของตนเอง

จังหวัดนครพนมได้ดำเนินการส่งเสริมการผลิตภาคการเกษตรตามแนวทางเกษตรอินทรีย์ ตั้งแต่ปี 2559 ถึงปัจจุบัน (สำนักข่าวกรมประชาสัมพันธ์, 2562) โดยสถานีพัฒนาที่ดินจังหวัดนครพนมมีการจัดอบรมหมอดินอาสา ในการใช้สารเร่งชูเปอร์ พด.7 ในการผลิตปุ๋ยหมัก น้ำหมักชีวภาพ ซึ่งสารเร่งชูเปอร์ พด.7 เป็นจุลินทรีย์ที่ผลิต สารควบคุมแมลงศัตรูพืชที่มีอยู่ในพืชสมุนไพรรวม (กรมพัฒนาที่ดิน, 2562) เป็นการช่วยลดต้นทุนการผลิตจากการใช้ สารเคมีทางการเกษตร อย่างไรก็ตาม การส่งเสริมให้มีการยอมรับและปรับเปลี่ยนพฤติกรรมในการใช้ได้นั้น ต้องอาศัยปัจจัยหลายๆ ปัจจัยเข้ามาเกี่ยวข้อง ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะทำการศึกษาศึกษาการยอมรับการใช้สารเร่ง ชูเปอร์ พด.7 ของหมอดินอาสา ความรู้เกี่ยวกับการใช้ผลิตภัณฑ์ สารเร่งชูเปอร์ พด.7 ของหมอดินอาสา ตลอดจน ปัญหาและข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการส่งเสริมการใช้ สารเร่งชูเปอร์ พด.7 ของหมอดินอาสา เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานที่ จะนำไปสู่การส่งเสริมการใช้สารเร่งชูเปอร์ พด.7 ในการทำการเกษตรของเกษตรกรและหมอดินอาสาในจังหวัดนครพนม ต่อไป

### วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัย เรื่อง การยอมรับการใช้ผลิตภัณฑ์สารเร่งชูเปอร์ พด.7 ในการผลิตสารควบคุมแมลงศัตรูพืชของ หมอดินอาสาประจำหมู่บ้านในจังหวัดนครพนม เป็นการศึกษาเชิงสำรวจ (Survey Research) ประชากรที่ศึกษา คือ หมอดินอาสาประจำหมู่บ้าน ซึ่งสถานีพัฒนาที่ดินนครพนมได้คัดเลือก แต่งตั้ง และขึ้นทะเบียนเป็นหมอดินอาสาในปี



2564 ในจังหวัดนครพนม รวมทั้งสิ้น 1,208 คน (กรมพัฒนาที่ดิน, 2564) คำนวณหาขนาดของกลุ่มตัวอย่างของประชากรจากสูตรของ Taro Yamane ที่ระดับความคลาดเคลื่อน 0.07 (Yamane, 1973, อ้างถึงใน จินดา ชลิตทอง, 2544) ได้ขนาดตัวอย่างจำนวน 175 คน คิดเป็นร้อยละ 14.49 ของประชากรทั้งหมด เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบสอบถามสร้างขึ้นเพื่อสอบถามหมอดินอาสา ประกอบด้วย คำถามที่มีลักษณะคำถามทั้งแบบปลายปิด (Close-ended Question) และแบบปลายเปิด (Open-ended Question) ประกอบด้วย 4 ตอน ได้แก่ ตอนที่ 1 สภาพทางสังคมและเศรษฐกิจของหมอดินอาสา ตอนที่ 2 ความรู้เกี่ยวกับการใช้ผลิตภัณฑ์ สารเร่งซูเปอร์ พด.7 ของหมอดินอาสา ตอนที่ 3 การยอมรับการใช้สารเร่งซูเปอร์ พด.7 ของหมอดินอาสา และตอนที่ 4 ปัญหาและข้อเสนอแนะเกี่ยวกับสารเร่งซูเปอร์ พด.7 ของหมอดินอาสา โดยแบบสอบถามผ่านการทดสอบความตรงในเนื้อหา (Content Validity) โดยผู้เชี่ยวชาญ แล้วนำไปทดสอบ (Try-out) กับกลุ่มหมอดินอาสาที่ไม่ใช่เป็นกลุ่มตัวอย่างในการศึกษา จำนวน 30 ราย ของแบบสอบถาม ตอนที่ 3 การยอมรับเกี่ยวกับการใช้สารเร่งซูเปอร์ พด.7 ของหมอดินอาสา จากนั้นจึงนำผลที่ได้มาทดสอบหาค่าความเที่ยง (Reliability Consistency) ตามวิธีการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient) โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป ปรากฏว่าได้ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.864 ซึ่งได้ค่าความแม่นยำมากกว่า 0.8 มีความน่าเชื่อถือ ผู้วิจัยจึงดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัยนี้ด้วยตนเอง โดยการกำหนดวัน เวลา สถานที่ เก็บข้อมูล ประสานงานขอความร่วมมือจากผู้นำชุมชนในแต่ละหมู่บ้าน เพื่อนัดหมาย วัน เวลา สถานที่ เพื่อชี้แจงรายละเอียดและขั้นตอน การตอบแบบสอบถาม จัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์ที่ต้องใช้ในการสัมภาษณ์ โดยสอบถามรายบุคคลกับหมอดินอาสาประจำหมู่บ้าน จังหวัดนครพนม ปี 2564 ในพื้นที่ 12 อำเภอ โดยสอบถามหมอดินอาสาจำนวน 175 ราย ระยะเวลาระหว่างเดือนกรกฎาคม 2564 – มกราคม 2565 นำแบบสอบถามจากกลุ่มตัวอย่างมาตรวจสอบความถูกต้อง ครบถ้วนสมบูรณ์ ลงรหัสข้อมูลเพื่อประเมินผลและทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป โดยใช้สถิติที่พรรณนา ได้แก่ ค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการจัดลำดับ

## ผลการวิจัย

1. สภาพพื้นฐานทางสังคมและเศรษฐกิจของหมอดินอาสา **สภาพทางสังคม** พบว่า หมอดินอาสาร้อยละ 82.9 เป็นเพศชาย มีอายุเฉลี่ย 58.57 ปี ร้อยละ 80.6 จบการศึกษาในระดับประถมศึกษา และมีจำนวนสมาชิกในครัวเรือนเฉลี่ย 4.27 คน ร้อยละ 96.6 มีอาชีพเกษตรกร ร้อยละ 90.9 มีประสบการณ์ในการใช้สารเร่งซูเปอร์ พด.7 มากกว่า 5 ปี และหมอดินอาสาได้รับข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการใช้สารเร่งซูเปอร์ พด.7 มีเพียง 2 ช่องทาง คือ แหล่งบุคคล ได้รับข้อมูลข่าวสารจากเจ้าหน้าที่กรมพัฒนาที่ดิน และผู้นำเกษตรกร/ผู้นำ ในด้านสื่อต่าง ๆ หมอดินอาสา ได้รับข้อมูลข่าวสารจากเอกสารแนะนำเท่านั้น **สภาพทางเศรษฐกิจ** พบว่า หมอดินอาสาร้อยละ 44.6 มีรายได้จากการปลูกข้าวในปี 2564 ที่ผ่านมา อยู่ระหว่าง 10,001-20,000 บาท มีรายได้เฉลี่ย 22,951.43 บาท หมอดินอาสาร้อยละ 57.1 มีรายจ่ายจากการปลูกข้าวในปี 2564 ที่ผ่านมา อยู่ระหว่าง 5,001-10,000 บาท มีรายจ่ายเฉลี่ย 11,273.71 บาท และหมอดินอาสาร้อยละ 100.0 มีพื้นที่การถือครองเป็นของตนเอง พื้นที่เฉลี่ย 16.35 ไร่

2. ความรู้เกี่ยวกับการใช้สารเร่งซูเปอร์ พด.7 ผลิตสารควบคุมแมลงศัตรูพืช พบว่า ระดับความรู้ของหมอดินอาสา ร้อยละ 94.86 มีความรู้ในระดับมากที่สุด โดยมีคะแนนต่ำสุด 9 คะแนน คะแนนสูงสุด 15 คะแนน คะแนน

เฉลี่ย 14.57 คะแนน เมื่อพิจารณาในแต่ละประเด็นคำถาม พบว่า หมออดินอาสาที่มีความรู้มากที่สุด คือ สารเร่งซูเปอร์ พด. 7 มีสภาพความเป็นกรดสารควบคุมแมลงศัตรูพืชได้จากการหมักผัก/ผลไม้ สารควบคุมแมลงศัตรูพืชได้จากการหมักสมุนไพร สารเร่งซูเปอร์ พด. 7 เป็นน้ำหมักชีวภาพ และการใช้สารควบคุมแมลง ควรใช้ในช่วงที่มีการระบาดของมาก และควรฉีดพ่นอย่างน้อยสัปดาห์ละ 1 ครั้ง ตอบถูกร้อยละ 100.0 และหมออดินอาสาตอบผิดมากที่สุด คือ สารควบคุมแมลงศัตรูพืชที่หมักสมบุรณ์ สังเกตจากการเกิดฝ้าสีขาวของจุลินทรีย์บนผิววัสดุ ไม่ปรากฏฟองก๊าซ และไม่มีกลิ่นแอลกอฮอล์ ตอบถูกร้อยละ 91.4

3. การยอมรับการใช้สารเร่งซูเปอร์ พด.7 ของหมออดินอาสา **ความคิดเห็นเกี่ยวกับการผลิตสารควบคุมแมลงศัตรูพืช** พบว่า ภาพรวมหมออดินอาสาเห็นด้วยทั้ง 3 ด้านในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 4.54) โดยเรียงระดับความคิดเห็นได้ดังนี้ หมออดินอาสาเห็นด้วยในระดับมากที่สุด ทั้ง 3 ด้าน คือ การผลิตสารเพื่อควบคุมหนอน (ค่าเฉลี่ย 4.78) การผลิตสารเพื่อควบคุมเพลี้ย (ค่าเฉลี่ย 4.59) และวิธีการใช้สารเร่งซูเปอร์ พด.7 (ค่าเฉลี่ย 4.26) **การนำไปปฏิบัติเกี่ยวกับการผลิตสารควบคุมแมลงศัตรูพืช** พบว่า หมออดินอาสาร้อยละ 90.3 มีคะแนนปฏิบัติอยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีคะแนนต่ำสุด 40 คะแนน สูงสุด 53 คะแนน และคะแนนเฉลี่ย 47.31 คะแนน เมื่อพิจารณาทั้ง 3 ด้าน พบว่า มีประเด็นย่อยที่หมออดินอาสาไม่ปฏิบัติเป็นจำนวนมาก 2 ประเด็น คือ (1.) ด้านการผลิตสารควบคุมเพลี้ยและหนอน ในประเด็นหลักส่วนผสมในการผลิตหมักจากสมุนไพรสด ประเด็นย่อยที่พบคือ เกษตรกรร้อยละ 14.9 มีการใช้รำข้าว 100 กรัม (2.) ส่วนด้านวิธีการใช้สารเร่งซูเปอร์ พด. 7 ในประเด็นหลักรูปแบบการใช้ ประเด็นย่อยที่พบคือ ร้อยละ 6.9 มีการใช้โดยการรดลงดิน

4. ปัญหาและข้อเสนอแนะของหมออดินอาสา **ปัญหาในการใช้สารเร่งซูเปอร์ พด.7 เพื่อผลิตสารควบคุมแมลงศัตรูพืช** พบว่า หมออดินอาสามีปัญหาการใช้สารเร่งซูเปอร์ พด.7 อยู่ในระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ย 3.14) สามารถเรียงลำดับได้ดังนี้ มีปัญหาระดับมากที่สุด คือ ด้านการนำไปใช้ประโยชน์ (ค่าเฉลี่ย 3.74) ประเด็นขั้นตอนยุ่งยากในการนำไปใช้ และด้านการสนับสนุนปัจจัยการผลิต (ค่าเฉลี่ย 3.55) ในประเด็นสารเร่ง ซูเปอร์ พด. 7 ไม่เพียงพอต่อความต้องการของหมออดินอาสา มีปัญหาระดับปานกลาง คือ ด้านการผลิตสารควบคุมแมลงศัตรูพืช (ค่าเฉลี่ย = 3.34) ในประเด็นวัสดุที่ใช้ในการผลิตมีราคาสูง และมีปัญหาระดับน้อย คือ ด้านวิธีการส่งเสริม (ค่าเฉลี่ย = 1.92) **ข้อเสนอแนะในการใช้สารเร่งซูเปอร์ พด. 7 เพื่อผลิตสารควบคุมแมลงศัตรูพืช** พบว่า หมออดินอาสา เห็นด้วยกับข้อเสนอแนะในการส่งเสริมในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 4.17) ซึ่งหมออดินอาสาที่มีความต้องการอยู่ในระดับมากที่สุด 2 ประเด็น คือ ด้านวิธีการส่งเสริม และด้านการสนับสนุนปัจจัยการผลิต และมีความต้องการอยู่ในระดับมาก คือ ด้านเนื้อหาความรู้

### อภิปรายผล

จากการวิเคราะห์ข้อมูลงานวิจัยเรื่อง การยอมรับการใช้ผลิตภัณฑ์สารเร่งซูเปอร์ พด.7 ในการผลิตสารควบคุมแมลงศัตรูพืชของหมออดินอาสาประจำหมู่บ้าน ในจังหวัดนครพนม สรุปประเด็นสำคัญได้ดังนี้

1. สภาพพื้นฐานทางสังคม **อายุ** ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า หมออดินอาสาที่มีอายุเฉลี่ย 58.57 ปี ซึ่งใกล้เคียงกับ ผลการวิจัยของศุภวรรณ รัฐกิจวิจารณ์ ณ นคร (2555) พบว่า หมออดินอาสาที่มีอายุเฉลี่ย 55.33 ปี และสอดคล้องกับปิยวรรณ เข็มพันธ์ (2560) พบว่า หมออดินอาสาประจำหมู่บ้านมีอายุเฉลี่ย 56.41 ปี **การรับข่าวสาร** ผลการวิจัย

แสดงให้เห็นว่า หมอดินอาสาได้รับแหล่งข่าวสาร เกี่ยวกับการใช้สารเร่งซูปเปอร์ พด.7 อยู่ในระดับมากที่สุด คือ เอกสารแนะนำ และเจ้าหน้าที่กรมพัฒนาที่ดิน และน้อยที่สุด คือ เจ้าหน้าที่เกษตร และวิทยุกระจายเสียง วิทยุโทรทัศน์ สอดคล้องกับ ศุภวรรณ รัฐกิจวิจารณ์ ณ นคร (2555) กล่าวว่า หมอดินอาสาได้รับแหล่งข่าวสารอยู่ในระดับมาก คือ เจ้าหน้าที่กรมพัฒนาที่ดิน รองลงมา เอกสารแนะนำ การฝึกอบรม และน้อยที่สุด คือ โทรทัศน์

2. ความรู้เกี่ยวกับการใช้สารเร่งซูปเปอร์ พด.7 เพื่อผลิตสารควบคุมแมลงศัตรูพืช พบว่า หมอดินอาสา ร้อยละ 94.86 มีความรู้ที่อยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีคะแนนต่ำสุด 9 คะแนน คะแนนสูงสุด 15 คะแนน คะแนนเฉลี่ย 14.57 คะแนน เมื่อพิจารณาในคำถาม พบว่า หมอดินอาสาตอบถูกมากที่สุด 5 ข้อคำถาม คือ สารเร่งซูปเปอร์ พด. 7 มีสภาพความเป็นกรดสารควบคุมแมลงศัตรูพืชได้จากการหมักผัก/ผลไม้ สารควบคุมแมลงศัตรูพืชได้จากการหมักสมุนไพร สารเร่งซูปเปอร์ พด. 7 เป็นน้ำหมักชีวภาพ และการใช้สารควบคุมแมลง ควรใช้ในช่วงที่มีภาวะระบาดมาก และควรฉีดพ่นอย่างน้อยสัปดาห์ละ 1 ครั้ง ตอบถูกถึงร้อยละ 100.0 และยังมีหมอดินที่เข้าใจผิดในเรื่องของวิธีการสังเกตุสารควบคุมแมลงศัตรูพืชที่หมักสมุนไพร สอดคล้องกับ กรมพัฒนาที่ดิน (2562) ที่ระบุว่า สารเร่งซูปเปอร์ พด.7 เป็นจุลินทรีย์ที่มีคุณสมบัติเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการสกัดสารออกฤทธิ์โดยกระบวนการหมักพืชสมุนไพรชนิดต่าง ๆ เพื่อผลิตสารควบคุมแมลงศัตรูพืช และการใช้สารเร่งซูปเปอร์ พด. 7 ซึ่งสอดคล้องกับ ไพศาล หวังพานิช (2523) กล่าวว่า ความสามารถในการนำความรู้ ความเข้าใจ ที่มีเรื่องราวข้อเท็จจริง วิธีการต่าง ๆ ไปใช้ในสถานการณ์จริงในชีวิตประจำวัน หรือในสถานการณ์ที่คล้ายคลึงกัน โดยต้องสามารถที่จะนำความจำและความเข้าใจในสิ่งต่าง ๆ ที่มีอยู่ไม่ว่าจะเป็นสูตร กฎ ทฤษฎีหรือรายละเอียดทั่ว ๆ ไป ไปใช้แก้ปัญหาที่มีลักษณะผิดแผกแตกต่าง จากที่เคยพบเห็นมา

3. การยอมรับการใช้สารเร่งซูปเปอร์ พด.7 เพื่อผลิตสารควบคุมแมลงศัตรูพืช ความคิดเห็นและการนำไปปฏิบัติ พบว่า ภาพรวมหมอดินอาสาเห็นด้วยทั้ง 3 ด้านในระดับมากที่สุด และการยอมรับนำไปปฏิบัติ พบว่า หมอดินอาสา ร้อยละ 90.3 มีคะแนนปฏิบัติอยู่ในระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณาทั้ง 3 ด้าน พบว่า มีประเด็นย่อยที่หมอดินอาสาไม่ปฏิบัติเป็นจำนวนมาก 2 ประเด็น คือ 1) ด้านการผลิตสารควบคุมเพลี้ยและหนอน ในประเด็นหลักส่วนผสมในการผลิตหมักจากสมุนไพร ประเด็นย่อยที่พบคือ การใช้รำข้าว 100 กรัม อาจเป็นเพราะการใช้รำข้าวไม่มีผลต่อการผลิตแบบหมักจากพืชสมุนไพร เนื่องจากรำข้าวเป็นอาหารช่วยให้จุลินทรีย์เพิ่มขึ้นเพื่อย่อยสลายสมุนไพรสดซึ่งหมอดินอาสา ปฏิบัติเพียงร้อยละ 14.9 ต่างจากการใช้รำข้าวในการผลิตโดยหมักจากสมุนไพรแห้ง ซึ่งหมอดินมีการนำไปปฏิบัติมากกว่าอาจเป็นเพราะว่า สมุนไพรแห้งย่อยสลายได้ยากจึงจำเป็นต้องใช้รำข้าว และ 2) ด้านวิธีการใช้สารเร่งซูปเปอร์ พด. 7 ในประเด็นหลักรูปแบบการใช้ ประเด็นย่อยที่พบ คือ การใช้โดยการรดลงดิน อาจเป็นวิธีที่ทำให้เห็นผลช้าในการควบคุมแมลงศัตรูพืช จึงทำให้หมอดินปฏิบัติเพียงร้อยละ 6.9 เท่านั้น แต่แตกต่างจาก ศุภวรรณ รัฐกิจวิจารณ์ ณ นคร (2555) กล่าวว่า ด้านวิธีการใช้ หมอดินอาสาชอบรับการใช้สารเร่งซูปเปอร์ พด. 2 มากที่สุด คือ นำไปเทลาดลงดิน

4. ปัญหาและข้อเสนอนะในการยอมรับการใช้สารเร่งซูปเปอร์ พด.7 ปัญหาการใช้สารเร่งซูปเปอร์ พด. 7 เพื่อผลิตสารควบคุมแมลงศัตรูพืช พบว่า หมอดินอาสามีปัญหาด้านการผลิตสารควบคุมแมลงศัตรูพืชในระดับปานกลาง เมื่อพิจารณาจากประเด็นย่อย จะพบว่า หมอดินอาสามีปัญหาอยู่ในระดับมากที่สุด คือ สารควบคุมแมลงศัตรูพืชมีขึ้นตอนยุ่งยากในการนำไปใช้ รองลงมา คือ วัสดุที่ใช้ ในการผลิตมีราคาสูง และสารเร่งซูปเปอร์ พด. 7 ไม่เพียงพอต่อความต้องการ ซึ่งผลการทดลองนี้สอดคล้องกับ ปิยวรรณ เข็มจันทร์ (2560) พบว่า มีปัญหามากที่สุด ด้านปัจจัยการผลิตมีไม่เพียงพอต่อความต้องการ และสอดคล้องกับ ทศนีย์ บุญเคล้า (2552) พบว่าหมอดินมีปัญหา

เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ พต.1 และ พต.7 ของกรมพัฒนาที่ดินไม่เพียงพอต่อความต้องการของเกษตรกรและหมอดินอาสา **ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการส่งเสริมการใช้สารเร่งซูเปอร์ พต 7** เพื่อผลิตสารควบคุมแมลงศัตรูพืช พบว่า หมอดินอาสาเห็นด้วยกับข้อเสนอแนะในการส่งเสริมในระดับมาก เมื่อพิจารณาจากประเด็นย่อย พบว่า ซึ่งหมอดินอาสามีความต้องการอยู่ในระดับมากที่สุด 3 ประเด็น ควรมีการจัดอบรมทุกปี โดยเน้นการลงมือปฏิบัติ มีการประชาสัมพันธ์การผลิตสารควบคุมแมลงศัตรูพืช โดยใช้สารเร่ง พต.7 เพิ่มขึ้น และแจกตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ทำการหมักเสร็จสมบูรณ์พร้อมใช้แล้วแก่หมอดินอาสา

### สรุปผล

จากการวิจัยเรื่อง การยอมรับการใช้ผลิตภัณฑ์สารเร่งซูเปอร์ พต.7 ในการผลิตสารควบคุมแมลงศัตรูพืชของหมอดินอาสาประจำหมู่บ้าน ในจังหวัดนครพนม สรุปได้ว่า หมอดินอาสาส่วนมากเป็นเพศชาย มีอายุเฉลี่ย 58.57 ปี จบการศึกษาในระดับประถมศึกษา มีจำนวนสมาชิกในครัวเรือนเฉลี่ย 4.27 คน ประกอบอาชีพเกษตรกรเป็นหลัก ส่วนใหญ่มีพื้นที่ถือครองเป็นของตนเอง เฉลี่ย 16.35 ไร่ มีรายได้จากการปลูกข้าว เฉลี่ย 22,951.43 บาทต่อปี และมีรายจ่ายจากการปลูกข้าว เฉลี่ย 11,273.71 บาทต่อปี มีประสบการณ์การใช้สารเร่งซูเปอร์ พต.7 มากกว่า 5 ปี และได้รับข้อมูลข่าวสารการใช้ผลิตภัณฑ์สารเร่งซูเปอร์ พต.7 ในการผลิตสารควบคุมแมลงศัตรูพืช ในระดับน้อยที่สุด โดยด้านสื่อบุคคลได้รับความรู้จากเจ้าหน้าที่กรมพัฒนาที่ดิน ส่วนด้านสื่อต่าง ๆ ได้รับความรู้จากเอกสารแนะนำ หมอดินอาสามีความรู้เกี่ยวกับการใช้สารเร่ง ซูเปอร์ พต. 7 ในการผลิตสารควบคุมแมลงศัตรูพืชอยู่ในระดับมากที่สุด โดยส่วนมากมีความรู้ในประเด็น คุณสมบัติในความเป็นกรดของสารเร่งซูเปอร์ พต. 7, สารควบคุมแมลงศัตรูพืชได้จากการหมักผัก/ผลไม้และที่ได้จากการหมักสมุนไพร และมีความรู้ในประเด็น ลักษณะของสารควบคุมแมลงศัตรูพืชที่หมักสมบูรณ์ การยอมรับเชิงความคิดเห็น พบว่า หมอดินอาสาเห็นด้วยมากที่สุดกับการใช้ผลิตภัณฑ์สารเร่งซูเปอร์ พต.7 ในการผลิตสารควบคุมแมลงศัตรูพืช ในประเด็นการผลิตเพื่อควบคุมเพลี้ยและเพื่อควบคุมหนอน และยอมรับนำไปปฏิบัติในระดับมากที่สุดเกือบทุกประเด็น โดยมีการปฏิบัติในระดับน้อย คือ การใช้รำข้าว 100 กรัมเป็นส่วนผสมในการผลิต และการใช้สารควบคุมแมลงศัตรูพืชโดยวิธีการรดลงดิน หมอดินอาสามีปัญหาเรื่องของราคาของวัสดุที่ใช้การผลิต การนำไปใช้มีขั้นตอนยุ่งยาก และสารเร่ง ซูเปอร์ พต.7 ไม่เพียงพอ โดยมีข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการส่งเสริมในประเด็นให้กรมพัฒนาที่ดิน มีการจัดอบรมทุกปีโดยเน้นการลงมือปฏิบัติ และแจกตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ทำการหมักเสร็จสมบูรณ์พร้อมใช้แก่หมอดินอาสาช่วยลดขั้นตอนการผลิต ดังนั้นจึงเสนอแนะให้มีการส่งเสริมโดย เจ้าหน้าที่กรมพัฒนาที่ดิน/สถานีพัฒนาที่ดิน ควรติดต่อกับเจ้าหน้าที่เกษตรอำเภอ เพื่อส่งเสริมและถ่ายทอดความรู้เกี่ยวกับการใช้สารเร่งซูเปอร์ พต.7 พร้อมกับแจกโปสเตอร์ และแผ่นพับ ให้ช่วยเผยแพร่ประชาสัมพันธ์ และแจกจ่ายให้หมอดินอาสา หรือเกษตรกร ส่งเสริมให้สร้างความรู้เพื่อให้เข้าใจ ตามหลักวิชาการ เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการใช้ รวมทั้งควรส่งเสริมการผลิตผลิตภัณฑ์ซูเปอร์ พต.7 อย่างจริงจังและต่อเนื่อง ส่งเสริมความรู้ผ่านช่องทางการสื่อสารโดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ เช่น อินเทอร์เน็ต แอปพลิเคชัน Line Facebook Youtube เป็นต้น และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรสนับสนุนปัจจัยการผลิต ได้แก่ น้ำหมักสารควบคุมแมลงศัตรูพืช ในรูปแบบหมักสมบูรณ์พร้อมใช้แก่หมอดินอาสา

### เอกสารอ้างอิง

- กรมพัฒนาที่ดิน. (2553). *คู่มือการปฏิบัติงานกระบวนการพัฒนาเครือข่ายการพัฒนาที่ดิน*. กองแผนงาน.
- (2558). *คู่มือการพัฒนาที่ดินสำหรับหมอดินอาสาและเกษตรกร*. กองแผนงาน.
- (2562). *การใช้ผลิตภัณฑ์เทคโนโลยีชีวภาพกรมพัฒนาที่ดินเพื่อส่งเสริมการใช้สารอินทรีย์ลดใช้สารเคมี*. กองแผนงาน.
- (2564). *หมอดินอาสา*. กรมพัฒนาที่ดิน. <http://lddmordin.ddd.go.th>
- จินดา ขลิบทอง. (2544). กระบวนการวิจัยทางส่งเสริมการเกษตร ใน *ประมวลสาระชุดวิชาการวิจัยเพื่อพัฒนาการส่งเสริมการเกษตร หน่วยที่ 1 สาขาวิชาส่งเสริมการเกษตรและสหกรณ์* แขนงวิชาส่งเสริมการเกษตร (น. 19). มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- ทศนีย์ บุญเกล้า. (2552). *ปัจจัยที่มีผลต่อบทบาทหน้าที่ของหมอดินอาสาประจำตำบลในจังหวัดนครพนม* [วิทยานิพนธ์ ปริญญาเกษตรศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- ปิยวรรณ เข็มจันทร์. (2560). *การปฏิบัติงานส่งเสริมเทคโนโลยีด้านการพัฒนาที่ดินของหมอดินอาสา ประจำหมู่บ้านในจังหวัดบึงกาฬ* [วิทยานิพนธ์ ปริญญาเกษตรศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- ไพศาล หวังพานิช. (2523). *การวัดผลการศึกษา*. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ศุภวรรณ รัฐกิจวิจารณ์ ณ นคร. (2555). *ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการยอมรับการใช้สารเร่งซูเปอร์ พด.2 ของหมอดินอาสา จังหวัดนนทบุรี* [วิทยานิพนธ์ ปริญญาเกษตรศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- ศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร. (2563). *รายงานผลการถอดบทเรียนศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร (ศพก.) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2563 จังหวัดนครพนม*. สำนักงานเกษตรจังหวัดนครพนม.
- สำนักข่าวกรมประชาสัมพันธ์. (2562). *นครพนมมีพื้นที่ส่งเสริมเกษตรอินทรีย์กว่า 1 แสนไร่*. [https://thainews.prd.go.th/th/news/print\\_news/TCATG191214164252174](https://thainews.prd.go.th/th/news/print_news/TCATG191214164252174)
- สำนักงานเกษตรจังหวัดนครพนม. (2562). *พืช GI นครพนม*. [http://www.nakhonphanom.doae.go.th/?page\\_id=2202](http://www.nakhonphanom.doae.go.th/?page_id=2202)
- สำนักงานเกษตรจังหวัดนครพนม. (2563). *รายงานประจำปี 2563*. สำนักงานเกษตรจังหวัดนครพนม.
- สำนักงานสถิติแห่งชาติ. (2561). *สรุปผลการสำรวจ ภาพการณ์ทำงานของประชากร (เดือน พฤศจิกายน พ.ศ. 2561)*. สำนักงานสถิติแห่งชาติ กระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม.
- สำมะโนการเกษตร. (2556). *บทสรุปผู้บริหาร สำมะโนการเกษตร พ.ศ. 2556* ทั่วประเทศอาณาจักร. สำนักงานสถิติแห่งชาติ.

## การพัฒนาผลิตภัณฑ์วaffle จากแป้งกล้วยไข่

### Development of Waffle Product from Klwai Khai (Musa (AA group)) Flour

ฉัตรชัย จันทรสิงห์ไชย\*, หยาดรุ้ง สุวรรณรัตน์, สุทิสชา ชัยกุล และ ทาวร จิมเลี้ยง  
Chatchai Jantarasinghachai\*, Yardrung Suwannarat, Sutisa Chaikul and Thaworn Chimleang

คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี จันทบุรี ประเทศไทย 22000

Faculty of Agricultural Technology, Rambhai Barni Rajabhat University, Chanthaburi, Thailand 22000

\*Corresponding author. E-mail: chatchai08012535@gmail.com

#### บทคัดย่อ

กล้วยไข่เป็นผลไม้ที่เน่าเสียได้ง่าย ราคาของกล้วยไข่มักตกต่ำถ้าผลผลิตมีมากหรือกล้วยไข่บางส่วนที่ไม่สามารถส่งออกได้ เนื่องจากไม่ได้ตามเกรดคุณภาพมาตรฐานที่กำหนด หากสามารถนำกล้วยไข่มาแปรรูปเป็นแป้งและใช้ในการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่เพื่อทดแทนแป้งสาลีที่มีราคาสูง จะเป็นประโยชน์ต่อเกษตรกรและผู้ประกอบการงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของแป้งกล้วยไข่ ปริมาณการใช้แป้งกล้วยไข่เพื่อทดแทนแป้งสาลีในการพัฒนาผลิตภัณฑ์วaffle ช่องกึ่ง และประเมินคุณภาพทางกายภาพ เคมี และทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้ การทดลองเริ่มจากผลิตแป้งกล้วยไข่และนำไปใช้พัฒนาผลิตภัณฑ์วaffle โดยแปรปริมาณแป้งกล้วยไข่เพื่อทดแทนแป้งสาลี 5 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 0 25 50 75 และ 100 ตามลำดับ ผลการทดลอง พบว่าแป้งกล้วยไข่ที่ผลิตได้มีสีขาวเหลือง มีปริมาณโปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต กากใย เถ้า และความชื้น ร้อยละ 4.21 0.53 79.48 5.97 1.64 และ 8.17 ตามลำดับ เมื่อนำแป้งกล้วยไข่มาทดแทน แป้งสาลีที่ระดับต่าง ๆ และวิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์ ผลการทดลองพบว่าแป้งกล้วยไข่สามารถใช้ทดแทนแป้งสาลีได้ร้อยละ 50 โดยมีปริมาณโปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต กากใย ความชื้น และปริมาณน้ำอิสระใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้ทดแทนด้วยแป้งกล้วยไข่ โดยผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับผลิตภัณฑ์วaffle ช่องกึ่งในคุณลักษณะด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ความชอบโดยรวมในระดับชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง ซึ่งผลการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้สามารถใช้เป็นแนวทางในการเพิ่มมูลค่าให้กับกล้วยไข่ และกล้วยชนิดอื่น ๆ ได้

**คำสำคัญ:** แป้งกล้วยไข่ วaffle ผลิตภัณฑ์เบเกอรี่

### Abstract

Banana “Kluai Khai” is a perishable fruit that its price often low when there are large amounts of products to market or the products some of the banana produce cannot be exported because it does not pass the export quality standard. It will be benefit for the orchard farmers and entrepreneurs if Kluai Khai could be process to flour and make the bakery products for replacement of wheat flour that has high price. The objectives of the research were to study the physical and chemical properties of Kluai Khai flour, the amount of Kluai Khai flour to substitute wheat flour in the Hong Kong waffle products and evaluated the physical, chemical and sensory quality of waffle. The experiment started with the producing the Kluai Khai flour and applied for making waffle by varying the Kluai Khai flour to substitute wheat flour at the percentage of 0, 25, 50, 75 and 100, respectively. The results showed that the obtained Kluai Khai flour has yellowish color. The content of protein, fat, carbohydrate, fiber, ash and moisture of flour is 4.21%, 0.53%, 79.48%, 5.97%, 1.64% and 8.17%, respectively. When using Kluai Khai flour to replace of wheat flour in the waffle products and analyzed the products quality, it found that Kluai Khai flour could replace of wheat flour at 50%. The protein, fat, carbohydrate, fiber, ash moisture and Water activity content of waffle products were similar to the waffle products without Kluai Khai flour substitution. The panelists accepted the waffle products for sensory attributes as appearance, color, odor, taste and overall acceptance at the slightly to moderately like level. The results of this study could be a way to add value of Kluai Khai and other banana types.

**Keywords:** Kluai Khai flour, Waffle, Bakery product

### บทนำ

กล้วยไข่เป็นพืชเศรษฐกิจ สามารถปลูกได้ในทุกภาคของประเทศไทย ปลูกง่าย โตเร็ว ดูแลรักษาง่ายให้ผลผลิตเจริญเติบโตได้ดีในทุกภาคของประเทศไทย กล้วยไข่เป็นผลไม้มีอายุการเก็บสั้น สุกเร็ว เน่าเสียได้ง่าย กล้วยไข่ที่บริโภคสดมีอายุการเก็บสั้นเน่าเสียได้ง่าย เกษตรกรจึงจำเป็นต้องเร่งจำหน่ายให้ทันก่อนการเน่าเสีย อีกทั้งกล้วยมีจำนวนมากเกษตรกรปลูกมาก ทำให้ผลผลิตล้นตลาด บางฤดูมีกล้วยมากเกินความต้องการ โดยข้อมูลการเพาะปลูกกล้วยไข่ ในปี 2563 พบว่าผลผลิตกล้วยไข่ที่ได้ 2 ล้านตันต่อปี เนื้อที่ปลูกทั้งสิ้น 6,250 ไร่ (สำนักงานเกษตรจังหวัดกำแพงเพชร, 2564) การแปรรูปกล้วยไข่เป็นแป้งเพื่อนำไปรับประทานโดยตรง หรือนำไปใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับผลิตเป็นผลิตภัณฑ์อื่น จึงเป็นแนวทางหนึ่งในการแก้ปัญหา ปัจจุบันมีกลุ่มผู้รักสุขภาพหันมาบริโภคแป้งจากกล้วยเนื่องจากแป้งกล้วยอุดมไปด้วยสารอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการหลายชนิด กล้วยดิบช่วยกระตุ้นเซลล์เยื่อบุกระเพาะให้หลั่งสารมิวซิน (Mucin) ช่วยเคลือบกระเพาะ พร้อมกับหลั่งสารเซโรโทนิน (Serotonin) ออกมาช่วยยับยั้งการหลั่งน้ำย่อยในกระเพาะอาหาร ทำให้บรรเทาอาการกรดไหลย้อนและยับยั้งอาการท้องเสียได้ กล้วยไข่อุดมไปด้วยวิตามิน และมีปริมาณเส้นใยและกากอาหารมากสามารถให้เป็นยาระบาย แก้อาการท้องผูก และช่วยให้ขับถ่ายได้ดี นอกจากนี้กล้วยไข่ ยังมีปริมาณแป้งที่ต้านทานการย่อยสลายด้วยเอนไซม์ (Resistant Starch, RS) ซึ่งเป็น

คุณสมบัติที่เหมือนกับเส้นใยอาหารที่มีประโยชน์ต่อระบบขับถ่ายและระบบหมุนเวียนเลือดโดยมีรายงานการวิจัยที่มีการเตรียมแป้งกล้วยไข่และวัดปริมาณแป้งต้านทานการย่อยสลายมากกว่าร้อยละ 50 (หยาดรุ่ง สุวรรณรัตน์ และถาวร ฉิมเลี้ยง, 2564; จิรนาถ บุญคง และคณะ, 2557) แม้กล้วยจะมีประโยชน์มากมายตามที่กล่าว แต่ที่ผ่านมาคนทั่วไปกลับไม่นิยมบริโภคกล้วยดิบ เนื่องจากกล้วยดิบยางเยอะ จึงทำให้มีรสฝาดทานยาก (ชาลิสา เมธานูภาพ, 2563) การนำผลกล้วยมาแปรรูปเป็นแป้ง และใช้ในผลิตภัณฑ์ขนมอบจึงเป็นแนวทางที่ช่วยเพิ่มปริมาณการใช้แป้งกล้วยไข่ในผลิตภัณฑ์อาหาร และลดปริมาณการนำเข้าแป้งสาลี รวมทั้งช่วยเหลือเกษตรกรที่ผลผลิตล้นตลาดและเพิ่มมูลค่าให้กล้วยไข่ ในปัจจุบันผลิตภัณฑ์ขนมอบเป็นผลิตภัณฑ์ที่นิยมบริโภคอย่างแพร่หลาย เนื่องจากการดำเนินชีวิตของคนยุคใหม่ที่เร่งรีบในชีวิตประจำวัน ขนมอบจึงเป็นผลิตภัณฑ์ที่สะดวกในการบริโภค ซึ่งผลิตภัณฑ์เหล่านี้มีวัตถุดิบหลักคือ แป้งสาลี ผลิตภัณฑ์ข้าวสาลีที่ปลูกในประเทศไทยมีปริมาณผลผลิตต่ำและมีคุณภาพไม่เหมาะสมสำหรับใช้ในผลิตภัณฑ์ขนมอบ จึงจำเป็นต้องนำเข้าแป้งสาลีจากต่างประเทศโดยคิดเป็นมูลค่ามากกว่า 24 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2565) ดังนั้นวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ คือ เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของแป้งกล้วยไข่ ศึกษาอัตราส่วนการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งกล้วยไข่ที่ผลิตได้ในผลิตภัณฑ์วาฟเฟิล และประเมินคุณภาพทางกายภาพ เคมี และทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์

### วิธีดำเนินการวิจัย

1. การเตรียมแป้งกล้วยไข่ นำกล้วยไข่จากลังกล้วยในจังหวัดจันทบุรีมาทำเป็นแป้งกล้วยไข่ โดยดัดแปลงจากวิธีของ Anyasi et al. (2018) หยาดรุ่ง สุวรรณรัตน์ และถาวร ฉิมเลี้ยง (2564) นำกล้วยไข่ลวกในน้ำเดือดเป็นเวลา 45 วินาที และแช่ในน้ำเย็นทันที หลังจากนั้นนำกล้วยไข่มาปอกเปลือกกล้วยและหั่นเป็นชิ้นหนา 2 มิลลิเมตร แช่ในน้ำสะอาดอุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 10 นาที นำชิ้นกล้วยขึ้นพักให้สะเด็ดน้ำ เป็นเวลา 10 นาที นำกล้วยไข่ที่เตรียมได้แช่ในสารละลายกรดแลคติก ที่ความเข้มข้น 30 กรัมต่อลิตร เป็นเวลา 10 นาที เมื่อครบเวลานำกล้วยขึ้นให้สะเด็ดน้ำ เรียงในถาดและทำแห้งในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง หรือจนกว่าความชื้นไม่เกินร้อยละ 12 จากนั้นนำไปบด ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 150 ไมโครเมตร และบรรจุในถุงอะลูมิเนียมพอยสปีดสนิท เพื่อนำไปวิเคราะห์คุณสมบัติและเป็นวัตถุดิบเพื่อทดแทนแป้งสาลีบางส่วนในผลิตภัณฑ์วาฟเฟิลฮ่องกง

2. การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีและทางกายภาพของแป้งกล้วยไข่ นำแป้งกล้วยไข่ที่ได้มาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต และคาร์โบไฮเดรต (AOAC, 2000) วิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ ค่าสี ด้วยระบบ  $L^* a^* b^*$  ด้วยเครื่องวัดสี ปริมาณอะมิโลส (ปาริฉัตร รัตนผล และ ธาณี ศรีวงศ์ชัย, 2555) ค่าการละลายและกำลังการพองตัว (บัญญัติรัตน์ โสภิษฐ์ประภา, 2553)

3. การศึกษาปริมาณการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งกล้วยไข่ในผลิตภัณฑ์วาฟเฟิลฮ่องกง ผลิตภัณฑ์ผลิตภัณฑ์วาฟเฟิลฮ่องกงตามวิธีของ กุสุมา ไกรมณี (2561) ซึ่งส่วนผสมต่าง ๆ ดังตารางที่ 1 ประกอบด้วย แป้งสาลี แป้งมันฮ่องกง เนย ผงนม น้ำตาลทราย เกลือ ผงฟู ไข่ กลิ่นวานิลลา น้ำมันพืช และน้ำสะอาด 100 กรัม ทดลองทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งกล้วยไข่บางส่วน ในผลิตภัณฑ์วาฟเฟิลฮ่องกง 4 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 0, 25, 50, 75 และ 100 ตามลำดับ



ตารางที่ 1 ปริมาณการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งกล้วยไข่ในผลิตภัณฑ์วาฟเฟิลฮ่องกงที่ระดับต่าง ๆ

ส่วนผสม (กรัม)	สัดส่วนการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งกล้วย (ร้อยละ)				
	0	25	50	75	100
แป้งสาลี	110	82.5	55	27.5	0
แป้งกล้วย	0	27.5	55	82.5	110
แป้งมันฮ่องกง	40	40	40	40	40
เนยสด	60	60	60	60	60
ผงนม	13	13	13	13	13
น้ำตาลทราย	120	120	120	120	120
เกลือ	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
ผงฟู	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6
ไข่ไก่	50	50	50	50	50
กลีนาวนิลลา	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4
น้ำมันพืช	30	30	30	30	30
น้ำสะอาด	100	100	100	100	100

4. การวิเคราะห์คุณสมบัติของผลิตภัณฑ์วาฟเฟิลฮ่องกง นำผลิตภัณฑ์วาฟเฟิลฮ่องกง มาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน กากใย เถ้า และคาร์โบไฮเดรต (AOAC, 2000) วิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ ค่าสี ด้วยระบบ  $L^* a^* b^*$  ด้วยเครื่องวัดสี และประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยใช้ผู้ชิมที่ไม่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 30 คน ด้วยวิธี 9-point hedonic scales

5. การวิเคราะห์ข้อมูล การศึกษาคุณสมบัติของแป้งกล้วยและผลิตภัณฑ์วาฟเฟิลฮ่องกง วางแผนการทดลองแบบ Complete Randomized Design (CRD) และการทดสอบทางประสาทสัมผัส วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมทางสถิติ เพื่อวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยใช้ Duncan's multiple range test (DMRT)

### ผลการวิจัยและอภิปรายผล

1. ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีและทางกายภาพของของแป้งกล้วยไข่ จากการเตรียมแป้งกล้วยไข่ ลักษณะของแป้งกล้วยไข่ที่ผลิตได้ ดังภาพที่ 1 และเมื่อนำแป้งกล้วยไข่ที่ผลิตได้มาวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี และทางกายภาพ พบว่าแป้งกล้วยไข่มีปริมาณโปรตีนร้อยละ 4.21 ไขมันร้อยละ 0.53 คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 79.48 กากใยร้อยละ 5.97 เถ้าร้อยละ 1.64 และความชื้นร้อยละ 8.17 ตามลำดับ จากผลการวิเคราะห์ พบว่าแป้งกล้วยไข่มีปริมาณกากใยสูงกว่าที่วิเคราะห์ได้จากรายงานของ ภาสุรี ฤทธิเลิศ และ นัฐพัศ โคตรแปร (2561) ซึ่งพบว่าแป้งกล้วยไข่มีปริมาณโปรตีน และกากใย เท่ากับ 0.92 และ 0.97 ตามลำดับ ส่วนปริมาณความชื้นของแป้งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนแป้งกล้วย ที่กำหนดความชื้นต้องไม่เกินร้อยละ 12 โดยน้ำหนัก (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2563) เมื่อนำแป้งกล้วยไข่ไปวัดค่าสีด้วยเครื่องวัดสี พบว่าแป้งกล้วยไข่มีค่าความสว่าง ( $L^*$ ) เท่ากับ

76.2 ค่าสีแดง (a') เท่ากับ 4.00 และค่าสีเหลือง (b') เท่ากับ 13.57 จากปกติสีของแป้งกล้วยไข่ที่ผลิตโดยไม่ได้ใช้กรดอินทรีย์จะมีสีคล้ำกว่าแป้งสาลีโดยทั่วไป เมื่อนำไปทำเป็นผลิตภัณฑ์จะส่งผลถึงสีของผลิตภัณฑ์ที่ไม่พึงประสงค์ ดังนั้นในการทดลองนี้จึงเตรียมแป้งกล้วยไข่โดยใช้กรดแลคติก ซึ่งเป็นกรดอินทรีย์ที่สามารถช่วยป้องกันการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลที่เกิดจากการทำงานของเอนไซม์ จึงช่วยในการปรับปรุงคุณภาพสีของแป้งกล้วยไข่ก่อนนำมาทำผลิตภัณฑ์ได้ (Mahloko, et al., 2019; หยาดรุ่ง สุวรรณรัตน์ และ ถาวร ฉิมเลี้ยง, 2564) สำหรับปริมาณอะมิโลส พบว่าแป้งกล้วยไข่ที่ผลิตได้มีค่าเท่ากับ 22.13 ซึ่งใกล้เคียงกับปริมาณอะมิโลสในกล้วยไข่โดยทั่วไป ที่มีค่าระหว่างร้อยละ 24.7-37.5 (Vatanasuchart et.al, 2012)



ภาพที่ 1 ลักษณะของแป้งกล้วยไข่ที่ผลิตได้

เมื่อนำแป้งกล้วยไข่ที่ได้ไปวิเคราะห์ค่าการละลายและค่าการพองตัว ได้ผลการทดลอง ดังตารางที่ 2 จากผลการทดลองที่ได้ พบว่าค่าการละลายของแป้งกล้วยไข่มีค่าการละลายมากขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น โดยมีค่าการละลายสูงสุดที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เท่ากับ  $31.40 \pm 4.20$  ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับค่าการละลายที่อุณหภูมิต่ำกว่าที่ศึกษา ( $P \leq 0.05$ ) ส่วนค่าการพองตัวของแป้งกล้วยไข่มีค่ามากขึ้นที่อุณหภูมิเกิน 75 องศาเซลเซียส ซึ่งค่าการพองตัวสูงสุดพบที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เท่ากับ  $27.04 \pm 3.53$  โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับที่อุณหภูมิต่ำกว่าที่ศึกษา ( $P \leq 0.05$ ) กำลังการพองตัวของแป้งกล้วยไข่มีค่าใกล้เคียงกับแป้งสาลี แต่มีค่าการละลายต่ำกว่า จึงสามารถนำมาใช้ทดแทนแป้งสาลีได้บางส่วน อย่างไรก็ตามจากการรายงานของ กล้านรงค์ ศรีรอด และ เกื้อกุล ปิยะจอมขวัญ (2550) พบว่า การพองตัวและการละลายขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ หลายปัจจัย ได้แก่ ชนิดของแป้ง ความแข็งแรงของโครงสร้าง ปริมาณน้ำในสารละลายแป้ง สิ่งเจือปนภายในเม็ดแป้งที่ไม่ใช่คาร์โบไฮเดรต รวมทั้งลักษณะร่างแหภายในเม็ดแป้ง

ตารางที่ 2 ค่าการละลายและการพองตัวของแป้งกล้วยไข่ที่อุณหภูมิต่าง ๆ

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	การละลาย (ร้อยละ)	การพองตัว (กรัมต่อกรัม)
55	$10.90 \pm 0.10^c$	$7.96 \pm 0.51^c$
65	$14.13 \pm 1.16^c$	$7.60 \pm 0.19^c$
75	$17.80 \pm 0.92^b$	$16.09 \pm 0.89^b$
85	$21.03 \pm 0.15^b$	$17.86 \pm 0.36^b$
95	$31.40 \pm 4.20^a$	$27.04 \pm 3.53^a$

หมายเหตุ : อักษร abc ในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ )

2. ผลการศึกษาปริมาณการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งกล้วยไซในผลิตภัณฑ์วaffleฟیلล์องกง เมื่อนำแป้งกล้วยไซมาทดแทนแป้งสาลีบางส่วนในผลิตภัณฑ์วaffleฟیلล์องกงที่ระดับต่าง ๆ ได้ลักษณะของผลิตภัณฑ์วaffleฟیلล์องกง ดังภาพที่ 2 นำผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้ไปวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี และทางกายภาพ ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 3 และทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยใช้ผู้ทดสอบชิม ได้ผลดังตารางที่ 4 ได้จากการทดลอง 3 ซ้ำ

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยคุณสมบัติทางเคมีและทางกายภาพของผลิตภัณฑ์วaffleฟیلล์องกงที่ทดแทนแป้งสาลีบางส่วนด้วยแป้งกล้วยไซที่ระดับต่าง ๆ

ปริมาณการทดแทน* (ร้อยละ)	ค่าที่วัดได้ (ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)							สี		
	โปรตีน (ร้อยละ)	ไขมัน <sup>ns</sup> (ร้อยละ)	คาร์โบไฮเดรต (ร้อยละ)	กากใย (ร้อยละ)	เถ้า <sup>ns</sup> (ร้อยละ)	ความชื้น <sup>ns</sup> (ร้อยละ)	ปริมาณน้ำอิสระ	L <sup>*</sup>	a <sup>*</sup>	b <sup>*</sup>
0	3.20 ± 0.66 <sup>a</sup>	17.58 ± 0.20	59.73 ± 2.35 <sup>b</sup>	0.11 ± 0.01 <sup>b</sup>	2.58 ± 0.73	16.90 ± 3.31	0.74 ± 0.02 <sup>b</sup>	69.96 ± 1.59 <sup>a</sup>	4.16 ± 2.33 <sup>b</sup>	36.46 ± 2.40 <sup>a</sup>
	25	3.24 ± 0.38 <sup>a</sup>	19.10 ± 0.05	61.95 ± 1.31 <sup>b</sup>	0.19 ± 0.31 <sup>b</sup>	1.44 ± 0.68	14.27 ± 2.31	0.74 ± 0.00 <sup>b</sup>	51.98 ± 3.64 <sup>c</sup>	14.26 ± 2.15 <sup>a</sup>
50	2.42 ± 0.12 <sup>b</sup>	21.13 ± 4.30	60.01 ± 4.34 <sup>b</sup>	0.20 ± 0.06 <sup>b</sup>	1.18 ± 0.54	15.27 ± 1.42	0.75 ± 0.01 <sup>b</sup>	59.04 ± 1.96 <sup>b</sup>	10.86 ± 2.66 <sup>a</sup>	38.33 ± 1.95 <sup>a</sup>
	75	2.80 ± 0.08 <sup>ab</sup>	18.19 ± 1.15	71.62 ± 7.02 <sup>a</sup>	0.14 ± 0.04 <sup>b</sup>	0.86 ± 0.04	15.90 ± 1.78	0.78 ± 0.00 <sup>a</sup>	56.27 ± 4.06 <sup>bc</sup>	13.60 ± 3.02 <sup>a</sup>
100	2.53 ± 0.03 <sup>b</sup>	20.29 ± 1.32	58.23 ± 1.68 <sup>b</sup>	0.33 ± 0.09 <sup>a</sup>	2.26 ± 2.07	14.79 ± 1.78	0.78 ± 0.01 <sup>a</sup>	56.94 ± 5.09 <sup>bc</sup>	13.20 ± 3.01 <sup>a</sup>	38.41 ± 1.20 <sup>a</sup>

หมายเหตุ: อักษร a-c ในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ )

อักษร ns แสดงถึงไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

จากผลการทดลองตารางที่ 3 พบว่าผลิตภัณฑ์วaffleฟیلล์องกงที่ทดแทนแป้งสาลีบางส่วนด้วยแป้งกล้วยไซที่ระดับต่าง ๆ พบว่า ผลิตภัณฑ์วaffleฟیلล์องกงที่ผลิตได้มีโปรตีนร้อยละ  $2.42 \pm 0.12 - 3.24 \pm 0.38$  โดยเมื่อทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งกล้วยไซในผลิตภัณฑ์วaffleฟیلล์องกร้อยละ 25 และ 75 มีปริมาณโปรตีนไม่แตกต่างจากที่ใช้แป้งสาลีร้อยละ 100 อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) สำหรับปริมาณไขมันพบว่ามีความร้อยละ  $17.58 \pm 0.20 - 21.13 \pm 4.30$  จะเห็นได้ว่าปริมาณไขมันในผลิตภัณฑ์วaffleฟیلล์องกงไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $P > 0.05$ ) แม้มีการทดแทนแป้งสาลีบางส่วนด้วยแป้งกล้วยไซ สำหรับปริมาณคาร์โบไฮเดรตมีค่าร้อยละ  $58.23 \pm 1.68 - 71.62 \pm 7.02$  โดยผลิตภัณฑ์วaffleฟیلล์องกงที่มีปริมาณคาร์โบไฮเดรตสูงที่สุด เมื่อทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งกล้วยไซร้อยละ 75 ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับผลิตภัณฑ์วaffleฟیلล์องกงเมื่อทดแทนด้วยแป้งกล้วยไซร้อยละ 0 25 50 และ 100 สำหรับปริมาณกากใย พบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณแป้งกล้วยไซ ผลิตภัณฑ์วaffleฟیلล์องกงมีปริมาณกากใยสูงกว่าผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้ผสมแป้งกล้วยไซ สอดคล้องกับงานวิจัยของ สุนทรณ์ พักเพ็ญ (2563) ซึ่งพบว่า ปริมาณกากใยมีแนวโน้มสูงขึ้นเมื่อเพิ่มปริมาณแป้งกล้วยไซ สำหรับผลิตภัณฑ์วaffleฟیلล์องกงที่มีปริมาณกากใยสูงที่สุด พบในผลิตภัณฑ์ที่มีการทดแทนแป้งสาลีร้อยละ 100 โดยมีค่าร้อยละ  $0.33 \pm 0.09$  ความชื้นของผลิตภัณฑ์วaffleฟیلล์องกงมีค่าร้อยละ  $14.27 \pm 2.31 - 16.90 \pm 3.31$  โดยไม่มีความแตกต่างทางสถิติในทุกระดับของการทดแทน สำหรับปริมาณน้ำอิสระในผลิตภัณฑ์วaffleฟیلล์องกง พบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งกล้วยไซมีปริมาณน้ำอิสระ

มากขึ้น ซึ่งปริมาณน้ำอิสระของผลิตภัณฑ์วaffleเหลืองงที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งกล้วยไข่ร้อยละ 75 และ 100 มีปริมาณสูงที่สุด โดยมีค่าระหว่าง  $0.74 \pm 0.00$  -  $0.78 \pm 0.01$  และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) กับการทดแทนด้วยแป้งกล้วยไข่ระดับอื่น ๆ

ส่วนสีของผลิตภัณฑ์วaffleเหลืองง พบว่าเมื่อทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งกล้วยไข่ทำให้ความสว่างลดลง โดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) กับการผลิตผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้มีการทดแทนด้วยแป้งกล้วยไข่ ส่วนค่าสีแดงของผลิตภัณฑ์วaffleเหลืองง พบว่าผลิตภัณฑ์ที่มีการทดแทนด้วยแป้งกล้วยไข่มีสีแดงมากกว่าผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้ทดแทนด้วยแป้งกล้วยไข่ ส่วนค่าสีเหลืองของผลิตภัณฑ์วaffleเหลืองง พบว่าผลิตภัณฑ์ที่แป้งกล้วยไข่ที่ปริมาณสูงขึ้นจึงมีค่าสีเหลืองเพิ่มขึ้น และใกล้เคียงกับการใช้แป้งสาลีร้อยละ 100



(ก) ร้อยละ 0 (ข) ร้อยละ 25 (ค) ร้อยละ 50 (ง) ร้อยละ 75 (จ) ร้อยละ 100

ภาพที่ 2 ลักษณะผลิตภัณฑ์วaffleเหลืองงที่ทดแทนด้วยแป้งร้อยละต่าง ๆ

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์วaffleเหลืองงที่ทดแทนแป้งสาลีบางส่วนด้วยแป้งกล้วยไข่ระดับต่าง ๆ

ปริมาณการ ทดแทน (ร้อยละ)	คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส (ค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)					
	ลักษณะ ปรากฏ	สี	กลิ่น	รสชาติ	ลักษณะเนื้อ สัมผัส	ความชอบ โดยรวม
0	$7.23 \pm 1.07^a$	$7.27 \pm 1.31^a$	$7.03 \pm 1.10^a$	$6.83 \pm 0.99^a$	$6.47 \pm 1.11^a$	$6.93 \pm 0.79^a$
25	$7.17 \pm 0.70^a$	$7.47 \pm 0.82^a$	$7.10 \pm 1.03^a$	$6.50 \pm 1.28^{ab}$	$6.63 \pm 1.13^a$	$7.00 \pm 0.53^a$
50	$7.17 \pm 0.70^a$	$7.23 \pm 0.82^a$	$6.53 \pm 1.14^a$	$5.93 \pm 1.64^{bc}$	$6.23 \pm 1.63^a$	$6.33 \pm 1.45^{ab}$
75	$6.67 \pm 1.09^a$	$6.63 \pm 1.03^b$	$6.07 \pm 1.23^b$	$5.53 \pm 1.85^{cd}$	$5.80 \pm 1.86^{ab}$	$6.07 \pm 1.53^{bc}$
100	$5.80 \pm 1.63^b$	$5.57 \pm 1.50^c$	$5.73 \pm 1.86^b$	$5.00 \pm 1.89^d$	$5.33 \pm 1.88^b$	$5.47 \pm 1.61^c$

หมายเหตุ: อักษร a-c ในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ )

จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสในตารางที่ 4 โดยทดสอบคุณลักษณะด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม สำหรับคุณลักษณะด้านลักษณะปรากฏ พบว่าผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับผลิตภัณฑ์วaffleเหลืองงที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งกล้วยไข่ถึงร้อยละ 75 โดยมีคะแนนความชอบแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P > 0.05$ ) กับการผลิตผลิตภัณฑ์วaffleเหลืองงที่มีการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งกล้วยไข่ร้อยละ 0 25 และ 50 สำหรับคุณลักษณะด้านสีและกลิ่น พบว่าผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับผลิตภัณฑ์วaffleเหลืองงที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งกล้วยไข่ถึงร้อยละ 50 โดยมีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P > 0.05$ ) กับการผลิตผลิตภัณฑ์วaffleเหลืองงที่มีการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งกล้วยไข่ร้อยละ 0 และ 25 สำหรับคุณลักษณะด้าน

รสชาติ วาฟเฟิลช่องกึ่งเมื่อใช้แป้งกล้วยไข่เพิ่มขึ้นจึงได้รับคะแนนความชอบลดลง ผลมาจากแป้งกล้วยไข่ทำให้รสชาติเปลี่ยน ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม พบว่าผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับผลิตภัณฑ์วาฟเฟิลช่องกึ่งเมื่อมีการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งกล้วยไข่ทุกระดับ โดยให้คะแนนการยอมรับผลิตภัณฑ์เมื่อมีการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งกล้วยไข่สูงที่สุดที่ร้อยละ 50 สูงที่สุด โดยมีความชอบปานกลางทั้งด้านรสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม

### สรุปผล

จากผลการทดลองสรุปได้ว่าแป้งกล้วยไข่สามารถนำมาทดแทนแป้งสาลีได้บางส่วนในผลิตภัณฑ์วาฟเฟิลช่องกึ่ง โดยแป้งกล้วยไข่ที่นำมาทดแทนแป้งสาลี มีปริมาณโปรตีนร้อยละ 4.21 ไขมันร้อยละ 0.53 คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 79.48 กากใยร้อยละ 5.97 เถ้าร้อยละ 1.64 และความชื้นร้อยละ 8.17 ตามลำดับ แป้งกล้วยไข่มี สีขาวเหลือง และเมื่อนำแป้งกล้วยไข่มาทดแทนแป้งสาลีที่ระดับต่าง ๆ พบว่าสามารถใช้แป้งกล้วยไข่ทดแทนแป้งสาลีได้ร้อยละ 50 โดยมีปริมาณโปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต กากใย ความชื้น และปริมาณน้ำอิสระใกล้เคียงกับที่ไม่ได้ทดแทนแป้งกล้วยไข่ แต่สีมีความสว่างน้อยกว่า โดยผู้ทดสอบชิมให้คะแนนผลิตภัณฑ์วาฟเฟิลช่องกึ่งในคุณลักษณะด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ความชอบโดยรวมในระดับชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง ผลการศึกษาในครั้งนี้สามารถใช้เป็นแนวทางในการเพิ่มมูลค่าให้กับกล้วยไข่ที่ตกเกรดหรือราคาตกต่ำในช่วงฤดูกาลที่มีกล้วยไข่เป็นจำนวนมาก

### กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ ศูนย์วิจัยและพัฒนานวัตกรรมสินค้าเกษตรและอาหารภาคตะวันออก และห้องปฏิบัติการกลาง คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

### เอกสารอ้างอิง

- กล้าณรงค์ ศรีรอด, และเกื้อกูล ปิยะจอมขวัญ. (2550). *กำลังการพองตัวของแป้ง: เทคโนโลยีของแป้ง* (พิมพ์ครั้งที่ 4). สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- กุสุมา ไกรมณี. (2561). *คอร์สวาฟเฟิล* [เอกสารที่ไม่มีการตีพิมพ์]. โรงเรียนสอนทำอาหาร Cook's Step By Krujang.
- จิรนาถ บุญคง, ทิพวรรณ บุญมี และ พัชรารวรรณ เรือนแก้ว. (2557). การใช้แป้งกล้วยหอมทองดิบที่มีสมบัติด้านทานการย่อยสลายด้วยเอนไซม์ในผลิตภัณฑ์พาสต้า. *วารสารเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยสยาม*, 10(1), 19-29.
- ซาลิสซา เมธานภาพ. (2563). *ข้อมูลคุณค่าทางโภชนาการกล้วยดิบ*. <https://www.greenery.org/author/grwriter30>.
- ปัญญารัตน์ โสภิษฐ์ประภา. (2553). *การดัดแปรแป้งและสตาร์ชกล้วยน้ำว้า (Musa(ABB)sp.) ด้วยวิธีพรีเจลาทีไนซ์* [วิทยานิพนธ์ ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์]. *ฐานข้อมูลงานวิจัยสำนักงานวิจัยแห่งชาติ*.
- ปาริฉัตร รัตนผล และ ธาณี ศรีวงศ์ชัย. (2555, ม.ค. 31 – ก.พ. 2). เทคนิคการตรวจสอบปริมาณอะมิโลสโดยใช้ตัวอย่างปริมาณน้อย ใน *การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 50* (น. 385-390). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

- ภาสุรี ฤทธิเลิศ และนัฐพัศ โคตรแปร. (2561). สมบัติของฟลาวอร์และสตาร์ชจากเนื้อกล้วยไข่ดิบและการใช้ประโยชน์ในขนมทองม้วน. *วารสารเกษตร*, 34(3), 513-524.
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2563). *มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน แป้งกล้วย มผช.1375/2550*. <http://tcps.tisi.go.th/public/StandardListaspx>.
- สำนักงานเกษตรจังหวัดกำแพงเพชร. (2564). *ข้อมูลการเพาะปลูกกล้วยไข่*. <https://www.opsmoac.go.th/kamphaengphet-performance-files-431391791840>.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2565). *นำเข้าแป้งสาลีจากต่างประเทศ*. <https://www.oae.go.th>
- สุนทรณ์ พักเฟื่อง. (2563). การประยุกต์ใช้แป้งกล้วยไข่เพื่อเพิ่มปริมาณเส้นใยในผลิตภัณฑ์ขนมปังหวาน. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี*, 19(3), 1-8.
- หยาดรุ่ง สุวรรณรัตน์, และถาวร ฉิมเลี้ยง. (2564, ม.ค. 25-28). *การใช้กรดอินทรีย์เพื่อปรับปรุงสีของแป้งกล้วยไข่และการประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์ซาลาเปา* [เอกสารนำเสนอ] การประชุมวิชาการระดับชาติ พะเยาวิจัย ครั้งที่ 10 มหาวิทยาลัยพะเยา, พะเยา, ประเทศไทย.
- AOAC. (2000). *Official Method of Analysis* (17<sup>th</sup> ed.). The Association of Analysis Chemists.
- Anyasi, T.A., Jideani A.I.O. & Mchau, G.R.A. (2018). Phenolics and essential mineral profile of organic acid preteated unripe banana flour. *Food Research International*, 104, 100-109.
- Mahloko, L. M., Silungwe, H., Mashau, M. E., & Kgatla, T. E. (February 2021). Bioactive Compounds, Antioxidant Activity and Physical Characteristics of Wheatprickly Pear and Banana Biscuits. *International Food Research Journal*, 28(1), 138 – 147.
- Vatanasuchart, N., Niyomwit, B. & Wongkrajang, K. (2012). Resistant starch content, in vitro starch digestibility and physico-chemical properties of flour and starch from Thai bananas. *Maejo International Journal of Science and Technology*, 6(2), 259-271.

## ผลของเครื่องกะเทาะข้าวโพดพร้อมระบบทำความสะอาดที่มีต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ Effect of Corn Seed Selter Ready with Cleaning System to Seed Quality

กาญจนา มหาเวศย์สกุล<sup>1\*</sup>, มงคล ตุ่นเฮ้า<sup>2</sup> และ สิทธิพงษ์ ศรีสว่างวงศ์<sup>1</sup>

Kanchana Mahawetsakul<sup>1\*</sup>, Mongkol Tunhaw<sup>2</sup> and Sittiphong Srisawangwong<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ศูนย์วิจัยและพัฒนาเมล็ดพันธุ์พืชขอนแก่น ตำบลท่าพระ อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40260,

<sup>2</sup>ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมขอนแก่น กรมวิชาการเกษตร

<sup>1</sup>Khon Kaen Seed Research and Development Center, Tha-Phra, Mueang, Khon Kaen, 40260, Thailand,

<sup>2</sup>Khon Kaen Agricultural Engineering Research Center, Department of Agriculture, Thailand.

\*Corresponding author. E-mail: kanchana.nuch@gmail.com

### บทคัดย่อ

ข้าวโพด (*Zea mays* L.) เป็นพืชเศรษฐกิจและมีมูลค่าทางการตลาดสูง มีการส่งออกเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด ไปจำหน่ายต่างประเทศมูลค่าและปริมาณมากที่สุด การปรับปรุงสภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดก่อนการจำหน่ายจึงเป็นเรื่องที่สำคัญมาก งานวิจัยนี้เป็นการทดลองเครื่องกะเทาะข้าวโพดต้นแบบที่มีผลต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด ดำเนินการระหว่างเดือนกันยายน 2563 - ตุลาคม 2564 ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาเมล็ดพันธุ์พืชขอนแก่น ทดลองกับเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด จำนวน 3 พันธุ์ ได้แก่ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ข้าวโพดเทียน และข้าวโพดหวาน วางแผนการทดลองแบบ Split-plot Design จำนวน 6 ซ้ำ โดยกำหนดให้ Main plot คือ ความชื้นของเมล็ดพันธุ์ 3 ระดับ ได้แก่ 15-16 % , 17-18 % และ 19-20 % Sub plot คือ การกะเทาะด้วยแรงงานคนและการกะเทาะด้วยเครื่องกะเทาะ (6 เมตร/วินาที) ผลการศึกษา พบว่า ที่ระดับความชื้นข้าวโพด 15-16% มีความเหมาะสมที่สุด ที่จะใช้กับเครื่องกะเทาะ ผลการตรวจสอบคุณภาพหลังกะเทาะ พบว่า เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ข้าวโพดเทียน และข้าวโพดหวาน มีความบริสุทธิ์ทางกายภาพ เท่ากับ 94.0, 96.6 และ 88.0 % ความงอก เท่ากับ 91 , 92 และ 73 % ความชื้น เท่ากับ 11.8-12.0 % ความแข็งแรงโดยการเร่งอายุ เท่ากับ 94 , 95 และ 67 % น้ำหนัก 1000 เมล็ด (TSW) เท่ากับ 229.9 , 142.8 และ 84.1 กรัม ความเสียหาย เท่ากับ 6.7 , 3.7 และ 11.7 % และความงอกในสภาพแปลง เท่ากับ 94 , 88 และ 62 % ตามลำดับ ดังนั้น การใช้เครื่องกะเทาะข้าวโพดต้นแบบนี้ สามารถใช้กับเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดได้ทุกสายพันธุ์ นำไปใช้ทดแทนแรงงานคนได้ดี กำลังการผลิตสูง และยังไม่ส่งผลต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์

**คำสำคัญ:** เมล็ดพันธุ์ข้าวโพด เครื่องกะเทาะ คุณภาพเมล็ดพันธุ์

## Abstract

Corn or Maize (*Zea mays* L.) is an economic crop with high-value. Corn seeds are exported for the highest value and quantity. It is therefore very important to seed conditioning of corn seeds before selling. This research of a prototype corn sheller that affects the seed quality. Conducted during September 2020 – October 2021 at Khon Kaen seed research and development center. Maize seeds for 3 var., maize, wax corn and sweet corn. Plot split-plot design, 6 rep., main plot is 3 level moisture content (15-16 %, 17-18 % and 19-20 %), sub plot is manual labor and corn sheller (6mm/s). The result showed that 15-16% moisture content. It is best suited to use with corn sheller. The result of seed quality inspection after shelling showed that seed of maize, wax corn and sweet corn, physical purity 94.0, 96.6 and 88.0 %, germination 91, 92 and 73 %, moisture content 11.8-12.0 %, aging vigor 94, 95 and 67 %, TSW 229.9, 142.8 and 84.1g, seed damage 6.7, 3.7 and 11.7 % and field emergence 94, 88 and 62 %, respectively. Using this prototype corn sheller can be various of corn seeds. It can be to instead human labor as well, high production capacity and non-effect on the seed quality.

**Keywords:** Corn seeds, Sheller, seed quality

## บทนำ

ประเทศไทยเป็นผู้ผลิตและส่งออกเมล็ดพันธุ์รายใหญ่ในภูมิภาคเอเชียและเป็น 1 ใน 10 ของประเทศที่ส่งออกเมล็ดพันธุ์พืชไร่รายใหญ่ ด้วยปริมาณการส่งออกในปี 2553 จำนวน 20,400 ตัน มีมูลค่า 7,287 ล้านบาท สภาวะตลาดเมล็ดพันธุ์ในปี 2554 มีแนวโน้มเติบโตอย่างต่อเนื่อง เมล็ดพันธุ์ที่ดี เป็นส่วนสำคัญที่นำไปสู่คุณภาพของผลผลิต การเกษตรที่ดี ช่วยพัฒนานวัตกรรมเกษตรไทยทั้งในด้านคุณภาพและประสิทธิภาพ (สมาคมการค้าเมล็ดพันธุ์ไทย, 2555) นับเป็นยุทธศาสตร์สำคัญของความมั่นคงทางอาหาร โดยประเทศไทยมีข้อได้เปรียบทางด้านสภาพสิ่งแวดล้อมที่เอื้ออำนวย ภัยธรรมชาติค่อนข้างน้อยเมื่อเทียบกับประเทศอื่นในภูมิภาค เกษตรกรมีความขยันและมีความสามารถในการเพาะปลูกพืชเหล่านี้ และมีมาตรฐานการตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์เพื่อการส่งออกที่มีคุณภาพ การผลิตเมล็ดพันธุ์พืชของประเทศไทยมีอยู่ 2 ลักษณะคือ หน่วยงานภาครัฐจะเป็นผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์พืชที่เป็นความมั่นคงทางด้านอาหารของประเทศ เช่น ข้าว พืชตระกูลถั่วต่าง ๆ ส่วนภาคเอกชนจะเป็นผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์ลูกผสมเปิดเพื่อการค้า ประกอบด้วย ข้าวโพด ทานตะวัน พืชผักต่าง ๆ เป็นต้น โดยเฉพาะถั่วเหลือง ถั่วลิสง และข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เป็นพืชเศรษฐกิจของไทยที่มีการใช้บริโภคภายในประเทศและส่งออกไปยังต่างประเทศจำนวนมาก พื้นที่และผลผลิตในแต่ละปีมีแนวโน้มลดลง สวนทางกับความต้องการใช้เป็นวัตถุดิบ ทำให้ต้องมีกรพึ่งพาการนำเข้าวัตถุดิบจากต่างประเทศ (สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร, 2559) เนื่องจากปัญหาการขาดแคลนเมล็ดพันธุ์คุณภาพดี ปริมาณไม่เพียงพอต่อความต้องการ แรงงานภาคเกษตรกรรมลดลงและค่าจ้างสูงขึ้น

จากปัญหาการใช้ต้นทุนด้านแรงงานในการผลิตเมล็ดพันธุ์ ในปัจจุบันเครื่องจักรกลการเกษตรเข้ามา มีบทบาทในกระบวนการต่าง ๆ ในการลดการใช้แรงงานมีการพัฒนาเครื่องจักรและอุปกรณ์เพื่อรองรับเทคโนโลยีการผลิตเมล็ดพันธุ์ ตั้งแต่กระบวนการปลูก ดูแลรักษา การเก็บเกี่ยว การปรับปรุงสภาพ และการเก็บรักษา ตลอดจน



ถึงการขนส่งถึงผู้บริโภคหรือเกษตรกร กรมวิชาการเกษตรเป็นซึ่งหน่วยงานหลักในการผลิตเมล็ดพันธุ์พืช การกระจายพันธุ์และตรวจสอบคุณภาพ ได้จัดตั้งกองเมล็ดพันธุ์ในปี 2558 เพื่อสนับสนุนการขับเคลื่อนยุทธศาสตร์ประเทศไทยเป็นศูนย์กลางเมล็ดพันธุ์ (Seed Hub) ในระดับสากล และรองรับการขับเคลื่อนประเทศไทยสู่ยุค 4.0 โดยคณะผู้วิจัยทำการสังเคราะห์ข้อมูลงานวิจัยด้านเครื่องจักรแปรรูปและเครื่องจักรสำหรับผลิตเมล็ดพันธุ์ พบว่างานวิจัยส่วนใหญ่จะเป็นการใช้เครื่องจักรสำหรับผลิตเมล็ดเพื่อบริโภค (Grain) ซึ่งการผลิตเมล็ดพันธุ์จะมีความแตกต่างกันอยู่มากเนื่องจากเมล็ดพันธุ์ (Seed) เป็นสิ่งที่มีชีวิตจำเป็นต้องมีการดูแลและการแปรรูปที่มีความละเอียดอ่อนมากกว่าการแปรรูปเพื่อนำไปบริโภค

มงคล ตุ่นเข้า และคณะ (2563) ได้พัฒนาเครื่องกะเทาะข้าวโพดแบบปอกเปลือกขนาดเล็กสำหรับชุมชนเครื่องกะเทาะข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ขนาดเล็กนี้ เป็นเครื่องที่มีขนาดกว้าง 100 เซนติเมตรยาว 120 เซนติเมตรและพบว่าเครื่องลักษณะดังกล่าวนี้ ใช้พินกะเทาะแบบเหล็กหล่อรีดสลับ ทำให้เมล็ดแตกหักน้อยเหมาะสำหรับการนำมาปรับปรุงเพื่อใช้งานด้านการผลิตเมล็ดพันธุ์ เนื่องจากขนาดเล็กขนย้ายสะดวก แต่ยังคงต้องปรับปรุงให้ตัวเครื่องสามารถถอดทำความสะอาดได้ง่ายและพัฒนาให้เครื่องมีความเหมาะสมกับการใช้งานด้านการผลิตเมล็ดพันธุ์ต่อไป สมาคมทดสอบเมล็ดพันธุ์สากล ISTA (2019) ได้กำหนดการตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด ไว้ดังนี้

1) การตรวจสอบความบริสุทธิ์ของเมล็ดพันธุ์ คือ การสุ่มตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ให้ได้ปริมาณนำส่งน้ำหนัก 1,000 กรัม แบ่งตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ให้ได้น้ำหนักปฏิบัติการ 2 ซ้ำ ๆ ละ 450 กรัม (Two Half Working Sample) ซึ่งน้ำหนักเริ่มต้นและบันทึกข้อมูลไว้ จากนั้นคัดแยกส่วนประกอบต่าง ๆ ทางกายภาพ ได้แก่ เมล็ดพันธุ์บริสุทธิ์ สิ่งเจือปน และเมล็ดพันธุ์อื่น นำส่วนประกอบทั้งหมดมาชั่งน้ำหนัก และคำนวณหาร้อยละความบริสุทธิ์

2) การตรวจสอบความชื้นของเมล็ดพันธุ์ คือ การนำตัวอย่างเมล็ดพันธุ์มาบดละเอียดด้วยเครื่องบด ให้ขนาดของส่วนที่บดไม่น้อยกว่า 50 % ลอดผ่านตะแกรงขนาด 4 มิลลิเมตร ได้ ชั่งน้ำหนัก 4.5+0.5 กรัมต่อซ้ำ จำนวน 2 ซ้ำ บรรจุในกระป๋องอลูมิเนียม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร ครอบด้วยตุ้มบลมร้อนที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 4 ชั่วโมง นำไปไว้ในโหลดูดความชื้นพร้อมเม็ดดูดความชื้น ประมาณ 30 นาที หรือปล่อยให้เย็น นำไปชั่งน้ำหนักและคำนวณหาน้ำหนักที่หายไป

3) การตรวจสอบความงอกของเมล็ดพันธุ์ คือ การนำตัวอย่างมาทดสอบความงอกโดยวิธีเพาะด้วย BP (Between Paper) จำนวน 4 ซ้ำ ๆ ละ 50 เมล็ด บ่มไว้ในห้องควบคุมอุณหภูมิ 20 <=> 30 องศาเซลเซียส ประเมินต้นอ่อนปกติ ต้นอ่อนผิดปกติ เมล็ดสดไม่งอก เมล็ดแข็ง และเมล็ดตาย ที่อายุ 4 และ 7 วัน หลังเพาะ รายงานผลเป็นร้อยละ

4) น้ำหนัก 1,000 เมล็ด คือ การนำตัวอย่างมานับเมล็ดจำนวน 100 เมล็ด จำนวน 8 ซ้ำ และชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งทศนิยม 3 ตำแหน่ง หาค่าเฉลี่ยน้ำหนักของเมล็ด จำนวนและรายงานผลเป็นน้ำหนักเฉลี่ยต่อ 1,000 เมล็ด

5) การตรวจสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์โดยวิธีเร่งอายุ คือ การเติมน้ำ 40±1.0 มิลลิลิตร ในกล่องขนาด 10.0x11.0x3.5 เซนติเมตร นำตัวอย่างเมล็ดพันธุ์จำนวน 100 เมล็ดต่อซ้ำต่อกรรมวิธี ใส่ตะแกรงบรรจุในกล่องสำหรับเร่งอายุ นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 41±0.3 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 72 ชั่วโมง และนำเมล็ดไปเพาะและประเมินต้นอ่อนประเมินต้นอ่อนปกติ ต้นอ่อนผิดปกติ เมล็ดสดไม่งอก เมล็ดแข็ง และเมล็ดตาย ที่อายุ 4 และ 7 วัน หลังเพาะ รายงานผลเป็นร้อยละ

นอกจากนั้น จวงจันท์ ดวงพัตรา (2529) ได้กล่าวว่าการตรวจสอบความเสียหายของเมล็ดพันธุ์เมื่อผ่านเครื่องจักรกล วิธีการตรวจสอบความเสียหายหรือแตกร้าว สามารถตรวจสอบได้โดยวิธีการย้อมสี หรือ วิธี ฟาสต์ กรีน

(Fast Green Test) โดยส้อมเมล็ดพันธุ์ จำนวน 4 ซ้ำ ๆ ละ 100 เมล็ด แช่ในสารละลายฟาสต์ กรีน ความเข้มข้น 0.1% คนอย่างสม่ำเสมอช่วง 30 วินาทีแรก ทิ้งไว้ 2 นาที เทสารละลายออก นำไปล้างด้วยน้ำสะอาด และผึ่งให้แห้งด้วยกระดาษเพาะเมล็ดหรือกระดาษซับ สังเกตและวิเคราะห์หรือแยกแยะว่าที่ปรากฏเป็นสีน้ำเงิน นับจำนวนการติดสีของเมล็ด และรายงานผลเป็นร้อยละความแตก่า และ การตรวจสอบความงอกในสภาพไร่ สุ่มตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ ตัวอย่างละ 400 เมล็ด แบ่งออกเป็น 4 ซ้ำ ๆ ละ 100 เมล็ด นำลงแปลงปลูก 4 แถว ไร่เมล็ด 100 เมล็ดต่อแถว และกลบ นับความงอกเมื่ออายุ 4 วันและ 7 วัน รายงานผลเป็นร้อยละเช่นกัน

### วัตถุประสงค์

เพื่อทดสอบการใช้งานเครื่องกะเทาะข้าวโพด ที่มีผลต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด

### วิธีดำเนินการวิจัย

#### 1. สิ่งที่ใช้ในการทดลอง

- เครื่องกะเทาะเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด
- เครื่องชั่งน้ำหนักภาคสนาม
- เครื่องวัดความชื้นเมล็ดพันธุ์ภาคสนาม
- วัสดุการเกษตร เช่น กระสอบ มุ้งตาข่าย ถุงพลาสติก เป็นต้น
- วัสดุตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ เช่น กระดาษเพาะ ปากคีบ เป็นต้น

#### 2. แบบและวิธีการทดลอง

- วางแผนการทดลองแบบ Split-plot Design จำนวน 6 ซ้ำ
- Main plot ความชื้นเมล็ดข้าวโพด 3 ระดับ ได้แก่ 15-16, 17-18 และ 19-20 %
- Sub-plot วิธีการกะเทาะเมล็ด 2 กรรมวิธี ได้แก่ กรรมวิธีที่ 1 กะเทาะเมล็ดด้วยแรงงานคน (Control) และกรรมวิธีที่ 2 กะเทาะเมล็ดด้วยเครื่อง ในระดับการตั้งค่าเครื่องระดับ 2 (6 mm/s)

#### 3. วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 คัดเลือกเกษตรกรในพื้นที่จังหวัดขอนแก่นปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ข้าวโพดเทียน และข้าวโพดหวาน อย่างละ 1 ไร่ ปฏิบัติการดูแลรักษาตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร

3.2 เก็บเกี่ยวข้าวโพดตามอายุการเก็บเกี่ยว ตรวจสอบความชื้นเมล็ดพันธุ์ด้วยเครื่องวัดความชื้นภาคสนาม และตากลดความชื้น ให้ได้ระดับความชื้นตามกรรมวิธี ชั่งน้ำหนักและแบ่งออก 2 ส่วน นำไปกะเทาะทั้ง 2 กรรมวิธี โดยบันทึกระยะเวลา ชั่งน้ำหนักเพื่อหาน้ำหนักเมล็ดรวม น้ำหนักเมล็ดข้าวโพด และข้อมูลคุณภาพการกะเทาะ ได้แก่

1) ปริมาณเมล็ดแตกหัก (Breakage) ปริมาณเมล็ดแตกหักคืออัตราส่วนระหว่างน้ำหนักของเมล็ดข้าวโพดที่แตกหักต่อน้ำหนักของเมล็ดข้าวโพดทั้งหมด ตามสูตรดังนี้

$$BR(\%) = (BG \times 100) / TW$$

(1)

เมื่อ BR = ปริมาณแตกหัก (เปอร์เซ็นต์)  
BG = น้ำหนักเมล็ดข้าวโพดที่แตกหัก (กรัม)  
TW = น้ำหนักเมล็ดข้าวโพดทั้งหมด (กรัม)

2) ประสิทธิภาพการกะเทาะ (Shelling efficiency) ประสิทธิภาพการกะเทาะ ได้แก่ อัตราส่วนระหว่างน้ำหนักของเมล็ดข้าวโพดที่ถูกกะเทาะทั้งหมดต่อน้ำหนักของเมล็ดข้าวโพดทั้งหมด คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ ซึ่งอาจเขียนให้อยู่ในรูปของสมการได้ว่า

$$SE(\%) = (WS \times 100) / TW \quad (2)$$

เมื่อ SE = ประสิทธิภาพการกะเทาะ (เปอร์เซ็นต์)  
WS = น้ำหนักเมล็ดข้าวโพดที่ถูกกะเทาะทั้งหมด (กรัม)  
TW = น้ำหนักเมล็ดข้าวโพดที่ได้ทั้งหมด (กรัม)

3) นำเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดที่ได้หลังกะเทาะเมล็ด ลดความชื้นให้ได้ระดับ 12 % สุ่มตัวอย่างเพื่อตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ ได้แก่ ความบริสุทธิ์ทางกายภาพ ความชื้น ความงอก น้ำหนัก 1,000 เมล็ด ความแข็งแรงโดยวิธีเร่งอายุ ความแตกร้าว และ ความงอกในสภาพไร่

4) วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติแบบ Analysis of variance และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's Multiple Rang Test (DMRT)

#### 4. การบันทึกข้อมูล

ข้อมูลน้ำหนักสด น้ำหนักแห้งฝักข้าวโพดและเมล็ดพันธุ์ ข้อมูลคุณภาพการกะเทาะ ได้แก่ ปริมาณเมล็ดแตกหัก (Breakage) และ ประสิทธิภาพการกะเทาะ (Shelling Efficiency) และ ข้อมูลคุณภาพเมล็ดพันธุ์ ได้แก่ ความงอก ความชื้น ความบริสุทธิ์ ความแข็งแรง และการแตกร้าวของเมล็ดพันธุ์

#### ผลการวิจัยและอภิปรายผล

1. ข้อมูลการปลูกและผลผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด เริ่มดำเนินการปลูกข้าวโพดเทียน ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และข้าวโพดหวาน เพื่อเก็บเมล็ดพันธุ์เป็นการปลูกพืชหลังนาตามระบบการส่งเสริมการผลิตพืชของรัฐบาล โดยการคัดเลือกเกษตรกรที่มีความพร้อม ดำเนินการเดือนธันวาคม - พฤษภาคม 2564 โดยการเตรียมดิน ปลูก กำจัดวัชพืช ศัตรูพืช ดูแลรักษา เก็บข้อมูลพืช และการจัดการต่าง ๆ จนได้เมล็ดพันธุ์ทั้ง 3 พันธุ์ และข้อมูลการเก็บเกี่ยว (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ข้อมูลการเก็บเกี่ยวผลผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด จำนวน 3 พันธุ์

ชนิดพืช	จำนวนฝัก/ไร่	น้ำหนักฝักสด (กก./ไร่)	น้ำหนักฝักแห้ง (กก./ไร่)	น้ำหนักเมล็ดพันธุ์ (กก./ไร่)
ข้าวโพดเทียน	9,600	1,253.33	986.67	720
ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	7,467	1,600	1,226.67	1,044
ข้าวโพดหวาน	6,667	1,040	826.67	560
Mean	7,911.33	1,297.78	1,013.34	774.67
S.D.	1,516.15	282.63	201.33	246.59
C.V.	0.19	0.22	0.20	0.32



ภาพที่ 1 คัดเลือกเกษตรกร ปลุกและดูแลรักษาแปลงปลูก และเก็บเกี่ยวข้าวโพด

2. ข้อมูลการกะเทาะเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด 3 พันธุ์ ได้แก่ ข้าวโพดเทียน ที่ระดับความชื้น 15-16%, 17-18% และ 19-20% กะเทาะด้วยแรงงานคน ใช้เวลา ไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง ที่น้ำหนักเมล็ดพันธุ์ทั้งฝัก 10 กิโลกรัม ได้น้ำหนักเมล็ดพันธุ์หลังกะเทาะ 9 กิโลกรัม ประสิทธิภาพการกะเทาะร้อยละ 90 กำลังการผลิต 4.20, 1.74 และ 2.67 กิโลกรัมต่อ ชั่วโมง ตามลำดับความชื้น เมื่อกะเทาะด้วยเครื่อง พบว่า ทดสอบกับเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดทั้งฝัก ที่ระดับความชื้น 15-

16%, 17-18% และ 19-20% ใช้เวลา 1 นาที 24 วินาที, 44 วินาที และ 40 วินาที, น้ำหนักเมล็ดหลังกะเทาะ 8.97, 5.53 และ 8.47 กิโลกรัม ประสิทธิภาพการกะเทาะร้อยละ 89.67, 85.33 และ 84.67, กำลังการผลิต 750.00, 818.18 และ 900.00 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ตามลำดับความขึ้น (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ผลการกะเทาะเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเทียนที่ระดับความขึ้นต่าง ๆ

กรรมวิธี	ชนิดพืช	ระดับ		น้ำหนัก เมล็ดทั้ง ฝัก (กก.)	น้ำหนักเมล็ด หลังกะเทาะ (กก.)	ประสิทธิภาพ การกะเทาะ (%)	กำลัง การผลิต (กก./ชม.)
		ความขึ้น (%)	ระยะเวลา				
แรงงานคน	ข้าวโพดเทียน	15-16	2 ชม. 23 นาที	10	9.00	90.00	4.20
แรงงานคน	ข้าวโพดเทียน	17-18	5 ชม. 45 นาที	10	9.00	90.00	1.74
แรงงานคน	ข้าวโพดเทียน	19-20	3 ชม. 45 นาที	10	9.00	90.00	2.67
กะเทาะเครื่อง	ข้าวโพดเทียน	15-16	1 นาที 12 วินาที	10	8.97	89.67	750.00
กะเทาะเครื่อง	ข้าวโพดเทียน	17-18	0 นาที 44 วินาที	10	5.53	85.33	818.18
กะเทาะเครื่อง	ข้าวโพดเทียน	19-20	0 นาที 40 วินาที	10	8.47	84.67	900.00
Mean				10.00	8.33	88.28	412.80
S.D.				0.00	1.39	2.55	451.56
C.V.				0.00	0.17	0.03	1.09

ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ระดับความขึ้น 15-16 %, 17-18% และ 19-20 % กะเทาะด้วยแรงงานคน ใช้เวลา 29 นาที, 42 นาที และ 43 นาที ที่น้ำหนักเมล็ดพันธุ์ทั้งฝัก 10 กิโลกรัม ได้น้ำหนักเมล็ดพันธุ์หลังกะเทาะ 8 กิโลกรัม ประสิทธิภาพการกะเทาะร้อยละ 80 กำลังการผลิต 11.54 ,6.90 และ 6.82 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ตามลำดับความขึ้น เมื่อกะเทาะด้วยเครื่อง พบว่า ทดสอบกับเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดทั้งฝัก ที่ระดับความขึ้น 15-16 %, 17-18% และ 19-20 % ใช้เวลา 48 , 50 และ 51 วินาที , น้ำหนักเมล็ดหลังกะเทาะ 8.07, 8.03 และ 8.07 กิโลกรัม ประสิทธิภาพการกะเทาะร้อยละ 80 , กำลังการผลิต 750 , 720 และ 705.88 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ตามลำดับความขึ้น (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 ผลการกะเทาะเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ระดับความขึ้นต่าง ๆ

กรรมวิธี	ชนิดพืช	ระดับ		น้ำหนัก เมล็ดทั้ง ฝัก (กก.)	น้ำหนักเมล็ด หลังกะเทาะ (กก.)	ประสิทธิภาพ การกะเทาะ (%)	กำลัง การผลิต (กก./ชม.)
		ความขึ้น (%)	ระยะเวลา				
แรงงานคน	ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	15-16	29 นาที	10	8.00	80.00	11.54
แรงงานคน	ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	17-18	42 นาที	10	8.50	85.00	6.90
แรงงานคน	ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	19-20	43 นาที	10	8.00	80.00	6.82
กะเทาะเครื่อง	ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	15-16	0 นาที 48 วินาที	10	8.07	80.67	750
กะเทาะเครื่อง	ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	17-18	0 นาที 50 วินาที	10	8.03	80.33	720
กะเทาะเครื่อง	ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	19-20	0 นาที 51 วินาที	10	8.07	80.67	705.88
Mean				10.00	8.11	81.11	366.86
S.D.				0.00	0.19	1.93	392.91
C.V.				0.00	0.02	0.02	1.07

ข้าวโพดหวาน ระดับความชื้น 15-16%, 17-18% และ 19-20% กะเทาะด้วยแรงงานคน ใช้เวลาไม่น้อยกว่า 1 ชั่วโมง ที่น้ำหนักเมล็ดพันธุ์ทั้งฝัก 10 กิโลกรัม ได้น้ำหนักเมล็ดพันธุ์หลังกะเทาะ 7.00, 7.50 และ 8.50 กิโลกรัม ประสิทธิภาพการกะเทาะร้อยละ 70.00, 75.00 และ 85.00 กำลังการผลิต 6.25, 8.33 และ 4.65 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ตามลำดับความชื้น เมื่อกะเทาะด้วยเครื่อง พบว่า ทดสอบกับเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดทั้งฝัก ที่ระดับความชื้น 15-16%, 17-18% และ 19-20% ใช้เวลา 1 นาที 24 วินาที, 44 วินาที และ 40 วินาที, น้ำหนักเมล็ดหลังกะเทาะ 7.13, 6.80 และ 6.57 กิโลกรัม ประสิทธิภาพการกะเทาะร้อยละ 71.33, 68.00 และ 65.67, กำลังการผลิต 450.00 , 336.45 และ 409.09 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ตามลำดับความชื้น (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 ผลการกะเทาะเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานที่ระดับความชื้นต่าง ๆ

กรรมวิธี	ชนิดพืช	ระดับความชื้น (%)	ระยะเวลา	น้ำหนักเมล็ดทั้งฝัก (กก.)	น้ำหนักเมล็ดหลังกะเทาะ (กก.)	ประสิทธิภาพการกะเทาะ (%)	กำลังการผลิต (กก./ชม.)
แรงงานคน	ข้าวโพดหวาน	15-16	1 ชม. 39 นาที	10	7.00	70.00	6.25
แรงงานคน	ข้าวโพดหวาน	17-18	1 ชม. 12 นาที	10	7.50	75.00	8.33
แรงงานคน	ข้าวโพดหวาน	19-20	2 ชม. 9 นาที	10	8.50	85.00	4.65
กะเทาะเครื่อง	ข้าวโพดหวาน	15-16	1 นาที 20 วินาที	10	7.13	71.33	450.00
กะเทาะเครื่อง	ข้าวโพดหวาน	17-18	1 นาที 47 วินาที	10	6.80	68.00	336.45
กะเทาะเครื่อง	ข้าวโพดหวาน	19-20	1 นาที 28 วินาที	10	6.57	65.67	409.09
Mean				10.00	7.25	72.50	202.46
S.D.				0.00	0.69	6.89	217.83
C.V.				0.00	0.09	0.09	1.08



ภาพที่ 2 กะเทาะเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดตามระดับความชื้นต่าง ๆ



ภาพที่ 3 เมล็ดพันธุ์ข้าวโพด 3 พันธุ์ หลังกะเทาะ

3. ข้อมูลการตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด จากการตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหลังกะเทาะ ทั้ง 3 สายพันธุ์ 3 ระดับความชื้น ได้แก่ 15-16%, 17-18% และ 19-20% พบว่า ข้าวโพดเทียน กะเทาะด้วยมือ ความบริสุทธิ์ทางกายภาพ เท่ากับ 99.7, 99.4 และ 99.3% ความงอก เท่ากับ 100, 100 และ 98% ความชื้น เท่ากับ 12.0, 11.9 และ 11.9% ความแข็งแรง (AA) เท่ากับ 89, 98 และ 88% น้ำหนัก 1,000 เมล็ด เท่ากับ 138.3, 144.7 และ 152.2 กรัม ความเสียหาย เท่ากับ 0, 1 และ 0 ความงอกสภาพแปลง เท่ากับ 95, 98, 93% ตามลำดับความชื้น การกะเทาะด้วยเครื่อง ความบริสุทธิ์ทางกายภาพ เท่ากับ 96.6, 97.8 และ 96.8% ความงอก เท่ากับ 95, 86 และ 97% ความชื้น เท่ากับ 11.8, 11.6, 11.7% ความแข็งแรง (AA) เท่ากับ 92, 87 และ 91% น้ำหนัก 1,000 เมล็ด เท่ากับ

142.8, 147.3 และ 147.8 กรัม ความเสียหาย เท่ากับ 4, 4 และ 3 ความงอกสภาพแปลง เท่ากับ 88, 87 และ 76% ตามลำดับความขึ้น (ตารางที่ 5)

**ตารางที่ 5** ผลการตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเทียน

กรรมวิธี	ระดับ ความขึ้น (%)	ความ บริสุทธิ์ (%)	ความงอก (%)	ความขึ้น (%)	ความ แข็งแรง AA (%)	น้ำหนัก 1,000 เมล็ด (กรัม)	ความ เสียหาย (%)	ความงอก สภาพ แปลง (%)
แรงงานคน	15-16	99.7	100	12.0	89	138.3	0	95
แรงงานคน	17-18	99.4	100	11.9	98	144.7	1	98
แรงงานคน	19-20	99.3	98	11.9	88	152.2	0	93
กะเพาะเครื่อง	15-16	96.6	95	11.8	92	142.8	4	88
กะเพาะเครื่อง	17-18	97.8	86	11.6	87	147.3	4	87
กะเพาะเครื่อง	19-20	96.8	97	11.7	91	147.8	3	76
Mean		98.27	97.67	11.82	90.83	145.52	2.00	89.50
S.D.		1.38	2.07	0.15	3.97	4.76	1.90	7.82
C.V.		0.01	0.02	0.01	0.04	0.03	0.95	0.09

ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ กะเพาะด้วยมือ ความบริสุทธิ์ทางกายภาพ เท่ากับ 100.0, 99.9 และ 100.0% ความงอก เท่ากับ 99, 100 และ 98% ความขึ้น เท่ากับ 11.8, 12.0, 12.0% ความแข็งแรง (AA) เท่ากับ 99, 100 และ 99% น้ำหนัก 1,000 เมล็ด เท่ากับ 228.5, 220.2 และ 225.7 กรัม ความเสียหาย เท่ากับ 0 ความงอกสภาพแปลง เท่ากับ 99, 96 และ 99% ตามลำดับความขึ้น การกะเพาะด้วยเครื่อง ความบริสุทธิ์ทางกายภาพ เท่ากับ 94.0, 95.9 และ 97.2% ความงอก เท่ากับ 94, 94 และ 94 % ความขึ้น เท่ากับ 11.8, 11.6 และ 11.6 % ความแข็งแรง (AA) เท่ากับ 91, 91 และ 93% น้ำหนัก 1,000 เมล็ด เท่ากับ 229.9, 225.1 และ 234.1 กรัม ความเสียหาย เท่ากับ 7, 5 และ 4 ความงอกสภาพแปลง เท่ากับ 94, 88 และ 85% ตามลำดับความขึ้น (ตารางที่ 6)

**ตารางที่ 6** ผลการตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

กรรมวิธี	ระดับ ความขึ้น (%)	ความ บริสุทธิ์ (%)	ความงอก (%)	ความขึ้น (%)	ความ แข็งแรง AA (%)	น้ำหนัก 1,000 เมล็ด (กรัม)	ความ เสียหาย (%)	ความงอก สภาพ แปลง (%)
แรงงานคน	15-16	100.0	99	11.8	99	228.5	0	99
แรงงานคน	17-18	99.9	100	12.0	100	220.2	0	96
แรงงานคน	19-20	100.0	98	12.0	99	225.7	0	99
กะเพาะเครื่อง	15-16	94.0	94	11.8	91	229.9	7	94
กะเพาะเครื่อง	17-18	95.9	94	11.6	91	225.1	5	88
กะเพาะเครื่อง	19-20	97.2	94	11.6	93	234.1	4	85
Mean		97.8	97	11.8	96	227.3	3	94
S.D.		2.55	2.81	0.18	4.28	4.74	3.08	5.82
C.V.		0.03	0.03	0.02	0.04	0.02	1.15	0.06



ข้าวโพดหวาน กะเทาะด้วยมือ ความบริสุทธิ์ทางกายภาพ เท่ากับ 96.1, 99.2 และ 99.1% ความงอก เท่ากับ 70, 68 และ 66% ความชื้น เท่ากับ 14.0, 11.8 และ 11.9% ความแข็งแรง (AA) เท่ากับ 60, 61 และ 65% น้ำหนัก 1,000 เมล็ด เท่ากับ 97.8, 88.2 และ 89.3 กรัม ความเสียหาย เท่ากับ 0, 1 และ 0% ความงอกสภาพแปลง เท่ากับ 63, 71 และ 75% ตามลำดับความชื้น การกะเทาะด้วยเครื่อง ความบริสุทธิ์ทางกายภาพ เท่ากับ 88.5, 85.1 และ 84.4% ความงอก เท่ากับ 64, 65 และ 68% ความชื้น เท่ากับ 12.0, 11.7, 11.8% ความแข็งแรง (AA) เท่ากับ 54, 59 และ 60% น้ำหนัก 1,000 เมล็ด เท่ากับ 84.1, 81.2 และ 80.4 กรัม ความเสียหาย เท่ากับ 22, 20 และ 19% ความงอกสภาพแปลง เท่ากับ 54, 58 และ 61% ตามลำดับความชื้น (ตารางที่ 7)

ตารางที่ 7 ผลการตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวาน

กรรมวิธี	ระดับความชื้น (%)	ความบริสุทธิ์ (%)	ความงอก (%)	ความชื้น (%)	ความแข็งแรง AA (%)	น้ำหนัก 1,000 เมล็ด (กรัม)	ความเสียหาย (%)	ความงอกสภาพแปลง (%)
แรงงานคน	15-16	99.1	70	14.0	60	97.8	0	63
แรงงานคน	17-18	99.2	68	11.8	61	88.2	1	71
แรงงานคน	19-20	99.1	66	11.9	65	89.3	0	75
กะเทาะเครื่อง	15-16	88.5	64	12.0	54	84.1	22	54
กะเทาะเครื่อง	17-18	85.1	65	11.7	59	81.2	20	58
กะเทาะเครื่อง	19-20	84.4	68	11.8	60	80.4	19	61
Mean		92.6	66.83	12.20	59.83	86.83	10.33	63.67
S.D.		7.33	2.23	0.89	3.54	6.46	11.00	7.94
C.V.		0.08	0.03	0.07	0.06	0.07	1.06	0.12





ภาพที่ 4 แสดงการตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์หลังกะเทาะเมล็ด

### สรุปผล

1. เครื่องกะเทาะเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดสามารถและมีประสิทธิภาพกะเทาะเมล็ดข้าวโพดได้หลายสายพันธุ์เพื่อผลิตเป็นเมล็ดพันธุ์ได้
2. เครื่องกะเทาะเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด สามารถใช้ทดแทนแรงงานคนได้ ช่วยลดต้นทุน ประหยัดเวลาและแรงงานได้ เครื่องมีขนาดเล็ก เคลื่อนย้ายได้สะดวก เหมาะกับธุรกิจอุตสาหกรรมเมล็ดพันธุ์ขนาดย่อมและขนาดกลาง (SMEs)
3. ระดับความชื้นของฝักข้าวโพดที่เหมาะสมต่อการกะเทาะด้วยเครื่องควรอยู่ระหว่าง 15-16 % จะทำให้การกะเทาะมีประสิทธิภาพ
4. เครื่องกะเทาะเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดไม่มีผลกระทบต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ แต่มีผลทำให้ความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ลดลง

### กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีเพราะได้รับการสนับสนุนจากหลายฝ่ายด้วยกัน ได้แก่ ผู้ให้ทุนวิจัย สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) เจ้าหน้าที่ของกรมวิชาการเกษตร ที่ช่วยอำนวยความสะดวกด้านแผนงานและงบประมาณ หน่วยงานภายในของกรมวิชาการเกษตรที่มีส่วนในการผลักดันและสนับสนุนดำเนินการวิจัย ศูนย์วิจัยและพัฒนาเมล็ดพันธุ์พืชขอนแก่น กลุ่มวิชาการ กองวิจัยพัฒนาเมล็ดพันธุ์พืช ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมขอนแก่น สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม นอกจากนี้ยังมีผู้ที่ได้ให้ความช่วยเหลือสนับสนุนใน

ด้านต่าง ๆ แต่มิได้เอ่ยนามไว้ ซึ่งล้วนแต่มีส่วนส่งเสริมให้โครงการวิจัยนี้ดำเนินงานจนเป็นผลสำเร็จ ซึ่งคณะผู้วิจัยขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

### เอกสารอ้างอิง

- จวงจันทร์ ดวงพัตรา. (2529). *การตรวจสอบและวิเคราะห์คุณภาพเมล็ดพันธุ์*. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- มงคล ตุ่นเฮ้า, วุฒิพล จันทร์สระคู, ศักดิ์ชัย อาษาวัง และ รังสิทธิ ศิริมาลา. (2563). เครื่องกะเทาะข้าวโพดลูกกะเทาะคู่. *วารสารแก่นเกษตร*, 48(ฉบับพิเศษ 1), 487-492
- สมาคมการค้าเมล็ดพันธุ์ไทย. (2555). *ยุทธศาสตร์การค้าอุตสาหกรรมเมล็ดพันธุ์*. <https://www.ryt9.com/s/prg/1058347>
- สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร. (2559). *ยุทธศาสตร์ของประเทศไทยด้านความมั่นคงและความปลอดภัยในอาหาร*. <http://www.arda.or.th/datas/file/POLICY5.pdf>
- ISTA. (2019). *International Seed Testing Association*. International Rule of Seed Testing Edition.

## แนวทางการส่งเสริมการผลิตพริกตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีของเกษตรกร ในอำเภอชำสูง จังหวัดขอนแก่น

### Guidelines for the Extension of Chili Production According to Good Agricultural Practice Standards of Farmer in Sam Sung District, Khon Kaen Province

สุภัคชญา เครือศิริกุล<sup>1\*</sup>, เบนจมาศ อยู่ประเสริฐ<sup>2</sup> และสินีนุช ครุฑเมือง แสนเสริม<sup>3</sup>  
Supakchaya Khruesirikul<sup>1\*</sup>, Benchamas Yooprasert<sup>2</sup> and Sineenuch Khrutmuang Sanserm<sup>3</sup>

<sup>1\*</sup> นักศึกษาหลักสูตรเกษตรศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเกษตรศาสตร์และสหกรณ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, <sup>2</sup>รองศาสตราจารย์ ดร. สาขาวิชาเกษตรศาสตร์และสหกรณ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, <sup>3</sup> รองศาสตราจารย์ ดร. สาขาวิชาเกษตรศาสตร์และสหกรณ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

<sup>1\*</sup>Master of Agriculture program student Department of Agriculture and Cooperatives Sukhothai Thammathirat Open University, <sup>2</sup>Associate Professor Dr. Department of Agriculture and Cooperatives Sukhothai Thammathirat Open University, <sup>3</sup>Associate Professor Dr. Department of Agriculture and Cooperatives Sukhothai Thammathirat Open University

\*Corresponding author. Email: waranya@fsct.com

#### บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา 1) สภาพสังคมและเศรษฐกิจของเกษตรกร 2) ความรู้ของเกษตรกร ในการผลิตพริกตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี 3) การผลิตพริกตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี 4) การได้รับการส่งเสริมการผลิตพริกตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี และ 5) ปัญหาและข้อเสนอแนะแนวทางการส่งเสริมการผลิตพริกตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีของเกษตรกร

ประชากรที่ศึกษา คือ เกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการส่งเสริมการปลูกพริก โดยใช้ตลาดนำการผลิต ปี 2564 ในอำเภอชำสูง จังหวัดขอนแก่น โดยกรมส่งเสริมการเกษตร จำนวน 100 คน เก็บข้อมูลจากประชากรทั้งหมด เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล คือ แบบสัมภาษณ์ และวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการศึกษา พบว่า 1) เกษตรกรส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง มีอายุเฉลี่ย 59.36 ปี จบการศึกษาระดับประถมศึกษา มีพื้นที่ปลูกพริกเฉลี่ย 0.44 ไร่ ต้นทุนเฉลี่ย 9,405.96 บาท/ไร่ ผลผลิตเฉลี่ย 1,626.64 กิโลกรัม/ไร่ รายได้จากการขายพริกเฉลี่ย 19,045 บาท/ปี 2) เกษตรกรได้รับความรู้เรื่องการผลิตพริกในระดับมากที่สุด จากเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรมีความรู้เกี่ยวกับการผลิตพริกตามปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีเกือบทุกประเด็นอยู่ในระดับมากถึงมากที่สุด และมีความรู้ในระดับน้อยที่สุดในประเด็นการเก็บวัตถุดิบที่เหลือจากการใช้ในแปลง 3) เกษตรกรทั้งหมดมีการผลิตพริกตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี โดยทั้งหมดมีการใช้วัตถุดิบทางการเกษตรตามคำแนะนำ การพักผลผลิต การขนย้าย การเก็บรักษา และการรวบรวมผลผลิต โดยมีการปฏิบัติน้อยในประเด็นการเก็บบันทึกข้อมูลอย่างน้อย 3 ปี 4) การได้รับการส่งเสริมความรู้ในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด โดยได้รับการส่งเสริมในด้านแหล่งน้ำ พื้นที่ปลูกและวัตถุดิบทางการเกษตร และ 5) เกษตรกรมีปัญหาในด้านเนื้อหาการส่งเสริมและด้านวิธีการส่งเสริมอยู่ในระดับปานกลาง โดย

พบปัญหามากที่สุด ในประเด็นขาดความรู้เรื่องกระบวนการก่อนการเก็บเกี่ยว การเก็บเกี่ยวและการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยว และขาดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ โดยเกษตรกรเห็นด้วยกับข้อเสนอแนะแนวทางการส่งเสริมการผลิตพริกตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีในระดับมากที่สุด ในประเด็น เจ้าหน้าที่ควรให้ความรู้เรื่องแหล่งน้ำ และพื้นที่ปลูก วัสดุอันตราย ทางการเกษตร และกระบวนการก่อนและหลังการเก็บเกี่ยว และควรจัดให้มีการประชุม และแหล่งเรียนรู้ เพื่อให้เกษตรกรแลกเปลี่ยนเรียนรู้เกี่ยวกับการผลิตพริกตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี

**คำสำคัญ:** การผลิตพริก แนวทางการส่งเสริม การปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี

### Abstract

The objectives of this research were to study 1) social and economic conditions of farmers 2) knowledge of farmers in chili production according to good agricultural practices 3) chili production according to good agricultural practice 4) the receiving of the extension in chili production according to good agricultural practice and 5) problems and suggestions for extension guidelines on chili production according to good agricultural practice of farmers.

The population of this study was 100 farmers who participated in chili production extension project by applying the marketing before in 2021 in Sam Sung district, Khon Kaen province by agricultural extension department. Data were collected from the entire population. Tool used in data collection was interview form. Data were analyzed by using descriptive statistics, including frequency, percentage, minimum value, maximum value, mean, and standard deviation.

The results of the study revealed that 1) most of the farmers were female with the average age of 59.36 years old and completed primary school education. The average chili production area was 0.44 Rai, the average cost was 9,405.96 Baht/Rai, the average productivity was 1,626.64 kilogram/Rai, and the average income from chili selling was 19,045 Baht/year. 2) Farmers received the knowledge in chili production at the highest level from the agricultural extension officers. They had knowledge about chili production according to good agricultural practices at almost every aspect at a high to highest level and had the least level of knowledge in the aspect of dangerous substance storage after the use in the crop. 3) All of the farmers produced chili according to good agricultural practices. They all applied dangerous agricultural substances per the recommendations, rested the products, transported, stored, and collected the products. They practiced the least in the aspect of data recording at least 3 years. 4) The receiving of knowledge extension, overall, was at the highest level by receiving the extension in regards to water resource, production area, and dangerous agricultural materials. 5) Farmers faced with the problems in the extension content and extension method at the moderate level. The most problematic aspects were on the lack of knowledge in the process prior to harvest, during harvest, and post-harvest and the lack of learning exchange. Farmers agreed with

suggestions in the extension guidelines for chili production according to good agricultural practices at the highest level in the aspect that the officers should give the knowledge about water resource and production area, dangerous agricultural materials and pre- and post-harvest processes. They should also organize meetings and learning sources so that farmers could exchange the learning about chili production according to good agricultural practices.

**Keywords:** Chili production, extension guideline, good agricultural practice

## บทนำ

พริก นับว่าเป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจหนึ่งของประเทศ คาดว่าพื้นที่ปลูกพริกของเกษตรกรไทยในปี 2562 มีรวมทั้งสิ้น 167,4439 ไร่ ผลผลิต 283,515 ตัน (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2563, น. 1) ตลาดส่งออกที่สำคัญ ได้แก่ ไต้หวัน มาเลเซีย สิงคโปร์ อินโดนีเซีย ซาอุดีอาระเบีย อิสราเอล แคนาดา และสหรัฐอเมริกา พันธุ์พริกที่เกษตรกรนิยมปลูกได้แก่ พริกขี้หนูใหญ่พันธุ์ต่าง ๆ เช่น พันธุ์จินดา หัวยี่สิบ หัวเรือ และยอดสน รองลงมาได้แก่ พริกขี้ฟ้า และพริกขี้หนูสวน (กมล เลิศรัตน์, 2550, น. 20-29) สำหรับการปลูกพริกเพื่อการค้า โดยทั่วไปมีปัญหาเรื่อง ต้นทุนสูง การระบาดของโรคพืชและแมลงศัตรูพืช ทำให้มีการใช้สารเคมีมากเกิดปัญหาสารพิษตกค้างในพริก ตั้งแต่เพาะกล้าจนถึงระยะเก็บเกี่ยว (เทคโนโลยีชาวบ้าน, 2561, น. 1) ด้วยเหตุนี้กรมวิชาการเกษตรจึงได้จัดทำคำแนะนำในการผลิตพริกตามแนวทางการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (GAP) มาเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว (วีระ ภาคอุทัย, 2553, น. 46) จากรายงานของ กรมส่งเสริมการเกษตร (2564, น. 1-4) ในปี พ.ศ. 2564 ประเทศไทยมีพื้นที่ผลิตพริกทั้งหมด 132,255.91 ไร่ พริกที่ผลิตมากที่สุดคือ พริกขี้หนูผลใหญ่ ได้แก่ พริกหัวเรือ พริกยอดสน พริกจินดา พริกแจว พริกชุปเปอร์ฮอท และพริกลูกผสมอื่นๆ โดยพื้นที่ผลิตพริกลดลงจากปีก่อน ๆ เป็นอย่างมาก เทียบกับปี พ.ศ. 2561 มีพื้นที่ผลิตพริก 198,194.60 ไร่ ปัญหาสำคัญในการส่งเสริมการผลิตพริก คือ เรื่องของโรคและแมลง สาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดการระบาด คือ ระบบการผลิตยังไม่ได้มาตรฐาน เป็นการผลิตที่พึ่งพาธรรมชาติเป็นส่วนใหญ่ จึงทำให้ไม่สามารถควบคุมปัจจัยต่าง ๆ ที่ส่งผลต่อการผลิตได้ รวมทั้งเกษตรกรมีอายุมาก อาศัยประสบการณ์ในการผลิตที่ทำมาดั้งเดิม จึงทำให้ระบบการผลิตไม่แตกต่างกันมากนัก จึงสมควรที่จะหันกลับมาศึกษาค้นคว้าการผลิตพริก เพื่อให้ได้ผลผลิตที่ดีมีมาตรฐานสามารถแปรรูป เพื่อสร้างอาชีพ และสนองความต้องการของตลาด ซึ่งสอดคล้องกับยุทธศาสตร์การพัฒนาของประเทศ ตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 พ.ศ. 2560-2564 มุ่งยกระดับการผลิตสินค้าเกษตรและอาหาร เข้าสู่ระบบมาตรฐานและสอดคล้องกับความต้องการของตลาดและการบริโภคเพื่อสุขภาพ

จังหวัดขอนแก่น มีพื้นที่ปลูกพริกประมาณ 2,200 ไร่ อำเภอซำสูง จังหวัดขอนแก่น มีเกษตรกรสมัครเข้าร่วมโครงการส่งเสริมการปลูกพริกโดยใช้ตลาดนำการผลิตจังหวัดขอนแก่น ปี พ.ศ. 2564 จำนวน 100 คน แต่ปัญหาส่วนใหญ่ที่พบ คือ เกษตรกรยังขาดความรู้ในด้านการผลิตพริกที่ถูกต้องตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี และสถานการณ์การค้าในปัจจุบันผู้บริโภคหันมาให้ความสำคัญเกี่ยวกับเรื่องสุขภาพ ในการบริโภคอาหาร เช่นเดียวกับในพื้นที่อำเภอพิบูลมังสาหาร พบว่า เกษตรกรมีการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช ในพริกกันอย่างแพร่หลาย ในขณะที่ผลผลิตยังไม่ปลอดภัยต่อตัวเกษตรกรและผู้บริโภค เกษตรกรในพื้นที่ยังขาดความรู้และความเข้าใจด้านเทคโนโลยี

การผลิตพริกที่เหมาะสม ขาดความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องในการใช้สารเคมีและความสำคัญของระบบนิเวศน์ อย่างไรก็ตามจากการศึกษาข้อมูลรายงานผลการตรวจรับรองแหล่งพืช GAP (ภัทรนันท์ พิชยะ, 2556, น. 203-204) พบว่า มีเกษตรกรผู้ผลิตพริกในตำบลยมเพียงบางส่วนที่มีการผลิตพริก โดยได้รับการรับรองมาตรฐานตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี แต่เกษตรกรในพื้นที่ส่วนใหญ่ยังผลิต พริกโดยไม่ได้รับการรับรองมาตรฐานตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี ทั้งนี้ สำนักงานเกษตรจังหวัดขอนแก่น ได้ดำเนินการส่งเสริมการผลิตพริก โดยมีโครงการส่งเสริมการปลูกพริกโดยใช้ตลาดนำการผลิต จังหวัดขอนแก่น ปี พ.ศ. 2564 โดยมีกลุ่มเป้าหมายให้เกษตรกรในอำเภอ ชำสูง จังหวัดขอนแก่น มีความรู้ด้านการเกษตรที่ถูกต้องเหมาะสม เน้นผลผลิตที่มีคุณภาพดีและเป็นที่ต้องการของตลาด ส่งเสริมให้มีการวางแผนการผลิตพริก แต่ในการอบรมเชิงวิชาการให้ความรู้แก่เกษตรกรอาจยังสื่อสารไม่เข้าใจเพียงพอ อาจเนื่องด้วยระยะเวลาและสื่อการเรียน ยังไม่เป็นที่ต้องการของเกษตรกร ทำให้เกษตรกรยังขาดความรู้ในการผลิตพริกตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี

จากข้อมูลดังกล่าว จะเห็นได้ว่าพื้นที่การปลูกพริกในแต่ละปีมีพื้นที่ลดลง และการผลิตพริกก็ยังไม่ปลอดภัยต่อตัวเกษตรกรและผู้บริโภค จึงควรศึกษาถึงแนวทางการส่งเสริมการผลิตพริกตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี ของเกษตรกรในอำเภอชำสูง จังหวัดขอนแก่น เพื่อนำผลการศึกษาไปใช้ เป็นข้อมูลพื้นฐานในการวางแผนพัฒนาส่งเสริมให้การสนับสนุนเกษตรกรผู้ผลิตพริก เพื่อให้มีการส่งเสริมให้แก่เกษตรกรได้ตามความต้องการทั้งด้านประเด็นการส่งเสริม วิธีการส่งเสริมและด้านการสนับสนุนที่จะมีผลทำให้การดำเนินงานส่งเสริมที่มีประสิทธิภาพเป็นแนวทางการวางแผนส่งเสริม และพัฒนาการผลิตพริก รวมทั้งพัฒนาและปรับปรุงวิธีการส่งเสริมการเกษตรให้เหมาะสมสำหรับเกษตรกรยิ่งขึ้น นำไปสู่การผลิตพริกให้ได้มาตรฐานตามความต้องการของตลาด

### วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาสภาพทางสังคมและเศรษฐกิจของเกษตรกรผู้ผลิตพริกในอำเภอชำสูง จังหวัดขอนแก่น
2. เพื่อศึกษาความรู้ของเกษตรกรในการผลิตพริกตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีของเกษตรกรในอำเภอชำสูง จังหวัดขอนแก่น
3. เพื่อศึกษาการผลิตพริกตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีของเกษตรกรในอำเภอชำสูง จังหวัดขอนแก่น
4. เพื่อศึกษาการได้รับการส่งเสริมการผลิตพริกตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีของเกษตรกรในอำเภอชำสูง จังหวัดขอนแก่น
5. เพื่อศึกษาปัญหาและข้อเสนอแนะแนวทางการส่งเสริมการผลิตพริกตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีของเกษตรกรในอำเภอชำสูง จังหวัดขอนแก่น

### วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง แนวทางการส่งเสริมการผลิตพริกตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีของเกษตรกรในอำเภอชำสูง จังหวัดขอนแก่น เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ (Survey Research) ผู้วิจัยได้กำหนดวิธีการวิจัยเกี่ยวกับประชากร กลุ่มตัวอย่าง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย การเก็บรวบรวมข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูล รายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ประชากรที่วิจัย คือ เกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการส่งเสริมการปลูกพริก โดยใช้ตลาดนำการผลิตจังหวัดขอนแก่น ของกรมส่งเสริมการเกษตร ในปี 2564 อำเภอชำสูง จังหวัดขอนแก่น จำนวน 100 คน การวิจัยครั้งนี้ใช้ประชากรทั้งหมดจึงไม่มีการสุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ใช้แบบสัมภาษณ์ในการเก็บข้อมูล โดยมีลักษณะเป็นคำถามปลายปิด และคำถามปลายเปิด ทดสอบความเชื่อมั่นจากกลุ่มตัวอย่าง 30 คน
3. ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น (Reliability) ตอนที่ 4 การส่งเสริมการผลิตพริก เท่ากับ 0.815 ตอนที่ 5 ปัญหาการส่งเสริมการผลิตพริก เท่ากับ 0.852 และข้อเสนอแนะแนวทางการส่งเสริมการผลิตพริก เท่ากับ 0.909
4. เก็บรวบรวมข้อมูล เก็บรวบรวมข้อมูลโดยวิธีการสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 100 คน ลักษณะของเครื่องมือ เป็นแบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง (Structural Interview) ประกอบด้วย ลักษณะคำถามให้เลือกตอบ หรือคำถามปลายปิด (Closed-ended Question) และคำถามที่ให้ผู้ตอบแสดงความคิดเห็น หรือคำถามปลายเปิด (Open-ended Question) โดยทำการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี เพื่อศึกษาแนวคิด ทฤษฎี บทความ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องต่างๆ เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบ 5 ตอน ประกอบด้วย ตอนที่ 1 สภาพสังคมและเศรษฐกิจของเกษตรกร ตอนที่ 2 ความรู้ของเกษตรกรในการผลิตพริกตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี ตอนที่ 3 การผลิตพริกตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีของเกษตรกร ตอนที่ 4 การได้รับการส่งเสริมการผลิตพริกตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีของเกษตรกร ตอนที่ 5 ปัญหาและข้อเสนอแนะแนวทางการส่งเสริมการผลิตพริกตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีของเกษตรกร
5. การวิเคราะห์ข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูลโดยเครื่องคอมพิวเตอร์โปรแกรมสำเร็จรูป โดยใช้สถิติค่าความถี่ ค่าร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด และการจัดอันดับ
6. การวิจัยครั้งนี้ใช้แบบสัมภาษณ์เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล

### ผลการวิจัยและอภิปรายผล

1. ผลการวิเคราะห์สภาพสังคมและเศรษฐกิจของเกษตรกรผู้ผลิตพริก อำเภอชำสูง จังหวัดขอนแก่น พบว่า **เพศ** เกษตรกรร้อยละ 80 เป็นเพศหญิง รองลงมาร้อยละ 20 เป็นเพศชาย ตามลำดับ **อายุ** เกษตรกรร้อยละ 44 มีอายุระหว่าง 61 - 70 ปี รองลงมาร้อยละ 41.0 มีอายุระหว่าง 51 - 60 ปี ร้อยละ 8 มีอายุ 41 - 50 ปี ร้อยละ 4 มีอายุมากกว่า 70 ปี และร้อยละ 3 มีอายุน้อยกว่า หรือเท่ากับ 40 ปี ตามลำดับ โดยมีอายุต่ำสุด 36 ปี อายุสูงสุด 78 ปี อายุเฉลี่ย 59.36 ปี มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 7.50 **ระดับการศึกษา** เกษตรกรมากกว่าครึ่ง ร้อยละ 90 จบการศึกษา ระดับชั้นประถม รองลงมา ร้อยละ 6 จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และร้อยละ 4 จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย/ ปวช. ตามลำดับ **จำนวนสมาชิกในครัวเรือน** เกษตรกร ร้อยละ 38 มีสมาชิกในครัวเรือน 5-6 คน รองลงมาร้อยละ 35 มีสมาชิกในครัวเรือน 3-4 คน ร้อยละ 17 มีสมาชิกในครัวเรือน 1-2 คน และร้อยละ 10 มีสมาชิกในครัวเรือนมากกว่า 6 คน ตามลำดับ โดยมีจำนวนสมาชิกในครัวเรือนต่ำสุด 1 คน สูงสุด 12 คน จำนวนสมาชิกในครัวเรือนเฉลี่ย 4.56 คน มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.909 **การเป็นสมาชิกกลุ่มสถาบันทางการเกษตร** เกษตรกรร้อยละ 55 เป็นสมาชิกกลุ่มสถาบันทางการเกษตร และร้อยละ 45 ไม่ได้เป็นสมาชิกกลุ่มสถาบันทางการเกษตร โดยร้อยละ 80 เป็นสมาชิกกลุ่มลูกค้า ธ.ก.ส. รองลงมาร้อยละ 36.4 กลุ่มออมทรัพย์/กองทุนหมู่บ้าน และ



ร้อยละ 30.9 กลุ่มแม่บ้านเกษตรกร ตามลำดับ สอดคล้องกับ ขวัญมงคล สระทองฮ่อม (2553, น. 114) พบว่า เกษตรกรผู้ผลิตพริกเป็นเพศชายและเพศหญิงเท่ากัน มีอายุเฉลี่ย 46.75 ปี ส่วนใหญ่จบการศึกษาระดับประถมศึกษา จบการศึกษาระดับประถมศึกษา สอดคล้องกับการศึกษาแนวทางการจัดการการผลิตพริกตามหลักเกษตรดีที่เหมาะสมของเกษตรกร ในตำบลหัวเรือ อำเภอเมือง จังหวัดอุบลราชธานี พบว่า เกษตรกรผู้ผลิตพริกมากกว่าครึ่งเป็นเพศหญิง มีอายุเฉลี่ย 49.56 ปี จบการศึกษาระดับประถมศึกษา มีจำนวนสมาชิกในครัวเรือนเฉลี่ย 4.03 คน **การรับรู้ข่าวสารด้านการผลิตพริก** เกษตรกรที่ได้รับรู้ข่าวสารด้านการผลิตพริกโดยรวมอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 3.82) เมื่อพิจารณาแยกเป็นรายประเด็น พบว่า อยู่ในระดับมากที่สุด จำนวน 1 แห่ง คือ เจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตร (ค่าเฉลี่ย 4.25) อยู่ในระดับมาก จำนวน 4 แห่ง ได้แก่ ผู้นำชุมชน (ค่าเฉลี่ย 4.14) เพื่อนบ้าน (ค่าเฉลี่ย 3.68) อาสาสมัครเกษตร (ค่าเฉลี่ย 3.57) และปราชญ์ชาวบ้าน (ค่าเฉลี่ย 3.47) ตามลำดับ สอดคล้องกับเกษตรกรที่ได้รับความรู้ในการผลิตพริกมากที่สุด คือ เจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตร **การประกอบอาชีพของครัวเรือน** เกษตรกรร้อยละ 100 ประกอบอาชีพปลูกผัก รองลงมา ร้อยละ 97 ประกอบอาชีพทำนา ร้อยละ 60 ประกอบอาชีพทำไร่ ร้อยละ 14 ประกอบอาชีพเลี้ยงสัตว์ และมีเกษตรกรบางรายประกอบอาชีพปลูกผลไม้ ทำเกษตรผสมผสาน รับจ้างแรงงาน ค้าขาย และทำธุรกิจส่วนตัว ตามลำดับ **รายได้จากการทำการเกษตร** เกษตรกรร้อยละ 72 มีรายได้จากการทำการเกษตร 10,001-50,000 บาท ต่อปี รองลงมา ร้อยละ 13 มีรายได้จากการทำการเกษตร น้อยกว่าหรือเท่ากับ 10,000 บาทต่อปี ร้อยละ 10 มีรายได้จากการทำการเกษตร 50,001-100,000 บาทต่อปี และร้อยละ 5 มีรายได้จากการทำการเกษตรมากกว่า 100,000 บาทต่อปี ตามลำดับ โดยมีรายได้จากการทำการเกษตรต่ำสุด 5,000 บาทต่อปี รายได้จากการทำการเกษตรสูงสุด 300,000 บาทต่อปี รายได้จากการทำการเกษตรเฉลี่ย 39,150 บาทต่อปี มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 38,840.87 **รายได้จากการขายพริก** เกษตรกรร้อยละ 29 มีรายได้จากการขายพริก 10,001-20,000 บาทต่อปี รองลงมา ร้อยละ 27 มีรายได้จากการขายพริก 5,001-10,000 บาทต่อปี ร้อยละ 26 รายได้จากการขายพริกมากกว่า 20,000 บาทต่อปี และร้อยละ 18 มีรายได้จากการขายพริกน้อยกว่า หรือเท่ากับ 5,000 บาทต่อปี ตามลำดับ โดยมีรายได้จากการขายพริกต่ำสุด 1,500 บาทต่อปี รายได้จากการขายพริกสูงสุด 73,000 บาทต่อปี รายได้จากการขายพริกเฉลี่ย 19,045 บาทต่อปี มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 14,560.23 **พื้นที่ผลิตพริก** เกษตรกรร้อยละ 84 มีพื้นที่ผลิตพริก 0.25-0.50 ไร่ รองลงมา ร้อยละ 8 มีพื้นที่ผลิตพริก 0.76-1.00 ไร่ ร้อยละ 7 มีพื้นที่ผลิตพริก 0.51-0.75 ไร่ มีเพียงร้อยละ 1 มีพื้นที่ผลิตพริก 1.01-1.25 ไร่ ตามลำดับ โดยเกษตรกรมีพื้นที่ผลิตพริกต่ำสุด 0.25 ไร่ มีพื้นที่ผลิตพริกสูงสุด 1.25 ไร่ มีพื้นที่ผลิตพริกเฉลี่ย 0.44 ไร่ มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.239 **จำนวนแรงงานในการผลิตพริก** เกษตรกรร้อยละ 65 มีจำนวนแรงงานในการผลิตพริก 2 คน รองลงมา ร้อยละ 24 มีจำนวนแรงงานในการผลิตพริก 1 คน ร้อยละ 10 มีจำนวนแรงงานในการผลิตพริก 3 คน มีเพียงร้อยละ 1 มีจำนวนแรงงานในการผลิตพริก 4 คน ตามลำดับ โดยเกษตรกรมีจำนวนแรงงานในการผลิตพริกต่ำสุด 1 คน แรงงานในการผลิตพริกสูงสุด 4 คน แรงงานในการผลิตพริกเฉลี่ย 1.88 คน มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.608 **ต้นทุนการผลิตพริกของเกษตรกร** เกษตรกรร้อยละ 29 ต้นทุนการผลิตพริกของเกษตรกรน้อยกว่า 1,000 บาทต่องาน และต้นทุน 1,001-2,000 บาทต่องาน รองลงมา ร้อยละ 22 มีต้นทุนการผลิตพริกของเกษตรกร 2,001-3,000 บาทต่องาน ร้อยละ 13 มีต้นทุนการผลิตพริกของเกษตรกรมากกว่า 4,000 บาทต่องาน และร้อยละ 7 มีต้นทุนการผลิตพริกของเกษตรกร 3,001-4,000 บาทต่องาน ตามลำดับ โดยเกษตรกรมีต้นทุนการผลิตพริกต่ำสุด 700 บาทต่องาน ต้นทุนการผลิตพริกสูงสุด 6,666 บาทต่องาน ต้นทุนการผลิตพริกเฉลี่ย 2,351.49 บาทต่องาน มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1,383.256 สอดคล้องกับพื้นที่ผลิตพริกเฉลี่ย 1.73 ไร่ ที่

ต้นทุนในการผลิตพริกเฉลี่ย 8,750 บาทต่อไร่ **ผลผลิตเฉลี่ย** เกษตรกรร้อยละ 59 มีผลผลิตเฉลี่ย 401-500 กิโลกรัม ต่องาน รองลงมา ร้อยละ 19 มีผลผลิตเฉลี่ย 100-200 กิโลกรัมต่องาน ร้อยละ 17 มีผลผลิตเฉลี่ย 201-300 กิโลกรัม ต่องาน ร้อยละ 3 มีผลผลิตเฉลี่ย 401-500 กิโลกรัมต่องาน มีเพียงร้อยละ 2 มีผลผลิตเฉลี่ย 301-400 กิโลกรัมต่องาน ตามลำดับ โดยเกษตรกรมีผลผลิตพริกเฉลี่ยต่ำสุด 100 กิโลกรัมต่องาน มีผลผลิตพริกเฉลี่ยสูงสุด 1,000 กิโลกรัมต่อ งาน มีผลผลิตพริกเฉลี่ย 406.66 กิโลกรัมต่องาน มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 162.992 **ประสบการณ์ในการผลิตพริก** เกษตรกรร้อยละ 64 มีประสบการณ์ในการผลิตพริก 1-5 ปี รองลงมา ร้อยละ 30 มีประสบการณ์ในการผลิตพริก 6-10 ปี ร้อยละ 5 มีประสบการณ์ในการผลิตพริก 11-15 ปี มีเพียงร้อยละ 1 มีประสบการณ์ในการผลิตพริก 16-20 ปี ตามลำดับ โดยเกษตรกรมีประสบการณ์ในการผลิตพริกต่ำสุด 1 ปี ประสบการณ์ในการผลิตพริกสูงสุด 20 ปี ประสบการณ์ในการผลิตพริกเฉลี่ย 5.74 ปี มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 3.708 **ลักษณะการถือครองที่ดินทางการเกษตร** เกษตรกรร้อยละ 53 ถือครองที่ดินในพื้นที่ของตนเองและพื้นที่เช่า รองลงมา ร้อยละ 44 ถือครองพื้นที่ ตนเอง มีเพียงร้อยละ 3 ถือครองพื้นที่ในลักษณะเช่า ตามลำดับ **แหล่งเงินทุน** เกษตรกรร้อยละ 78 ไม่มีการกู้เงิน และร้อยละ 22 มีการกู้เงิน โดยแหล่งเงินทุนส่วนใหญ่ ร้อยละ 90.9 กองทุนหมู่บ้าน และร้อยละ 13.6 กู้เงินจาก สหกรณ์การเกษตร และ ธ.ก.ส. เท่ากัน **ลักษณะการขาย** เกษตรกรร้อยละ 61 ขายเองที่ตลาด และร้อยละ 39 ขายส่ง ให้พ่อค้าคนกลาง ตามลำดับ

2. การศึกษาความรู้ของเกษตรกรในการผลิตพริกตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี ประกอบด้วย คำถาม รวม 25 ข้อ คะแนนเต็มเท่ากับ 25 คะแนน โดยให้คะแนนสำหรับข้อที่ตอบถูกเท่ากับ 1 ข้อที่ตอบผิดเท่ากับ 0 ความรู้ เกี่ยวกับการผลิตพริกตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีของเกษตรกร ผลการวิเคราะห์ เมื่อนำผลคะแนน มาพิจารณา พบว่า มีความรู้ความเข้าใจจากคำถามที่ตอบได้ถูกต้องมากที่สุด (ร้อยละ 100.0) ได้แก่ ความรู้เกี่ยวกับการผลิตพริก ตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีของเกษตรกร **ด้านน้ำ** เกษตรกรร้อยละ 99 ตอบถูกต้อง เรื่องน้ำที่ใช้ในกระบวนการ เพาะปลูก ควรเป็นน้ำที่มาจากแหล่งน้ำที่ไม่อยู่ในสภาพแวดล้อมที่เสี่ยงต่อการปนเปื้อนเกษตรกร รองลงมา ร้อยละ 98 ตอบถูกต้อง เรื่องวิเคราะห์การปนเปื้อนสิ่งอันตรายตามสภาพความเสี่ยงของแหล่งน้ำโดยเก็บตัวอย่างน้ำอย่างน้อย 1 ครั้ง ส่งห้องปฏิบัติการของทางราชการหรือห้องปฏิบัติการที่ได้รับการรับรอง และเรื่องแหล่งน้ำสำหรับการเกษตรควร เป็นแหล่งน้ำถาวร สอดคล้องกับ จำเสี่ยง หมิ่นวัน (2556, น. 70-73) พบว่า เกษตรกร มีความรู้เกี่ยวกับขั้นตอนการ ปฏิบัติที่ดีสำหรับพืชอาหาร GAP ในด้านแหล่งน้ำในเรื่องน้ำที่ใช้ในกิจกรรมเพาะปลูกต้องสะอาดไม่เสี่ยงต่อการ ปนเปื้อน **ด้านพื้นที่ปลูก** เกษตรกรร้อยละ 99.9 ตอบถูกต้อง เรื่องพื้นที่ปลูกไม่ควรอยู่ในสภาพแวดล้อมที่ก่อให้เกิด การปนเปื้อนวัตถุหรือสิ่งที่เป็นอันตรายต่อผลผลิตที่กระทบต่อความปลอดภัยของผู้บริโภค และเรื่องกรณีที่มีพื้นที่มี สภาพแวดล้อมที่เสี่ยงต่อการปนเปื้อนจากวัตถุหรือสิ่งที่เป็นอันตราย ต้องเก็บตัวอย่างดิน ส่งห้องปฏิบัติการของทาง ราชการ รองลงมา ร้อยละ 98 ตอบถูกต้อง เรื่อง พื้นที่ปลูกต้องมีการจัดทำข้อมูลประจำแปลงปลูก โดยระบุชื่อเจ้าของ พื้นที่เพาะปลูก **ด้านการใช้วัตถุอันตรายทางการเกษตร** เกษตรกรร้อยละ 100 ตอบถูกต้องเรื่องการใช้วัตถุ อันตรายทางการเกษตร ต้องใช้ตามคำแนะนำ หรืออ้างอิงคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร หรือตามคำแนะนำใน ฉลากที่ขึ้นทะเบียนกับกรมวิชาการเกษตร และเรื่องการใช้วัตถุอันตรายทางการเกษตรควรอ่านคำแนะนำที่ฉลาก เพื่อให้ทราบคุณสมบัติ ก่อนนำไปใช้ รองลงมา ร้อยละ 99 ตอบถูกต้อง เรื่อง หลังการปนเปื้อนวัตถุอันตรายทางการเกษตร ทุกครั้งให้อาบน้ำ สระผม และเปลี่ยนเสื้อผ้าทันทีและร้อยละ 7 ตอบถูกต้อง เรื่องวัตถุอันตรายทางการเกษตรที่ยัง เหลืออยู่ในภาชนะบรรจุซึ่งใช้ไม่หมดให้ปิดให้สนิทและเก็บในที่ที่สะดวกในการหยิบใช้ เช่น แปลงปลูก หรือเอาไว้ใกล้

เครื่องมือทางการเกษตรได้เลย **ด้านกระบวนการก่อนการเก็บเกี่ยว** เกษตรกรร้อยละ 100 ตอบถูกต้องเรื่องควรทำ ความสะอาดเครื่องมือและอุปกรณ์การเกษตร รวมทั้งภาชนะที่ใช้ในการบรรจุและขนส่งผลิตผลทุกครั้งก่อนการใช้งาน และหลังใช้งานเสร็จแล้ว รongลงมาร้อยละ 93 ตอบถูกต้อง เรื่องหากตรวจพบในปริมาณการระบาดของศัตรูพืชใน ระยะต่าง ๆ ที่เกิดความเสียหายในระดับเศรษฐกิจให้ป้องกันกำจัดศัตรูพืชนั้นอย่างเหมาะสมตามคำแนะนำของทาง ราชการ และบันทึกข้อมูล และร้อยละ 59 ตอบถูกต้องเรื่องเมล็ดพันธุ์ สามารถหาได้ตามท้องตลาด ไม่จำเป็นต้องมี ที่มาหรือประวัติของเมล็ดก็สามารถใช้ได้ **ด้านการเก็บเกี่ยวและการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยว** เกษตรกรร้อยละ 100 ตอบถูกต้อง เรื่อง การเก็บเกี่ยวมีการปฏิบัติอย่างถูกสุขลักษณะเพื่อป้องกันการปนเปื้อนที่มีผลต่อความปลอดภัย ในการบริโภค และไม่ให้อ่างผลพริกที่เก็บเกี่ยวแล้วสัมผัสกับพื้นดิน และเรื่องควรดูแลรักษาอุปกรณ์และภาชนะบรรจุ ให้สะอาด เพื่อป้องกันการปนเปื้อนสู่ผลิตผล และตรวจสอบให้มีสภาพพร้อมใช้งาน รongลงมาร้อยละ 66 ตอบถูกต้อง เรื่องสามารถใช้ภาชนะบรรจุของเสียและวัตถุอันตรายทางการเกษตรเป็นภาชนะบรรจุในการเก็บเกี่ยวและการขนย้ายได้ **ด้านการพักผลิตผล การขนย้ายในบริเวณแปลงปลูก การเก็บรักษา และการรวบรวมผลิตผล** เกษตรกรร้อยละ 98 ตอบถูกต้องเรื่องควรจัดวางผลิตผลในบริเวณพักผลิตผลที่เก็บเกี่ยวในแปลงปลูก ที่สามารถป้องกันการ เชื่อมสภาพของผลิตผลอันเนื่องมาจาก ความร้อนและแสงแดดได้ รongลงมาร้อยละ 64 ตอบถูกต้องเรื่องสามารถใช้ ภาชนะที่ขนย้ายหรือขนส่งวัตถุอันตรายทางการเกษตร หรือปุ๋ยหรือสารปรับปรุงบำรุงดิน ในการขนย้ายหรือขนส่ง ผลิตผลได้ **ด้านสุขลักษณะส่วนบุคคล** เกษตรกรร้อยละ 100 ตอบถูกต้องเรื่องผู้ที่สัมผัสกับผลิตผลโดยตรง โดยเฉพาะหลังการเก็บเกี่ยวผลิตผลที่มีความเสี่ยงต่อการปนเปื้อน ต้องมีการดูแลสุขลักษณะส่วนบุคคลและมีวิธีการ ป้องกันไม่ให้เกิดการปนเปื้อนสู่ผลิตผล และเรื่องจัดให้มีสิ่งอำนวยความสะดวกด้านสุขลักษณะส่วนบุคคลให้เพียงพอ และอยู่ใกล้แหล่งผลิตเพื่อให้สามารถขจัด ของเสียต่างๆ และหลีกเลี่ยงการปนเปื้อนสู่แหล่งเพาะปลูกผลิตผลปัจจัย การผลิต รongลงมาร้อยละ 63 ตอบถูกต้อง เรื่องกรณีผู้ปฏิบัติงานเจ็บป่วยไม่จำเป็นต้องรายงานให้ผู้ดูแลการผลิต ทราบ เพื่อตัดสินใจในการปฏิบัติงานที่ไม่ให้เกิดการปนเปื้อนสู่ผลิตผล **ด้านบันทึกข้อมูลและการตามสอบ** เกษตรกรร้อยละ 100 ตอบถูกต้องเรื่องเกษตรกรควรจัดทำเอกสารขั้นตอนการปฏิบัติงาน รายการเอกสารที่สำคัญ ต่างๆ และบันทึกข้อมูลเพื่อประโยชน์ในการตรวจสอบรับรองระบบการผลิตพริก และ เรื่องกรณีพบปัญหาการปฏิบัติ ในแปลงปลูกที่อาจมีผลต่อความปลอดภัย ให้สืบหาสาเหตุและหาแนวทางแก้ปัญหาเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดขึ้นอีก และ ให้มีการบันทึกข้อมูล รongลงมาร้อยละ 99 ตอบถูกต้อง เรื่องแบบบันทึกและเอกสารควรจัดทำให้เป็นปัจจุบันสำหรับ การผลิตในฤดูกาลนั้น ๆ ร้อยละ 58 ตอบถูกต้อง เรื่องไม่จำเป็นต้องทบทวนการปฏิบัติงานด้านการปฏิบัติทาง การเกษตรที่ดีเพราะผู้ปฏิบัติงานสามารถทำได้และทำอยู่แล้วเป็นประจำ

ระดับความรู้เกี่ยวกับการผลิตพริกตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีของเกษตรกร อำเภอข้าสูง จังหวัด ขอนแก่น เมื่อนำผลจำนวนข้อที่ตอบได้ถูกต้องมาพิจารณา พบว่า เกษตรกรร้อยละ 65 ตอบคำถามได้ถูกต้อง 21-25 ข้อ มากที่สุด มีความรู้อยู่ในระดับมากที่สุด รongลงมาร้อยละ 35.0 ตอบคำถามได้ถูกต้อง 16-20 ข้อ มีความรู้ในระดับ มาก ตามลำดับ โดยตอบคำถามถูกต้องเฉลี่ย 21.97 ข้อ

3. การศึกษาเกี่ยวกับการผลิตพริกตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีของเกษตรกร ประกอบด้วย 8 ประเด็น ได้แก่ ด้าน แหล่งน้ำ พื้นที่ปลูก การใช้วัตถุอันตรายทางการเกษตร กระบวนการก่อนการเก็บเกี่ยว การเก็บเกี่ยวและการปฏิบัติ หลังการเก็บเกี่ยว การพักผลิตผล การขนย้ายในแปลงปลูก การเก็บรักษา และการรวบรวมผลิตผล สุขลักษณะส่วน บุคคล และบันทึกข้อมูลและการตามสอบ โดยให้ตอบคำถามที่มีลักษณะเลือกตอบ ปฏิบัติ-ไม่ปฏิบัติ จำนวน 30 ข้อ

หากตอบว่า “ปฏิบัติ” ให้คะแนน 1 คะแนน ตอบว่า “ไม่ปฏิบัติ” ให้คะแนน 0 คะแนน ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏผลดังต่อไปนี้ **แหล่งน้ำ** เกษตรกรร้อยละ 97 น้ำที่ใช้ในกระบวนการเพาะปลูก ควรเป็น น้ำที่มาจากแหล่งน้ำ ที่ไม่อยู่ในสภาพแวดล้อมที่เสี่ยงต่อการปนเปื้อน รองลงมา ร้อยละ 90 แหล่งน้ำสำหรับการเกษตรควรเป็นแหล่งน้ำถาวร และร้อยละ 71.0 เก็บตัวอย่างน้ำอย่างน้อย 1 ครั้ง ในระยะเริ่มจัดระบบการผลิต ส่งห้องปฏิบัติการของทางราชการหรือห้องปฏิบัติการที่ได้รับการรับรองระบบคุณภาพ ตามลำดับ **พื้นที่ปลูก** เกษตรกรร้อยละ 99 จัดทำข้อมูลประจำแปลงปลูก โดยระบุชื่อเจ้าของพื้นที่เพาะปลูก รองลงมา ร้อยละ 97 พื้นที่ปลูกไม่อยู่ในสภาพแวดล้อมซึ่งก่อให้เกิดการปนเปื้อนวัตถุหรือ สิ่งที่เป็นอันตรายต่อผลิตผล และร้อยละ 71 เก็บตัวอย่างดินอย่างน้อย 1 ครั้ง ในระยะเริ่มจัดระบบการผลิต ส่งห้องปฏิบัติการของทางราชการ หรือห้องปฏิบัติการที่ได้รับการรับรองระบบคุณภาพ ตามลำดับ **การใช้วัตถุอันตรายทางการเกษตร** เกษตรกรร้อยละ 100 เมื่อมีการใช้วัตถุอันตรายทางการเกษตร ใช้ตามคำแนะนำ หรืออ้างอิงคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร หรือตามคำแนะนำในฉลากที่ขึ้นทะเบียนกับกรมวิชาการเกษตร รองลงมา ร้อยละ 99 อ่านคำแนะนำที่ฉลากเพื่อให้ทราบคุณสมบัติ และวิธีการใช้วัตถุอันตรายทางการเกษตรก่อนนำไปใช้ และวัตถุอันตรายทางการเกษตรที่ยังคงเหลืออยู่ในภาชนะบรรจุซึ่งใช้ไม่หมดในคราวเดียว ให้ปิดให้สนิทและเก็บในสถานที่เก็บวัตถุอันตรายทางการเกษตร หากมีการเปลี่ยนถ่ายภาชนะบรรจุต้องระบุข้อมูลให้ครบถ้วนถูกต้อง เท่ากัน และร้อยละ 98 หลังการพ่นวัตถุอันตรายทางการเกษตรทุกครั้ง ให้อาบน้ำ สระผม และเปลี่ยนเสื้อผ้าทันที เสื้อผ้าที่สวมใส่ขณะพ่นสารควรนำไปซักให้สะอาดทุกครั้ง ตามลำดับ **กระบวนการก่อนการเก็บเกี่ยว** เกษตรกรร้อยละ 96 เมล็ดพันธุ์ต้องมาจากแหล่งที่เชื่อถือได้ ตรงตามพันธุ์ สามารถตรวจสอบแหล่งที่มาและประวัติของเมล็ดพันธุ์ได้ รองลงมา ร้อยละ 95 ทำความสะอาดเครื่องมือและอุปกรณ์การเกษตร รวมทั้งภาชนะที่ใช้ในการบรรจุและขนส่งผลิตผลทุกครั้งก่อนการใช้งานและหลังใช้งาน เสร็จแล้ว ร้อยละ 87 จัดให้มีสถานที่เก็บรักษาเครื่องมือและอุปกรณ์การเกษตรเป็นสัดส่วน ปลอดภัย และง่ายต่อการนำไปใช้งาน ร้อยละ 70 มีการจัดการที่ดีในการใช้ปุ๋ยและสารปรับปรุงดิน เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการปนเปื้อนทั้งในด้านจุลินทรีย์เคมี และกายภาพสู่ผลิตผลในระดับที่จะทำให้ไม่ปลอดภัยต่อการบริโภค โดยใช้ปุ๋ยหรือสารปรับปรุงดินที่ขึ้นทะเบียนกับกรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ร้อยละ 68 ติดตามกระระบาดของศัตรูพืชในระยะต่าง ๆ หากตรวจพบในปริมาณที่เกิดความเสียหายในระดับเศรษฐกิจให้ป้องกันกำจัดศัตรูพืชนั้นอย่างเหมาะสมตามคำแนะนำของทางราชการ และบันทึกข้อมูล ร้อยละ 59 จัดทำรายการและบันทึกข้อมูลปัจจัยการผลิต แหล่งที่มา และรายละเอียดเฉพาะของปัจจัยการผลิตที่สำคัญ เช่น เมล็ดพันธุ์ ปุ๋ย ธาตุอาหารเสริม วัตถุอันตรายทางการเกษตร ที่ใช้ในกระบวนการผลิต พร้อมทั้งระบุรายการ ปริมาณ วัน/เดือน/ปีที่จัดซื้อ และร้อยละ 57 แยกประเภทของขยะให้ชัดเจน เช่น กิ่งก้านเศษพลาสติก แก้ว น้ำมัน สารเคมี และเศษซากพืชเป็นต้น รวมทั้งควรมีถังขยะให้เพียงพอ หรือระบุประเภท และจุดทิ้งขยะให้ชัดเจนตามลำดับ **การเก็บเกี่ยวและการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยว** เกษตรกรร้อยละ 97 คัดแยกพริกที่มีตำหนิหรือ ด้อยคุณภาพออกหรือตามข้อตกลงที่ทำกับผู้ซื้อ และบันทึกข้อมูลผลการปฏิบัติ รองลงมา ร้อยละ 90 เก็บเกี่ยวผลิตผลทั้งก้านอย่างระมัดระวัง ไม่ทำให้ผลิตผลเสียหาย และให้นำพริกเข้าที่ร่ม หรือพักในที่ที่มีการระบายอากาศดี และไม่วางสุ่มทับซ้อน เพราะจะทำให้เกิดการเน่าเสียได้ ร้อยละ 89 อุปกรณ์ที่ใช้เก็บเกี่ยวพริก เช่น มีด ต้องคมและสะอาด เมื่อใช้งานเสร็จแล้วให้ทำความสะอาดก่อนนำไปเก็บ และร้อยละ 69 ภาชนะบรรจุผลิตผลระหว่างเก็บเกี่ยวต้องสะอาด และทำความสะอาดทุกครั้งก่อนการใช้งาน ตามลำดับ **การพักผลิตผล การขนย้ายในบริเวณแปลงปลูก การเก็บรักษา และการรวบรวมผลิตผล** เกษตรกรร้อยละ 100 ขนส่งผลิตผลด้วยความระมัดระวัง และขนส่งไปยังจุด

รวบรวมสินค้าหรือ โรงงานหรือผู้รับซื้อโดยเร็ว รองลงมาร้อยละ 99 มีการจัดการด้านสุขลักษณะของสถานที่และวิธีการขนย้าย พัก ผลิตผล และ/หรือเก็บรักษาผลิตผล เพื่อป้องกันการปนเปื้อนจาก อันตรายและสิ่งแปลกปลอมที่มีผลต่อความปลอดภัยในการบริโภคและ คุณภาพของผลิตผล ไม่ใช่พาหนะที่ขนย้ายหรือขนส่งวัตถุอันตรายทางการเกษตร หรือ ปุ๋ย หรือสารปรับปรุงบำรุงดิน ในการขนย้ายหรือขนส่งผลิตผล เพื่อ ป้องกันการปนเปื้อนที่เป็นอันตรายต่อการบริโภค และในกรณีที่ไม่สามารถแยก พาหนะในการขนย้ายหรือขนส่งได้ต้องทำความสะอาดพาหนะ เพื่อป้องกันการปนเปื้อนดังกล่าว รวมถึงมีการบันทึกการใช้พาหนะขนส่ง เท่ากัน ตามลำดับ **สุขลักษณะส่วนบุคคล** เกษตรกรร้อยละ 99 ผู้ที่จะสัมผัสกับพริกโดยตรง โดยเฉพาะหลักการ เก็บเกี่ยวควรดูแลสุขลักษณะส่วนบุคคลเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการปนเปื้อนสู่ผลิตผล รองลงมาร้อยละ 98 จัดให้มี สิ่งอำนวยความสะดวกด้านสุขลักษณะส่วนบุคคลให้เพียงพอและอยู่ใกล้แหล่งผลิตเพื่อให้สามารถขจัดของเสียต่าง ๆ และหลีกเลี่ยงการปนเปื้อนสู่แหล่งเพาะปลูกผลิตผลปัจจุบัน การผลิต ตามลำดับ **บันทึกข้อมูลและการตามสอบ** เกษตรกรร้อยละ 83 จัดทำเอกสารขั้นตอนการปฏิบัติงาน รายการเอกสารที่สำคัญต่างๆ และบันทึกข้อมูลเพื่อประโยชน์ในการตรวจสอบรับรองระบบการผลิตพริก รองลงมา ร้อยละ 60 แบบบันทึกและเอกสารควรจัดทำให้เป็นปัจจุบันสำหรับการผลิตในฤดูกาลนั้นๆ และร้อยละ 46 เก็บบันทึก ข้อมูลอย่างน้อย 3 ปี ของการผลิตติดต่อกัน หรือตามที่ผู้ประกอบการคู่ค้าต้องการ เพื่อให้สามารถตรวจสอบได้ ตามลำดับ สอดคล้องกับ สมยนต์ บุญดี (2550, น. 93-94) ศึกษาการยอมรับเกษตรกรที่เหมาะสมสำหรับการผลิตพริก ของเกษตรกรตามโครงการส่งเสริมการผลิตสินค้าเกษตรที่ปลอดภัยและได้มาตรฐานในจังหวัดศรีสะเกษ พบว่า การบันทึกข้อมูลมีการปฏิบัติปานกลาง เนื่องจากเกษตรกรไม่สนใจ

ระดับการผลิตพริกตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีของเกษตรกร อำเภอชำสูง จังหวัดขอนแก่น เมื่อนำผล จำนวนข้อที่เกษตรกรได้นำมาปฏิบัติ พบว่า เกษตรกรผู้ผลิตพริกร้อยละ 54 มีการปฏิบัติตามการปฏิบัติ ทาง การเกษตรที่ดีในระดับมากที่สุด รองลงมาร้อยละ 45 มีการปฏิบัติตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีในระดับมาก และมีเพียงร้อยละ 1 มีการปฏิบัติตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีในระดับปานกลาง ตามลำดับ

4. การได้รับการส่งเสริมในการผลิตพริกตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี จากการศึกษาในภาพรวมอยู่ใน ระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 4.22) โดยเมื่อพิจารณารายละเอียดแต่ละประเด็นที่ได้รับการส่งเสริม ของเกษตรกร พบว่า ได้รับความรู้ในเรื่อง แหล่งน้ำและพื้นที่ปลูก เท่ากัน (ค่าเฉลี่ย 4.37) รองลงมาได้รับความรู้เรื่องวัตถุอันตรายทาง การเกษตร (ค่าเฉลี่ย 4.33) ได้รับความรู้เรื่องการเก็บเกี่ยวและการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยว (ค่าเฉลี่ย 4.16) ได้รับความรู้ เรื่องการพักผลิตผล การขนย้ายในบริเวณแปลงปลูก การเก็บรักษา และการรวบรวม (ค่าเฉลี่ย 4.15) ได้รับความรู้เรื่อง การจัดการคุณภาพในกระบวนการผลิตก่อนการเก็บเกี่ยว (ค่าเฉลี่ย 4.14) ได้รับความรู้เรื่องสุขลักษณะส่วนบุคคล (ค่าเฉลี่ย 4.11) และได้รับความรู้เรื่องบันทึกข้อมูลและการตามสอบ (ค่าเฉลี่ย 4.10) ตามลำดับ สอดคล้องกับจำเริญ หมื่นวัน (2556, น. 84) พบว่า เกษตรกรมีความต้องการให้เจ้าหน้าที่บุคคลจากราชการเข้ามาส่งเสริมความรู้ในเรื่อง การเตรียมดิน บำรุงดิน ปุ๋ย ระบบการให้น้ำ การขยายพันธุ์พืช การป้องกันโรค แมลง วัชพืช สารชีวภาพ การผลิตผัก คุณภาพดี การรวมกลุ่มเกษตรกร และการจัดทำบัญชี

5. จากการสัมภาษณ์ปัญหาและข้อเสนอแนะแนวทางการส่งเสริมการผลิตพริกตามการปฏิบัติ ทางการเกษตร ที่ดีของเกษตรกร ผู้วิจัยใช้แบบสัมภาษณ์ในการเก็บข้อมูลผลการวิเคราะห์ได้ดังนี้

5.1 ปัญหาในด้านประเด็นการส่งเสริม ภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ย 2.80) โดยเมื่อพิจารณา รายละเอียดแต่ละประเด็นของปัญหาในด้านการส่งเสริมของเกษตรกร โดยเรียงลำดับค่าเฉลี่ยจากมากไปน้อย ดังนี้

ขาดความรู้เรื่องกระบวนการก่อนการเก็บเกี่ยว ขาดความรู้เรื่องการเก็บเกี่ยวและการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยว เท่ากัน (ค่าเฉลี่ย 2.86) รองลงมา ขาดความรู้เรื่องการพักผลผลิตผล การขนย้ายในบริเวณแปลงปลูก การเก็บรักษา และการรวบรวมผลผลิตผล (ค่าเฉลี่ย 2.85) ขาดความรู้เรื่องวัตถุดิบตรงทางการเกษตร (ค่าเฉลี่ย 2.82) ขาดความรู้เรื่องบันทึกข้อมูลและการตามสอบการบันทึกที่ยังยาก (ค่าเฉลี่ย 2.81) ขาดความรู้เรื่องสุขลักษณะส่วนบุคคล (ค่าเฉลี่ย 2.76) ขาดความรู้เรื่องพื้นที่ปลูก (ค่าเฉลี่ย 2.74) และ ขาดความรู้ เรื่องน้ำ (ค่าเฉลี่ย 2.70) ตามลำดับ

5.2 ปัญหาในด้านวิธีการส่งเสริม ภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ย 2.64) โดยเมื่อพิจารณารายละเอียดแต่ละประเด็นของปัญหาในด้านวิธีการส่งเสริมของเกษตรกร โดยเรียงลำดับค่าเฉลี่ยจากมากไปน้อย พบว่า **การส่งเสริมแบบรายบุคคล** เกษตรกรมีปัญหาด้านการส่งเสริมแบบรายบุคคล ภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ย 2.53) โดยเมื่อพิจารณารายละเอียดแต่ละประเด็นของปัญหาในด้านการส่งเสริมแบบรายบุคคล โดยเรียงลำดับค่าเฉลี่ยจากมากไปน้อย ดังนี้ เจ้าหน้าที่ออกติดตามเยี่ยมแปลงของเกษตรกรได้ไม่ทั่วถึง (ค่าเฉลี่ย 2.69) รองลงมา เกษตรกรไม่สะดวกมารับบริการการส่งเสริมที่สำนักงานได้ (ค่าเฉลี่ย 2.53) และ เจ้าหน้าที่ไม่สามารถให้คำแนะนำเกษตรกรได้ (ค่าเฉลี่ย 2.37) ตามลำดับ **การส่งเสริมแบบรายกลุ่ม** เกษตรกรมีปัญหาด้านการส่งเสริมแบบรายกลุ่ม ภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ย 2.69) โดยเมื่อพิจารณารายละเอียด แต่ละประเด็นของปัญหาในด้านการส่งเสริมแบบรายกลุ่มโดยเรียงลำดับค่าเฉลี่ยจากมากไปน้อย ดังนี้ ขาดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ในการประชุม (ค่าเฉลี่ย 2.82) รองลงมาการฝึกอบรมหรือสาธิต ไม่ตรงกับความต้องการของเกษตรกร (ค่าเฉลี่ย 2.63) และ ขาดการศึกษาดูงานนอกสถานที่ (ค่าเฉลี่ย 2.62) ตามลำดับ **การส่งเสริมแบบมวลชน** เกษตรกรมีปัญหาด้านการส่งเสริมแบบมวลชน ภาพรวมทั้งหมดอยู่ในระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ย 2.70) โดยเมื่อพิจารณารายละเอียด แต่ละประเด็นของปัญหาในด้านการส่งเสริมแบบมวลชน โดยเรียงลำดับค่าเฉลี่ยจากมากไปน้อย ดังนี้ ขาดเอกสารหรือคู่มือเกี่ยวกับการผลิตพริกตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (ค่าเฉลี่ย 2.73) รองลงมา ขาดแผนพื้เกี่ยวกับการผลิตพริกตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (ค่าเฉลี่ย 2.69) และ ขาดการจัดนิทรรศการเกี่ยวกับการผลิตพริกตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (ค่าเฉลี่ย 2.69) ตามลำดับ

5.3 ปัญหาในด้านการสนับสนุน ภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ย 2.54) โดยเมื่อพิจารณารายละเอียดแต่ละประเด็นของปัญหาในด้านการสนับสนุนของเกษตรกร โดยเรียงลำดับค่าเฉลี่ยจากมากไปน้อย ดังนี้ ขาดการสนับสนุนปัจจัยการผลิตด้านเมล็ดพันธุ์ (ค่าเฉลี่ย 2.64) รองลงมาเจ้าหน้าที่ไม่ได้ช่วยในการประสานแหล่งสินเชื่อ (ค่าเฉลี่ย 2.44) ตามลำดับ

6. ข้อเสนอแนะในด้านประเด็นการส่งเสริม ภาพรวมอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 2.80) โดยเมื่อพิจารณารายละเอียดแต่ละประเด็นของข้อเสนอแนะในด้านการส่งเสริมของเกษตรกร โดยเรียงลำดับค่าเฉลี่ยจากมากไปน้อย ดังนี้ เจ้าหน้าที่ควรอบรมให้ความรู้เรื่องแหล่งน้ำ (ค่าเฉลี่ย 4.27) รองลงมา เจ้าหน้าที่ควรอบรมให้ความรู้พื้นที่ปลูก (ค่าเฉลี่ย 4.25) เจ้าหน้าที่ควรอบรมให้ความรู้เรื่องวัตถุดิบตรงทางการเกษตร (ค่าเฉลี่ย 4.14) เจ้าหน้าที่ ควรอบรมให้ความรู้เรื่องกระบวนการก่อนการเก็บเกี่ยว (ค่าเฉลี่ย 4.06) เจ้าหน้าที่ควรอบรมให้ความรู้เรื่องการเก็บเกี่ยวและ การปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยว (ค่าเฉลี่ย 4.05) เจ้าหน้าที่ควรอบรมให้ความรู้เรื่องการพักผลผลิตผล การขนย้ายในบริเวณแปลงปลูก การเก็บรักษา และการรวบรวมผลผลิตผล (ค่าเฉลี่ย 3.98) เจ้าหน้าที่ควรอบรมให้ความรู้เรื่องบันทึกข้อมูลและการตามสอบ (ค่าเฉลี่ย 3.97) และ เจ้าหน้าที่ควรอบรมให้ความรู้เรื่องสุขลักษณะส่วนบุคคล (ค่าเฉลี่ย 3.94) ตามลำดับ

7. ข้อเสนอแนะในด้านวิธีการส่งเสริม ภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ย 2.64) โดยเมื่อพิจารณารายละเอียดแต่ละประเด็นของข้อเสนอแนะในด้านวิธีการส่งเสริมของเกษตรกร โดยเรียงลำดับค่าเฉลี่ยจากมากไปน้อย ดังนี้

7.1 การส่งเสริมแบบรายบุคคล พบว่า เกษตรกรมีความคิดเห็นในการส่งเสริมแบบรายบุคคล ภาพรวมอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 4.15) โดยเมื่อพิจารณารายละเอียด แต่ละประเด็นในด้านการส่งเสริมแบบรายบุคคล โดยเรียงลำดับค่าเฉลี่ยจากมากไปน้อย ดังนี้ เกษตรกรควรมารับบริการการส่งเสริมที่สำนักงานเกษตรอำเภอ/จังหวัด ตามวันและเวลาราชการ (ค่าเฉลี่ย 4.16) รองลงมา เจ้าหน้าที่ออกติดตามเยี่ยมแปลงของเกษตรกรอย่างสม่ำเสมอ (ค่าเฉลี่ย 4.15) และ เจ้าหน้าที่ควรถวายการ ศึกษาดูงานนอกสถานที่ให้แก่เกษตรกร (ค่าเฉลี่ย 4.13) ตามลำดับ

7.2 การส่งเสริมแบบรายกลุ่ม พบว่า เกษตรกรมีความคิดเห็นในการส่งเสริมแบบรายกลุ่ม ภาพรวม อยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 4.08) โดยเมื่อพิจารณารายละเอียดแต่ละประเด็นในด้านการส่งเสริมแบบรายกลุ่ม โดยเรียงลำดับค่าเฉลี่ยจากมากไปน้อย ดังนี้ เจ้าหน้าที่ควรถวายการประชุม เพื่อให้มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (ค่าเฉลี่ย 4.11) รองลงมา เจ้าหน้าที่ควรถวายการฝึกอบรมหรือสาธิตให้ตรงกับความต้องการของเกษตรกร (ค่าเฉลี่ย 4.07) และ เจ้าหน้าที่ควรถวายศึกษาดูงานนอกสถานที่ (ค่าเฉลี่ย 4.06) ตามลำดับ

7.3 การส่งเสริมแบบมวลชน พบว่า เกษตรกรมีความคิดเห็นในการส่งเสริมแบบมวลชน ภาพรวมอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 3.95) โดยเมื่อพิจารณารายละเอียดแต่ละประเด็นในด้านการส่งเสริมแบบมวลชน โดยเรียงลำดับค่าเฉลี่ยจากมากไปน้อย ดังนี้ เจ้าหน้าที่ควรถวายการเกี่ยวกับการผลิตพริกตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี เพื่อให้เกษตรกรไปเรียนรู้ (ค่าเฉลี่ย 3.99) รองลงมา เจ้าหน้าที่ควรถวายทำเอกสารหรือคู่มือเกี่ยวกับการผลิตพริกตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี แจกให้เกษตรกรเก็บไว้ใช้เป็นแนวปฏิบัติอย่างทั่วถึง (ค่าเฉลี่ย 3.95) และ เจ้าหน้าที่ควรถวายจัดทำแผ่นพับเกี่ยวกับการผลิตพริกตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี แจกให้เกษตรกรเก็บไว้ใช้เป็นแนวปฏิบัติอย่างทั่วถึง (ค่าเฉลี่ย 3.91) ตามลำดับ

8. ข้อเสนอแนะในด้านการสนับสนุน ภาพรวมอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 3.87) โดยเมื่อพิจารณารายละเอียดแต่ละประเด็นของข้อเสนอแนะในด้านการสนับสนุนของเกษตรกร โดยเรียงลำดับค่าเฉลี่ยจากมากไปน้อย ดังนี้ เจ้าหน้าที่ควรสนับสนุนหาแหล่งปัจจัยการผลิต เช่น เมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพและราคาที่เหมาะสม (ค่าเฉลี่ย 4.02) รองลงมา เจ้าหน้าที่ควรสนับสนุนหาแหล่งปัจจัยการผลิต เช่น ปุ๋ยที่มีคุณภาพและราคาที่เหมาะสม (ค่าเฉลี่ย 3.99) และ เจ้าหน้าที่ประสานแหล่งสินเชื่อให้เกษตรกร (ค่าเฉลี่ย 3.59) ตามลำดับ

### ข้อเสนอแนะต่อเกษตรกร

1. เกษตรกรมีประสบการณ์ในการผลิตพริกอยู่ระหว่าง 1-5 ปี มีพื้นที่ในการผลิตอยู่ระหว่าง 0.25-0.50 ไร่ ซึ่งมีพื้นที่น้อย มีพื้นที่ถือครองทางการเกษตรเป็นของตนเอง สามารถตัดสินใจในการลงทุนเอง การใช้วิธีการส่งเสริมแบบเฉพาะเจาะจงตามความต้องการของเกษตรกรน่าจะทำได้ง่ายและเกิดประสิทธิภาพ โดยการเข้าไปส่งเสริมด้านการผลิตพริกตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี ต้องเป็นขั้นตอนง่าย ไม่ยุ่งยาก ได้ทดลองและฝึกปฏิบัติได้จริง และมีช่องทางในการติดต่อสื่อสารกับเกษตรกรผ่านสื่อสังคมออนไลน์ แอปพลิเคชัน ในการติดตามสื่อสารผลและค้นคว้าความรู้เพิ่มเติมของเกษตรกร

2. เกษตรกรต้องพัฒนาตนเองและมีความมุ่งมั่นในการผลิตพริกตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี เนื่องจากเกษตรกรส่วนใหญ่มีการปฏิบัติที่ดีเกือบทุกด้าน และมีความรู้ในการผลิตตามหลักการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีอยู่ในระดับมาก โดยการประสานกับเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรขอรับการถ่ายทอดความรู้เพิ่มเติมในเรื่องกระบวนการก่อนการเก็บเกี่ยว และการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยว พร้อมนำไปปฏิบัติ เพื่อขอรับรองมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี สำหรับพริก ตามสำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

3. เกษตรกรที่ปฏิบัติตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับพริก พบว่า เกษตรกรยังมีการปฏิบัติ ในเรื่องการเก็บบันทึกข้อมูลอย่างน้อย 3 ปี ของการผลิตติดต่อกัน หรือตามที่ผู้ประกอบการคู่ค้าต้องการ เพื่อให้สามารถตรวจสอบได้เกินครึ่งยังไม่มีกรปฏิบัติ อาจเป็นเพราะเกษตรกรส่วนใหญ่มีอายุ การเขียนค่อนข้างไม่ถนัด แบบฟอร์มมีรายละเอียดมากและไม่ค่อยเข้าใจ ทั้งนี้ควรออกแบบฟอร์มที่ทำให้เกษตรกรกรอกข้อมูลได้ง่าย รวมถึงการฝึกให้กับเกษตรกรที่มีอายุไม่มากนักมาเป็นตัวแทนครูพี่เลี้ยงร่วมกับเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรเป็นที่ปรึกษาและออกเยี่ยมเยียน เพื่อให้เกษตรกรสามารถนำไปปฏิบัติได้ดียิ่งขึ้น

4. เกษตรกรมีระดับความต้องการวิธีการส่งเสริมแบบรายบุคคลและรายกลุ่มมาก ดังนั้น ในการส่งเสริมการผลิตพริกตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี ควรใช้วิธีการจัดประชุม การอบรมเชิงปฏิบัติการ การสาธิต และการศึกษาดูงาน ร่วมกับเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรในพื้นที่ออกมาเยี่ยมเยียนให้คำแนะนำกับเกษตรกรในการผลิตพริกเป็นประจำอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้เกษตรกรได้มีความรู้ความเข้าใจในการผลิตพริกตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีเป็นไปตามหลักเกณฑ์เพิ่มขึ้น

#### **ข้อเสนอแนะต่อกรมส่งเสริมการเกษตร**

1. เจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรควรจัดทำแผนการเยี่ยมแปลงเกษตรกรและปฏิบัติอย่างสม่ำเสมอ เพื่อให้เกษตรกรตระหนักการจัดการที่ถูกต้องตามหลักการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี ทั้งการใช้สารเคมีในการป้องกันกำจัดโรคและแมลงศัตรูพืชอย่างถูกต้องและเหมาะสม และวิธีการผลิตพริกที่ดี

2. เจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรควรจัดทำเอกสารหรือคู่มือเกี่ยวกับการผลิตพริกตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีที่เข้าใจง่าย เน้นข้อปฏิบัติหลักๆ แจกให้เกษตรกรได้นำไปศึกษาและบันทึกในสิ่งที่เกษตรกรยังจัดทำไม่ได้ครบ ไว้ใช้เป็นแนวทางในการส่งเสริมอย่างทั่วถึง

3. เจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตร หรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรส่งเสริมหรือรวมกลุ่มเกษตรกรที่ทำ GAP และทำแปลงสาธิตการผลิตพริกตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี เพื่อเป็นตัวอย่างให้กับเกษตรกร

4. เจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตร หรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรมีการส่งเสริมหรือสร้างแรงจูงใจในด้านราคาตลาดรับซื้อ เมล็ดพันธุ์ และแหล่งเงินทุน เพื่อให้เกษตรกรหันมาผลิตพริกให้ได้มาตรฐาน

#### **ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยต่อไป**

1. ควรศึกษาเปรียบเทียบการผลิตพริกตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีในพื้นที่และต่างอำเภอ เพื่อให้ทราบถึงต้นทุนและผลตอบแทนในการผลิตพริก ช่วยลดต้นทุนการผลิต และเพิ่มประสิทธิภาพคุณภาพผลผลิตของพริกได้



2. ควรศึกษาเกษตรกรต้นแบบถึงปัจจัยที่ส่งต่อความสำเร็จในการผลิตพริกตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีภายในพื้นที่ เพื่อเป็นแนวทางในส่งเสริมการดำเนินงานของเกษตรกรให้เกิดความสำเร็จอย่างยั่งยืนต่อไป

### เอกสารอ้างอิง

- กมล เลิศรัตน์. (2550). การผลิต การตลาดของพริก และผลิตภัณฑ์พริกในประเทศไทย. *วารสารเพื่อการส่งออก*, 7, 20-29.
- กรมส่งเสริมการเกษตร. (2560). *ระบบส่งเสริมการเกษตร (T&V System)*. กรมส่งเสริมการเกษตร.
- ขวัญกมล สระทองฮ่อม. (2553). *การพัฒนาการจัดการการผลิตพริกของเกษตรกรในตำบลบ้านยาง อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาเกษตรศาสตรมหาบัณฑิต, ไม่ได้ตีพิมพ์) มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี.
- จำเริญ หมื่นวัน. (2556). *การยอมรับการผลิตผักปลอดภัยจากสารพิษของเกษตรกรในจังหวัดปทุมธานี*. [วิทยานิพนธ์ปริญญาเกษตรศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- เทคโนโลยีชาวบ้าน. (2561). "ม่วงสามสิบ" แหล่งปลูก "พริกอินทรีย์". [https://www.technologychaoban.com/agricultural-technology/article\\_75237](https://www.technologychaoban.com/agricultural-technology/article_75237)
- ภัทรนันท์ พิชะ. (2556). *ต้นทุนและผลตอบแทนในการผลิตพริกตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีของเกษตรกรในตำบลยม อำเภอท่าวังผา จังหวัดน่าน*. [วิทยานิพนธ์ปริญญาเกษตรศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- วีระ ภาคอุทัย. (2553). *รายงานวิจัยเรื่อง การศึกษาสถานภาพการตลาดการแปรรูปและผลิตภัณฑ์พริกในเขตพื้นที่จังหวัดอุดรธานี นครราชสีมา ขอนแก่น เลย ชัยภูมิ กรุงเทพฯ และ ปริมณฑล*. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สมยนต์ บุญลี. (2550). *การยอมรับเกษตรกรดีที่เหมาะสมสำหรับการผลิตพริกของเกษตรกรตามโครงการส่งเสริมการผลิตสินค้าเกษตรที่ปลอดภัย และได้มาตรฐานในจังหวัดศรีสะเกษ*. [วิทยานิพนธ์ ปริญญาโท สาขาวิชาส่งเสริมการเกษตรและสหกรณ์]. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. DOI : [https://doi.nrct.go.th/ListDoi/listDetail?Resolve\\_DOI=10.14457/STOU.the.2007.325](https://doi.nrct.go.th/ListDoi/listDetail?Resolve_DOI=10.14457/STOU.the.2007.325)
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2563). *ปฏิทินผลผลิตสินค้าเกษตรรายเดือนระดับจังหวัด ปี 2563/64*. [https://www.oae.go.th/assets/portals/1/files/journal/BIAE\\_calendar/calendar-biae-63-64.pdf](https://www.oae.go.th/assets/portals/1/files/journal/BIAE_calendar/calendar-biae-63-64.pdf)

## การพัฒนาต้นแบบเทคโนโลยีการผลิตแตงโมไร้เมล็ดในระบบโรงเรือน จังหวัดนครพนม

Development of a Prototype of Seedless Watermelon (*Citrullus lanatus* L.)  
Production Technology in a Greenhouse System in Nakhon phanom Province.

ปัญญาพล สิริสุวรรณมา<sup>1\*</sup>, นิยม ไช้มุกข์<sup>2</sup>, วุฒิพล จันทร์สระคู<sup>2</sup>, อรัญญ์ ชันติยวิชัย<sup>3</sup>  
Punjapon sirisuwanma<sup>1</sup>, Niyom kaimuk<sup>2</sup>, Wuttiphol chansakoo<sup>2</sup>, Aran Kantiyawit<sup>3</sup>

<sup>1</sup>ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรนครพนม, <sup>2</sup>ศูนย์วิจัยวิศวกรรมเกษตรขอนแก่น, <sup>3</sup>ศูนย์วิจัยและพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตรขอนแก่น

<sup>1</sup> Nakhon Phanom Agricultural Research and Development Center, <sup>2</sup> Khon Kean Agricultural Engineering Research Center, <sup>3</sup> Agricultural Production Sciences Research and development Center

\*Corresponding author. E-mail: Punjapon22@gmail.com

### บทคัดย่อ

การพัฒนาต้นแบบเทคโนโลยีการผลิตแตงโมไร้เมล็ดในระบบโรงเรือนจังหวัดนครพนม โดยปัญหาของการผลิตแตงโมไร้เมล็ดของจังหวัดนครพนม มีข้อจำกัดในเรื่องพื้นที่ปลูกแตงโมจะปลูกซ้ำบนที่เดิมไม่ได้ ปัญหาโรคและแมลงที่จะส่งผลกระทบต่อผลผลิตและคุณภาพผลผลิตแตงโม การพัฒนาต้นแบบเทคโนโลยีการผลิตแตงโมไร้เมล็ดในระบบโรงเรือนเพื่อลดปัญหาดังกล่าวได้ การพัฒนาต้นแบบเทคโนโลยีการผลิตแตงโมไร้เมล็ดมีวัตถุประสงค์ เพื่อเป็นทางเลือกในการผลิตแตงโมไร้เมล็ด ป้องกันความเสียหายจากสภาพแวดล้อมธรรมชาติ ป้องกันพืชจากการทำลายของสัตว์ โรค และแมลงศัตรู วางแผนการผลิต และปรับสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมกับแตงโมไร้เมล็ดได้ดำเนินการทดลองในปี 2562 – 2564 ผลการทดลอง พบว่า การปลูกแตงโมไร้เมล็ดในระบบโรงเรือน ในถุงพลาสติกสีขาว ขนาด 10 นิ้ว โดยใช้วัสดุปลูก ประกอบด้วย หน้าดิน ขุยมะพร้าว และปุ๋ยหมักอินทรีย์ อัตราส่วน 2 : 1 : 1 ให้ปุ๋ยผ่านระบบน้ำ ตามระยะการเจริญเติบโตของของแตงโมไร้เมล็ด ระยะช่วงต้นกล้า AB 1:1 ระยะลำต้นและใบใช้สูตร AB 1:1.2 ระยะออกดอกใช้สูตร AB 1:1.6 และระยะติดผลใช้สูตร AB 1:2.4 ผลผลิตแตงโมไร้เมล็ด มีน้ำหนักผลเฉลี่ยที่ 2.1 กิโลกรัม และความหวานเฉลี่ยอยู่ที่ 12.6 Brix° แตงโมไร้เมล็ดในโรงเรือนให้ผลผลิตเฉลี่ย 550 กิโลกรัมต่อรอบการผลิตหรือ 3,300 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อพิจารณาผลตอบแทนและความคุ้มค่าต่อการลงทุนของแตงโมไร้เมล็ด มีต้นทุนการผลิตรวม 7,683 บาท มีรายได้รวม 19,250 บาท มีค่า BCR เท่ากับ 2.5 มีถ่ายทอดเทคโนโลยี ให้กับเกษตรกรและผู้สนใจในพื้นที่จังหวัดนครพนม จำนวน 50 ราย

คำสำคัญ: แตงโมไร้เมล็ด, โรงเรือน

## Abstract

Testing in the project of developing a prototype of seedless watermelon production technology in a greenhouse system in Nakhon Phanom Province The objective is to research and test the technology of seedless watermelon production in the greenhouse system to develop a suitable greenhouse model for vegetable production. The results showed that the seedless watermelon cultivation in the greenhouse system In a white plastic bag, size 10 inches, using planting material consisting of topsoil, coconut coir and organic compost in a ratio of 2 : 1 : 1. Fertilize through the water system. According to the growth stage of seedless watermelons. Stem and leaf stage use AB 1:1.2 formula, flowering stage AB 1:1.6 and fruiting stage AB 1:2.4. Yield and yield component of seedless watermelons the average fruit weight was 2.1 kg and the average sweetness was 12.6 Brix° seedless watermelon in greenhouses yielded an average yield of 550 kg per production cycle or 3,300 kg per rai. When considering the return and investment worth of seedless watermelons with a total production cost of 7,683 baht, resulting in a total income of 19,250 baht, with a BCR of 2.5; for 50 farmers and interested people in Nakhon Phanom Province.

**Keywords:** Seedless Watermelon, greenhouse

## บทนำ

การปลูกแตงโมเป็นการค้าในจังหวัดนครพนม มีการจำหน่ายขายให้กับพ่อค้าคนกลางรวบรวมส่งตลาดสดในท้องถิ่นหรือตลาดค้าส่ง ส่วนใหญ่เกษตรกรมีการแตงโมกลางแจ้งทำให้มีศัตรูพืช ได้แก่ โรคและแมลงศัตรูพืชระบาดสะสมตามชนิดพืชปลูกและสภาพแวดล้อมแต่ละฤดู แตงโมเป็นผลไม้ที่ได้รับความนิยมในการบริโภคแต่ประสบปัญหาพบสารพิษตกค้างการผลิต โดยการใช้สารเคมีควบคุมโรค แมลง หรือวัชพืช ทำให้พบปัญหาสารพิษตกค้างในผลผลิตแตงโมและในสิ่งแวดล้อมเพิ่มมากขึ้นไม่ปลอดภัยต่อผู้บริโภค ทำให้ผู้บริโภคหลายรายเกิดความกังวล และไม่กล้าบริโภคแตงโม จังหวัดนครพนมเป็นแหล่งปลูกแตงโมที่สำคัญ สามารถผลิตและส่งจำหน่ายไปทั่วประเทศ พื้นที่ปลูกกระจายอยู่ทุกอำเภอ มีพื้นที่ปลูกรวม 6,956 ไร่ ผลผลิตเฉลี่ย 2,865 กิโลกรัมต่อไร่ (สำนักงานเกษตรจังหวัดนครพนม, 2555) ปัญหาของการผลิตแตงโมคือการระบาดของโรคและแมลงศัตรูแตงโม ทำให้เกษตรกรใช้สารเคมีในการป้องกันกำจัดค่อนข้างมาก ทำให้พบสารพิษตกค้างในผลผลิต ดังเช่น ผลการสุ่มตรวจสารพิษตกค้างในแตงโมในปี 2560 จำนวน 15 ตัวอย่าง พบสารพิษตกค้างเกินค่ามาตรฐาน 10 ตัวอย่าง (66%)

การผลิตผักในโรงเรือน (Greenhouse Vegetable Production) มีการผลิตมากในประเทศเขตหนาวและเขตทะเลทราย เพื่อหลีกเลี่ยงสภาพอากาศที่ไม่เหมาะสม มีทั้งรูปแบบของการปลูกใช้ดินและไม่ใช้ดิน สำหรับประเทศไทยได้มีการพัฒนาการผลิตผักในโรงเรือนเพื่อการค้าอยู่ 2 รูปแบบ (ไกรเลิศ ทวีกุล และคณะ, 2548) คือ รูปแบบใช้เทคโนโลยีการผลิตนำเข้าทั้งระบบ และรูปแบบใช้เทคโนโลยีที่พัฒนาขึ้นเองโดยใช้วัสดุอุปกรณ์และเทคโนโลยีบางส่วนจากต่างประเทศ ภาคเอกชนประสบความสำเร็จระดับหนึ่ง และเริ่มขยายตัวเพิ่มขึ้น (ชูชาติ สันทรทรัพย์, 2551) แต่ยังมีงานวิจัยมารองรับน้อยเนื่องจากต้องมีการลงทุนสูงในระยะแรกและขาดข้อมูลทั้งการผลิต การจัดการที่ถูกต้อง ทำให้ผลผลิตผักภายใต้สภาพโรงเรือนของประเทศไทยดำเนินการไปอย่างช้า ๆ อยู่ในช่วงเริ่มต้น เพราะส่วน

ใหญ่เป็นการนำเทคโนโลยีของต่างประเทศมาใช้ โดยมีการประยุกต์ หรือนำเทคโนโลยีมาใช้โดยตรง หรือลอกแบบมา และยังขาดหลักการพื้นฐานทางวิชาการที่ถูกต้อง จึงทำให้การผลิตผักมีประสิทธิภาพไม่เต็มที่ เทคนิคการเพิ่มผลผลิต และคุณภาพผักในโรงเรือนโดยการจัดการปุ๋ยยังมีข้อมูลวิจัยมารองรับน้อย จึงทำให้การจัดการธาตุอาหารพืชในการผลิตผักในระบบโรงเรือนของเกษตรกรไทยเป็นปัญหาหนึ่งที่ต้องได้รับการปรับแก้ให้เหมาะสม

โดยภาพรวมการผลิตแตงโมในจังหวัดนครพนม มีการผลิตกลางแจ้งสามารถผลิตได้ในฤดูหนาวช่วงเดือน พฤศจิกายน – กุมภาพันธ์ ไม่สามารถผลิตให้เพียงพอต่อความต้องการของตลาดได้ทั้งในฤดูร้อนและฤดูฝน เนื่องจากเป็นช่วงที่มีสภาพไม่เหมาะสม อุณหภูมิสูง แสงแดดจัด และในฤดูฝนมีความชื้นสูงมีโรคแมลงศัตรูพืชหลายชนิดเข้าทำลาย เกษตรกรใช้สารเคมีมากเกินไปจนทำให้มีสารพิษตกค้างในผลผลิต เป็นการผลิตที่ควบคุมสภาพแวดล้อมได้ยาก มีปัญหาการผลิตมากมาย ดังนั้นการผลิตพืชผักภายใต้สภาพโรงเรือนจึงเป็นทางเลือกใหม่ที่จำเป็น มีความเหมาะสมกับสภาพเงื่อนไขในสภาพอากาศปัจจุบัน เนื่องจากโรงเรือนสามารถป้องกันความเสียหายจากสภาพแวดล้อมธรรมชาติ ป้องกันพืชจากการทำลายของสัตว์ โรค และแมลงศัตรู และยังสามารถกำหนดทิศทางวางแผนการผลิต เร่งการผลิตออกนอกผล และปรับสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมกับพืชที่ปลูกได้ (จริยา วิสิทธิ์พานิช และ อัญชัญ ชมภูพวง, 2560) ดังนั้นจึงสมควรทำการทดสอบและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตพืชผักในระบบโรงเรือนพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบนเพื่อแก้ปัญหาสารพิษตกค้างในผลผลิต เกษตรกรสามารถผลิตแตงโมที่มีคุณภาพ บำรุงตลาดได้พอเพียงและตลอดทั้งปี ในพืชผักที่สำคัญหรือมีราคาสูง โดยทำการพัฒนาต้นแบบโรงเรือนที่เหมาะสม ศึกษาการให้ปุ๋ยทางระบบน้ำต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตผักในระบบโรงเรือนเพื่อให้ได้ผลผลิตสูงแล้วพัฒนาต่อเป็นต้นแบบเทคโนโลยีการผลิตพืชผักในระบบโรงเรือน ในพื้นที่ใกล้เคียงแตงโม เป็นแหล่งให้เกษตรกรได้เรียนรู้และนำไปขยายผลและปรับใช้ในระบบการผลิตผักของตนเองส่วนกลุ่มเกษตรกรที่มีโรงเรือนเดิมอยู่แล้วก็วิจัยเพื่อแก้ปัญหาการผลิตผัก ส่งผลให้การผลิตแตงโมผักของเกษตรกรในพื้นที่ได้มาตรฐาน ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพดี และปลอดภัยต่อการบริโภค ลดการใช้สารเคมีลดมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อมสร้างสุขภาพที่ดีต่อผู้บริโภคและเกษตรกรผู้ผลิต มีผลผลิตจำหน่ายเพียงพอตลอดปี และส่งออกได้ในอนาคต รวมทั้งพัฒนาการผลิตผักในช่วงฤดูร้อนและฤดูฝน เพื่อตอบสนองความต้องการของตลาดและสร้างรายได้ที่ดีให้เกษตรกรต่อไป

## วิธีดำเนินการวิจัย

### 1. อุปกรณ์

- เมล็ดแตงโมไร้เมล็ด เมล็ดแตงโมพันธุ์ตอปีโต (สำหรับผลิตดอกตัวผู้)
- ถาดหลุม วัสดุเพาะ (แกลบดำ หน้าดิน ปุ๋ยอินทรีย์) ถุงสำหรับปลูก ตาข่ายแขวนผลแตงโม
- ปุ๋ยเคมีที่ให้ตามระบบน้ำ ปุ๋ย A B
- ชีวภัณฑ์กำจัดโรคและแมลงศัตรูพืช เช่น บีเอส ไตรโคเดอร์มา และบีที

### 2. วิธีการ

- ตรวจสอบและปรับปรุงระบบน้ำ การพรางแสง เครื่องวัดความชื้นและอุณหภูมิ วัสดุและอุปกรณ์ควบคุม วัสดุพืช โครงสร้างสำหรับทำค้ำ เพาะกล้าแตงโมพันธุ์ไร้เมล็ด และพันธุ์ตอปีโต (สำหรับผลิตดอกตัวผู้) ในถาดหลุม โดยใช้วัสดุเพาะหน้าดินและแกลบดำ อัตราส่วน 3 : 1 อนุบาลต้นกล้าในเรือนเพาะชำ จนถึงอายุ 14-15 วัน

- ปลูกแตงโมในถุงพลาสติกสีขาว ขนาด 10 นิ้ว โดยใช้วัสดุปลูก ดิน ขุยมะพร้าว และปุ๋ยหมักเดิมอากาศ อัตราส่วน 2 : 1 : 1 เตรียมผสมดินปลูกตามระบบการปลูกพืช GAP

- ดูแลรักษาให้น้ำและปุ๋ยสูตร A B จากผลการทดลองที่ดีที่สุดของกิจกรรมที่ 2 (แตงโมไร้เมล็ด) เริ่มให้ปุ๋ย 1 สัปดาห์หลังย้ายปลูก โดยใช้ Stock AB ระยะช่วงต้นกล้า AB 1:1 ระยะการเจริญเติบโตของลำต้นและใบใช้สูตร AB 1:1.2 ส่วน ระยะออกดอกใช้สูตร AB 1:1.6 ส่วนระยะติดผลใช้สูตร AB 1:2.4 ในรอบ 1 สัปดาห์ อัตรา 200 มิลลิกรัมต่อกระถาง และ 2 วันที่เหลือนั้นจะให้น้ำเปล่าอัตรา 200 มิลลิกรัมต่อกระถาง บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตทุก 15 วัน

- การควบคุมโรคและแมลงศัตรูพืชโดยใช้เทคโนโลยีการผลิตพืชในระบบ GAP พืช เช่น ชีวภัณฑ์บีเอส Bt ไตรโคเดอร์มา และหรือสารเคมีตามชนิดของศัตรูพืช

- เก็บเกี่ยว บันทึกข้อมูลและประเมินผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต ได้แก่ น้ำหนักต่อผล น้ำหนักต่อต้น ผลผลิตต่อพื้นที่ คุณภาพ ความหวาน ข้อมูลโรคแมลงศัตรู รวมถึงสภาพอากาศในโรงเรือนและนอกโรงเรือน

- รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูลทางการเกษตร ทางเศรษฐศาสตร์ ต้นทุน รายได้ ผลตอบแทน สรุปและจัดทำรายงาน ขยายผลสู่เกษตรกรในพื้นที่ใกล้เคียง จัดฝึกอบรมและเป็นแหล่งศึกษาดูงาน

### 3. วิธิดำเนินการดำเนินการทดลอง

- การเตรียมดิน วิธีปฏิบัติ เตรียมดิน ขุยมะพร้าว และปุ๋ยหมักเดิมอากาศ อัตราส่วน 2:1:1 อย่างน้อย 7-10 วัน ปรับปรุงดินให้มีการระบายน้ำให้ดี

- การป้องกันกำจัดศัตรูพืช สำรองแมลงศัตรูและโรคในแปลงอย่างสม่ำเสมอ เช่น ดั้วงเต่าแดง ต้องกำจัดเศษซากพืชและวัชพืชในแปลง ถ้าสำรวจพบมากกว่า 1 ตัวต่อต้น ทำการพ่นชีวภัณฑ์บีเวอร์เรียหรือเมทาไรเซียมตามอัตราที่แนะนำ เพลี้ยไฟ เพลี้ยอ่อน ให้ใช้เชื้อรา *Beauveria bassiana* พ่นควบคุม กรณีจำเป็นต้องใช้สารเคมีป้องกันให้ใช้ตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร (2553) หนอนกระทู้ผัก (กรณีพบแมลงเท่านั้น ตาข่ายโรงเรือนมีความถี่ 32 เมช สามารถป้องกันแมลงได้) หากพบมากกว่า 1 ตัวต่อ 2 ต้น ให้ทำการพ่นเชื้อ Bt อัตรา 80 มิลลิกรัมต่อน้ำ 20 ลิตร หรือพ่นไวรัส NPV อัตรา 50 มิลลิกรัมต่อน้ำ 20 ลิตรต่อเนื้อทุกสัปดาห์เพื่อป้องกันการระบาดของโรคเน่าจากเชื้อรา ในช่วงเตรียมปลูก หว่านปุ๋ยอินทรีย์ผสมเชื้อสไตรโคเดอร์มา อัตรา 50-100 กรัม ระยะพืชเริ่มเจริญเติบโต ใช้เชื้อสด 1 กิโลกรัม ผสมน้ำ 200 ลิตร พ่นช่วงเวลาเย็น อัตรา 10 - 20 ลิตร ทั้งนี้การควบคุมศัตรูพืช ใช้ชีวภัณฑ์ก่อนหากปริมาณศัตรูพืชยังไม่ลดลงจึงใช้สารเคมี

4. เวลาและสถานที่ ระยะเวลา ตุลาคม 2562 – กันยายน 2564 สถานที่ โรงเรือนต้นแบบเทคโนโลยีการผลิตพืช ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรนครพนม

### ผลการวิจัยและอภิปรายผล

1. ผลผลิต คุณภาพ และองค์ประกอบผลผลิต ดำเนินการปลูกแตงโมโรงเรือนรูปแบบสองชั้นและขนาด กว้าง 6 เมตร ยาว 24 เมตร เพื่อทดสอบในโครงการพัฒนาต้นแบบเทคโนโลยีการผลิตแตงโมไร้เมล็ดในระบบโรงเรือนจังหวัดนครพนม

1.1 ดำเนินการปลูกแตงโมทดสอบในโครงการพัฒนาต้นแบบเทคโนโลยีการผลิตแตงโมไร้เมล็ดในระบบโรงเรือนจังหวัดนครพนม รอบที่ 1 เริ่มให้ปุ๋ย 1 สัปดาห์หลังย้ายปลูก โดยใช้ Stock AB ระยะช่วงต้นกล้า AB 1:1 ระยะ

การเจริญเติบโตของลำต้นและใบใช้สูตร AB 1:1.2 ส่วน ระยะออกดอกใช้สูตร AB 1:1.6 ส่วนระยะติดผลใช้สูตร AB 1:2.4 ในรอบ 1 สัปดาห์ อัตรา 200 มิลลิลิตรต่อถุง และ 2 วันที่เหลือนั้นจะให้น้ำเปล่าอัตรา 200 มิลลิลิตรต่อถุง ผลดำเนินการทดสอบในโครงการพัฒนาต้นแบบเทคโนโลยีการผลิตแตงโมไร้เมล็ดในระบบโรงเรือนจังหวัดนครพนม พันธุ์การค้า แสบบี้แฟมิลี่ (ไร้เมล็ด) พบว่า น้ำหนักผลเฉลี่ยที่ 1.6 กิโลกรัม ความกว้างผล 14 เซนติเมตร ความยาวผล 16 เซนติเมตร และความหวานเฉลี่ยอยู่ที่ 11.7 Brix° (ตารางที่ 1)

**ตารางที่ 1** Test results of the prototype development of seedless watermelon production technology in the greenhouse system in Nakhon Phanom Province in 2020 – 64

No.	Details	Results		
		Round 1	Round 2	Round 3
1	Total weight (kg.)	1.6	2.1	2.0
2	width (cm.)	14	16.0	15.5
3	long (cm.)	16	17.0	17.3
4	shell thickness (cm.)	1.2	1.1	1.3
5	weight of fruit (kg.)	-	1.3	1.1
6	shell weight (kg.)	-	0.8	0.9
7	sweetness (%Brix)	11.7	12.6	9.9

1.2 ดำเนินการปลูกแตงโมทดสอบในโครงการพัฒนาต้นแบบเทคโนโลยีการผลิตแตงโมไร้เมล็ดในระบบโรงเรือนจังหวัดนครพนม รอบที่ 2 เริ่มให้ปุ๋ย 1 สัปดาห์หลังย้ายปลูก โดยใช้ Stock AB ระยะช่วงต้นกล้า AB 1:1 ระยะการเจริญเติบโตของลำต้นและใบใช้สูตร AB 1:1.2 ส่วน ระยะออกดอกใช้สูตร AB 1:1.6 ส่วนระยะติดผลใช้สูตร AB 1:2.4 ในรอบ 1 สัปดาห์ อัตรา 200 มิลลิลิตรต่อถุง และ 2 วันที่เหลือนั้นจะให้น้ำเปล่าอัตรา 200 มิลลิลิตรต่อถุง ผลดำเนินการทดสอบในโครงการพัฒนาต้นแบบเทคโนโลยีการผลิตแตงโมไร้เมล็ดในระบบโรงเรือนจังหวัดนครพนม พันธุ์แสบบี้แฟมิลี่ (ไร้เมล็ด) พบว่า น้ำหนักผลเฉลี่ยที่ 2.1 กิโลกรัม ความกว้างผล 16 เซนติเมตร ความยาวผล 17 เซนติเมตร น้ำหนักเนื้อ 1.3 กิโลกรัม น้ำหนักเปลือก 0.8 กิโลกรัม และความหวานเฉลี่ยอยู่ที่ 12.6 Brix° (ตารางที่ 2)

**ตารางที่ 2** Fertilizer testing in the project of developing a prototype of seedless watermelon production technology in the greenhouse system in Nakhon Phanom Province, rounds 1 – 2

Details	Fertilizer rate	Action plan
start fertilizing	1 : 1 (seedling period)	Fertilizer A 4 cc and Fertilizer B 4 cc : 1 L. : per plant : 5 day
fertilizing 2	1 : 1.2 (growing period)	Fertilizer A 4 cc and Fertilizer B 4.8 cc : 1 L. : per plant : 5 day
fertilizing 3	1 : 1.2 (growing period)	Fertilizer A 4 cc and Fertilizer B 4.8 cc : 1 L. : per plant : 5 day
fertilizing 4	1 : 1.6 (flowering period)	Fertilizer A 4 cc and Fertilizer B 6.4 cc : 1 L. : per plant : 5 day
fertilizing 5	1 : 2.4 (fruiting period)	Fertilizer A 4 cc and Fertilizer B 9.6 cc : 1 L. : per plant : 5 day
fertilizing 6	1 : 2.4 (fruiting period)	Fertilizer A 4 cc and Fertilizer B 9.6 cc : 1 L. : per plant : 5 day

**Note:** In 1 week, add mixed AB fertilizer to be divided into 200 ml. per day per bag for at least 5 days. Another 2 days add 200 ml of water per day.

1.3 ดำเนินการปลูกแต่งโมทดสอบในโครงการพัฒนาต้นแบบเทคโนโลยีการผลิตแต่งโมไร้เมล็ดในระบบโรงเรือนจังหวัดนครพนม รอบที่ 3 เริ่มให้ปุ๋ย 1 สัปดาห์หลังย้ายปลูก โดยใช้ Stock AB ระยะช่วงต้นกล้า AB 1:1 ระยะการเจริญเติบโตของลำต้นและใบใช้สูตร AB 1:1.2 ส่วน ระยะออกดอกใช้สูตร AB 1:1.6 ส่วนระยะติดผลใช้สูตร AB 1:2.4 ในรอบ 1 สัปดาห์ อัตรา 200 มิลลิเมตรต่อถุง และ 2 วันที่เหลือนั้นจะให้น้ำเปล่าอัตรา 200 มิลลิเมตรต่อถุง ผลดำเนินการทดสอบในโครงการพัฒนาต้นแบบเทคโนโลยีการผลิตแต่งโมไร้เมล็ดในระบบโรงเรือนจังหวัดนครพนม พันธุ์การค้า แสบปีแฟมิลี่ (ไร้เมล็ด) พบว่า น้ำหนักผลเฉลี่ยที่ 2 กิโลกรัม ความกว้างผล 15.5 เซนติเมตร ความยาวผล 17.3 เซนติเมตร น้ำหนักเนื้อ 1.1 กิโลกรัม น้ำหนักเปลือก 0.9 กิโลกรัม และความหวานเฉลี่ยอยู่ที่ 9.9 %Brix (ตารางที่ 3)

**ตารางที่ 3** Fertilizer testing in the project of developing a prototype of seedless watermelon production technology in the greenhouse system in Nakhon Phanom Province, rounds 3

Details	Fertilizer rate	Action plan
start fertilizing	1 : 1 (seedling period)	Fertilizer A 10 cc and Fertilizer B 10 cc : 1 L. : per plant : 5 day
fertilizing 2	1 : 1.2 (growing period)	Fertilizer A 10 cc and Fertilizer B 12 cc : 1 L. : per plant : 5 day
fertilizing 3	1 : 1.2 (growing period)	Fertilizer A 10 cc and Fertilizer B 12 cc : 1 L. : per plant : 5 day
fertilizing 4	1 : 1.6 (flowering period)	Fertilizer A 10 cc and Fertilizer B 16 cc : 1 L. : per plant : 5 day
fertilizing 5	1 : 2.4 (fruiting period)	Fertilizer A 10 cc and Fertilizer B 24 cc : 1 L. : per plant : 5 day
fertilizing 6	1 : 2.4 (fruiting period)	Fertilizer A 10 cc and Fertilizer B 24 cc : 1 L. : perplant : 5 day

Note: In 1 week, add mixed AB fertilizer to be divided into 200 ml. per day per bag for at least 5 days. Another 2 days add 200 ml of water per day.

1.4 ผลผลิตแต่งโมไร้เมล็ดในโรงเรือนให้ผลผลิตเฉลี่ย 550 กิโลกรัม จำนวน 220 ลูก ต้นทุนการผลิตรวม 7,683 บาท ราคาขายผลผลิต 35 บาทต่อกิโลกรัม มีรายได้รวม 19,250 บาท มีค่า BCR เท่ากับ 2.5 (ไม่รวมค่าโครงสร้าง ระบบน้ำ และค้ำแขวนแต่งโม) (ตารางที่ 4)

**ตารางที่ 4** Production cost of testing in the prototype development project of seedless watermelon production technology in the greenhouse system in Nakhon Phanom Province

Details	Amount (Baht)
seed	949
seed material	450
planting material	1,350
planting bag	1,500
hanging net	1,184
fertilizer A B	1,450
rope	500
Biological Pest Control	300
<b>Total</b>	<b>7,683</b>

## 2. การจัดการการผลิต

2.1 เทคโนโลยีการเพิ่มเปอร์เซ็นต์ในการติดผลของแตงโมไร้เมล็ด โดยการช่วยผสมเกสรช่วงตอนเช้า เวลา 8.00 น.-10.00 น. โดยจะใช้เกษตรกรผู้จากแตงโมพันธุ์อื่นมาช่วยผสมเกสรกับแตงโมไร้เมล็ด โดยจะผสมเกสรแตงโมในข้อที่ 9 - 15 เพื่อให้ได้ผลผลิตและคุณภาพที่ดีที่สุด

2.2 เทคโนโลยีการควบคุมป้องกันกำจัดศัตรูแตงโม

1) โรแดงแมงมุม การป้องกันกำจัดใช้กำมะถันผง (wettable sulfur) อัตรา 60-80 กรัม/น้ำ 20 ลิตร ฉีดพ่นบริเวณที่มีการระบาดทุกๆ 7-10 วัน

2) หนอนเจาะผล การป้องกันกำจัดใช้ชีวภัณฑ์ BT อัตรา 80 มล./น้ำ 20 ลิตร ฉีดพ่นบริเวณที่มีการระบาดทุกๆ 7-10 วัน

3) เพลี้ยชอน การป้องกันกำจัดใช้ไดโนทีฟูแรน (Dinotefuran) อัตรา 5-10 กรัม/ถุงปลูก โรยบริเวณโคนต้นเพื่อป้องกัน

2.3 เทคโนโลยีการปลูกและการดูแลรักษาแตงโมไร้เมล็ด

1) การปลูก นำเมล็ดแตงโมไร้เมล็ด และแตงโมตอปีโต แช่น้ำอุ่น 12 - 24 ชั่วโมง จากนั้นนำมาบ่มใส่ผ้าขาว 24 ชั่วโมง จะมีรากงอกออกมาเล็กน้อย โดยเฉพาะเมล็ดในวัสดุเพาะที่บรรจุในถาดเพาะขนาด 104 หลุม จำนวน 1 เมล็ดต่อหลุม รดน้ำวันละ 1 ครั้ง

2) การดูแลรักษา ทำการเด็ดยอดทิ้ง ในการเจริญเติบโตข้อที่ 3 จัดเถาแตงโมให้พันกับเชือก โดย 1 ต้น จะเลี้ยงไว้เพียง 2 เถา เมื่อแตงโมติดผล ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 เซนติเมตร ดำเนินการนำตาข่ายมาผูกกับราวเหล็ก เพื่อประคองผลแตงโมไม่ให้ต้นล้มและผลร่วง

## 3. การขยายผลสู่เกษตรกร

ถ่ายทอดเทคโนโลยี โครงการทดสอบและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตพืชในระบบโรงเรือนพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน หลักสูตร การถ่ายทอดเทคโนโลยีโครงการทดสอบและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตพืชในระบบโรงเรือนพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน จำนวน 50 ราย ในวันที่ 16 กันยายน 2564

การขยายผลสู่แปลงเกษตรกรต้นแบบ นายสายชน พ่อมชมพู่ ตำบลโคกสี อำเภอวังยาง จังหวัดนครพนม เริ่มให้ปุ๋ยครั้งที่ 1 (รองกันหลุม) ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 25 กรัม/ต้น ให้ปุ๋ยครั้งที่ 2 ปุ๋ยสูตร 10-50-10 อัตรา 25 กรัม/ต้น ให้ปุ๋ยครั้งที่ 3 ปุ๋ยสูตร 14-14-21 อัตรา 25 กรัม/ต้น และให้ปุ๋ยครั้งที่ 4 ปุ๋ยสูตร 0-0-50 อัตรา 25 กรัม/ต้น (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 Farmer's Watermelon Fertilization

Details	Fertilization	Fertilizer rate
Fertilization 1	Fertilizing 15-15-15	25 g per plant
Fertilization 2	Fertilizing 10-50-10	25 g per plant
Fertilization 3	Fertilizing 14-14-21	25 g per plant
Fertilization 4	Fertilizing 0-0-50	25 g per plant



ผลผลิตแปลงเกษตรกรต้นแบบพันธุ์แฮปปี้แฟมิลี่ (ไร้เมล็ด) พบว่า น้ำหนักผลเฉลี่ยที่ 2 กิโลกรัม ความกว้างผล 15.2 เซนติเมตร ความยาวผล 17.4 เซนติเมตร น้ำหนักเนื้อ 0.7 กิโลกรัม น้ำหนักเปลือก 1.3 กิโลกรัม และความหวานเฉลี่ยอยู่ที่ 9.6 Brix° (ตารางที่ 6)

**ตารางที่ 6** The results of the farmer's greenhouse test of the prototype development of seedless watermelon production technology in the greenhouse system in Nakhon Phanom Province in 2021

No.	Details	Results
1	Total weight (kg.)	2.0
2	width (cm.)	15.2
3	long (cm.)	17.4
4	shell thickness (cm.)	1.0
5	weight of fruit (kg.)	0.7
6	shell weight (kg.)	1.3
7	sweetness (%Brix)	9.6

แปลงเกษตรกรผลผลิต 450 กิโลกรัม จำนวน 220 ลูก ต้นทุนการผลิตรวม 9,000 บาท ราคาขายผลผลิต 30 บาทต่อกิโลกรัม มีรายได้รวม 13,500 บาท BCR เท่ากับ 1.5 (ตารางที่ 7)

**Table 7** Cost of production testing in the project of developing a prototype of seedless watermelon production technology in a greenhouse system in Nakhon Phanom Province in a farmer's house

Details	Amount (Baht)
seed	1,000
seed material	600
planting material	2,000
pot	1,400
hanging net	600
Fertilizer	3,000
rope	400
<b>Total</b>	<b>9,000</b>

### สรุปผล

ผลดำเนินการทดสอบในโครงการพัฒนาต้นแบบเทคโนโลยีการผลิตแตงโมไร้เมล็ดในระบบโรงเรือนจังหวัดนครพนม พันธุ์แฮปปี้แฟมิลี่ (ไร้เมล็ด) ปลูกแตงโมในถุงพลาสติกสีขาว ขนาด 10 นิ้ว โดยใช้วัสดุปลูก ดิน ขุยมะพร้าว และปุ๋ยหมักเติมอากาศ อัตราส่วน 2 : 1 : 1 ให้ปุ๋ยแบบระบบน้ำ (ปุ๋ย AB) โดยในรอบที่ 1 ย้ายปลูกลงถุง วันที่ 28 กรกฎาคม 2563 ในรอบที่ 2 ย้ายลงถุงปลูก วันที่ 18 มกราคม 2564 และในรอบที่ 3 ย้ายลงถุงปลูก วันที่ 8 กรกฎาคม 2564 พบว่า น้ำหนักผลเฉลี่ยที่ 2.1 กิโลกรัม ความกว้างผล 16 เซนติเมตร ความยาวผล 17.3 เซนติเมตร น้ำหนักเนื้อ

1.3 กิโลกรัม น้ำหนักเปลือก 0.9 กิโลกรัม และความหวานเฉลี่ยอยู่ที่ 12.6 Brix° แต่งโมไร้เมล็ดในโรงเรือนให้ผลผลิตเฉลี่ย 550 กิโลกรัม จำนวน 220 ลูก ต้นทุนการผลิตรวม 7,683 บาท ราคาขายผลผลิต 35 บาทต่อกิโลกรัม มีรายได้รวม 19,250 บาท มีค่า BCR เท่ากับ 2.5 (ไม่รวมค่าโครงสร้าง ระบบน้ำ และค้ำแขวนแต่งโม)

ผลผลิตแปลงเกษตรกรต้นแบบน้ำหนักผลเฉลี่ยที่ 2 กิโลกรัม ความกว้างผล 15.2 เซนติเมตร ความยาวผล 17.4 เซนติเมตร น้ำหนักเนื้อ 0.7 กิโลกรัม น้ำหนักเปลือก 1.3 กิโลกรัม และความหวานเฉลี่ยอยู่ที่ 9.6 Brix° ผลผลิต 450 กิโลกรัม จำนวน 220 ลูก ต้นทุนการผลิตรวม 9,000 บาท ราคาขายผลผลิต 30 บาทต่อกิโลกรัม มีรายได้รวม 13,500 บาท BCR เท่ากับ 1.5 (ไม่รวมค่าโครงสร้าง ระบบน้ำ และค้ำแขวนแต่งโม)

เทคโนโลยีการจัดการผลิตแต่งโมไร้เมล็ดในโรงเรือน ประกอบด้วย เทคโนโลยีการเพิ่มเปอร์เซ็นต์ในการติดผลของแต่งโมไร้เมล็ด โดยการช่วยผสมเกสร เทคโนโลยีการควบคุมป้องกันกำจัดศัตรูแต่งโม เทคโนโลยีการปลูกและการดูแลรักษาแต่งโมไร้เมล็ด

ถ่ายทอดเทคโนโลยี โครงการทดสอบและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตพืชในระบบโรงเรือนพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน หลักสูตร การถ่ายทอดเทคโนโลยีโครงการทดสอบและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตพืชในระบบโรงเรือนพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน จำนวน 50 ราย ในวันที่ 16 กันยายน 2564

### การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

1. ใช้เป็นทางเลือกในการลดหรือไม่ใช้สารเคมีในการปลูกแต่งโมไร้เมล็ดสำหรับเกษตรกร
2. สามารถเพิ่มฤดูกาลผลิตแต่งโมให้เกษตรกรสามารถปลูกตลอดทั้งปี
3. ได้คำแนะนำการปลูก และการดูแลรักษา การจัดการโรคและแมลงศัตรูที่สำคัญของแต่งโมไร้เมล็ดในโรงเรือน
4. ช่วยลดต้นทุนค่าปัจจัยการผลิตในการผลิตแต่งโมไร้เมล็ดได้

### เอกสารอ้างอิง

- กรมวิชาการเกษตร. (2553). คำแนะนำการใช้ปุ๋ยกับพืชเศรษฐกิจ. กรมวิชาการเกษตร, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. ไกรเลิศ ทวีกุล, ศักดิ์ จงแก้ววัฒนา และ ธรรมศักดิ์ ทองเกต. (2548). รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ โครงการศึกษาสถานภาพของการใช้โรงเรือนสำหรับผลิตพืชสวนในสภาพควบคุมเพื่อการค้าในประเทศไทย. สำนักงานกองทุนสนับสนุนงานวิจัย (สกว.).
- จรรยา วิสิทธิ์พานิช และ อัญชัญ ชมภูพวง. (2560). คู่มือการผลิตผักคุณภาพและปลอดภัยในโรงเรือน. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.).
- ชูชาติ สันธทรัพย์. (2551). เทคโนโลยีการผลิตพืชในโรงเรือน. คณะเกษตรศาสตร์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. [http://e-service.agri.cmu.ac.th/download/publication/3057\\_file.pdf](http://e-service.agri.cmu.ac.th/download/publication/3057_file.pdf)
- สำนักงานเกษตรจังหวัดนครพนม. (2555). พื้นที่การปลูกพืชเศรษฐกิจจังหวัดนครพนม ปี 2555. <http://www.nakhonphanom.doae.go.th/>.

## ผลของ IBA และ NAA ต่อการเจริญเติบโตของกิ่งปักชำผักชាយา (*Cnidoscolus chayamansa* McVaugh)

Effect of IBA and NAA on Growth of *Cnidoscolus chayamansa* Stem Cutting

สุทธิรักษ์ จันทรพันธุ์, กษิดิ์เดช อ่อนศรี\*, กัญตนา หลอดทองกลาง, เกศินี ศรีปฐมกุล,  
ธนัชชา เกณฑ์ขุนทด<sup>1</sup> และอภิเดช เอ็มเอี่ยม<sup>1</sup>

Sutthirak chantharuphan, Kasideth Onsrī\*, Kantana Lodthonglang, Kesinee Sripathomkul, Tanatya  
Kengkunthod and Aphidet Emeam

คณะนวัตกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยรังสิต

Faculty of Agricultural Innovation, Rangsit University

\*Corresponding author. Email: kasideth.o@rsu.ac.th

### บทคัดย่อ

การศึกษาผลของการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตพืชในกลุ่มออกซิน 2 ชนิด ได้แก่ IBA และ NAA ในการขยายพันธุ์ผักชายาด้วยวิธีการปักชำกิ่ง ณ โรงเรือนคณะนวัตกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยรังสิต โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ ประกอบด้วย 9 ทรีตเมนต์ ได้แก่ การแช่กิ่งด้วยน้ำกลั่น การแช่กิ่งด้วยสารละลาย IBA ความเข้มข้น 500 1000 2000 3000 ppm การแช่กิ่งด้วยสารละลาย NAA ความเข้มข้น 500 1000 2000 3000 ppm ปักชำในวัสดุปลูกเป็นเวลา 35 วัน พบว่ากิ่งผักชายาที่แช่สารละลาย IBA ความเข้มข้น 1000 2000 3000 ppm NAA ความเข้มข้น 1000 และ 2000 ppm มีอัตราการเกิดรากมากที่สุด (90 เปอร์เซ็นต์) มีจำนวนราก (6.94 ราก) และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางรากกว้างที่สุด (0.87 มิลลิเมตร) ในการแช่ NAA ความเข้มข้น 1000 ppm ส่วนการเจริญเติบโตของยอดพบว่าที่ IBA ความเข้มข้น 3000 ppm และ NAA เข้มข้น 2000 ppm มีอัตราการเกิดยอดสูงที่สุด (80 เปอร์เซ็นต์) ซึ่งจำนวนยอดเฉลี่ยมากที่สุด (2.15 ยอด) ที่สารละลาย NAA เข้มข้น 2000 ppm รองลงมาคือการแช่ในสารละลาย NAA ความเข้มข้น 1000 ppm ดังนั้นการใช้สารละลาย NAA ที่ความเข้มข้น 1000 ppm เหมาะสมกับการขยายพันธุ์ด้วยวิธีปักชำกิ่งผักชายามากที่สุด

คำสำคัญ: ผักชายา, สารควบคุมการเจริญเติบโตพืช, ออกซิน, ปักชำ

### Abstract

The study on the effect of auxins such as IBA and NAA on *Cnidoscolus chayamansa* stem cutting at the Department of Agricultural Innovation, Faculty of Agricultural Innovation and Food Technology, Rangsit University The experiment was carried out using a completely randomized design (CRD), soaking explants with 9 treatments include water, 500 1000 2000 3000 ppm IBA solution, 500 1000 2000 3000 ppm NAA solution. The explants were cutting on material for 35 days. The result showed that NAA at concentrations of 1000 and 2000 ppm showed the greatest Percentage of rooting (90 %), number of roots (6.94 roots) and root diameter (0.87 mm) in the 1000 ppm NAA solution. The IBA at a concentration of 3000 ppm and NAA at a concentration of 2000 ppm had the highest percentage of axillary shoot outgrowth (80%) and had the highest number of axillary shoot outgrowth (2.15 shoots), but the second one that 1000 ppm of NAA solution was good to promote the growth of shoots too. Therefore, 1000 ppm of NAA solution was optimum for *Cnidoscolus chayaman* stem cuttings.

**Keywords:** *Cnidoscolus chayaman*, plant growth regulators, auxin, stem cutting

### บทนำ

ผักชಾಯา หรือคะน้าเม็กซิโก มีชื่อสามัญว่า tree spinach อยู่ในวงศ์ Euphorbiaceae สกุล *Cnidoscolus* เป็นพืชเฉพาะถิ่นของประเทศเม็กซิโก พบเจริญเติบโตในบริเวณป่าเต็งรังและป่าเบญจพรรณ กระจายพันธุ์ในเขตร้อนและกึ่งเขตร้อน (Kolterman et al., 1984) มีลักษณะเป็นไม้พุ่มสูงได้ถึง 5 เมตร ลำต้นอวบน้ำ ใบกว้างประกอบด้วย 3 แฉกหรือมากกว่า ดอกแบบช่อกระจุกสีขาว (McVaugh, 1944) พบสารต้านอนุมูลอิสระ ต้านการอักเสบ และเสริมสร้างภูมิคุ้มกัน โดยสารสกัดใบชಾಯาประกอบด้วยสารสำคัญหลายชนิดในกลุ่มฟีนอลิก เช่น คูมาริน ฟลาโวนอยด์ ฟีนอล แทนนิน แอนทราควิโนน และโพลีโบทาเนนิน ซึ่งในเม็กซิโกมีการใช้ผักชಾಯาเป็นอาหารเสริม ใช้เป็นยารักษาโรคเบาหวาน โรคไขข้อ บรรเทาอาการผิดปกติของระบบทางเดินอาหาร ใช้ขับปัสสาวะ และลดความดันโลหิตสูง (Pérez-González et al., 2021) ในปัจจุบันมีการนำเข้ามาปลูกชಾಯา และปลูกกันอย่างแพร่หลายในประเทศไทย เนื่องจากเป็นผักที่มีรสชาติและเนื้อสัมผัสที่ดี มีคุณค่าทางโภชนาการ เป็นแหล่งโปรตีน วิตามินซีและอี โพแทสเซียม แคลเซียม มีสารอาหารสูงกว่าผักใบเขียวทั่วไป 2-3 เท่า แต่ต้องปรุงสุกก่อนนำมารับประทานเพื่อลดฤทธิ์ของสารพิษจำพวกไซยาไนด์ในชಾಯาสด (Kuti & Kuti, 1999; สุบรรณ ฝอยกลาง และคณะ, 2562; ณพัฐอร บัวฉุน, 2563) ด้วยสรรพคุณและคุณค่าทางโภชนาการที่หลากหลายจึงมีการศึกษาวิจัยถึงสารสำคัญ ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา รวมทั้งการใช้ประโยชน์จากผักชಾಯา Iswari et al. (2020) ศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของสารสกัดจากใบผักชಾಯาในการรักษาโรคหลอดเลือดหัวใจที่เกิดจากภาวะไขมันในเลือดสูงในหนูขาว ผลการทดลองพบว่าสารสกัดจากใบผักชಾಯาสามารถลดระดับไขมันได้ โดยการให้ปริมาณ 400 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักตัวต่อวันมีประสิทธิภาพสูงที่สุด ณพัฐอร บัวฉุน (2563) ศึกษาฤทธิ์ของสารสกัดผักชಾಯาทั้งแบบสดและแบบแห้ง พบสารพฤษเคมีหลายชนิด ได้แก่ ฟลาโวนอยด์ คูมาริน แทนนิน โพลีโบทาเนนิน เทอร์ปีนอยด์ สเตียรอยด์ และ คาร์ดิแอกไกลโคไซด์ ซึ่งสารสกัดแบบแห้งมีฤทธิ์ในการยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์แอลฟา-กลูโคซิเดส และเอนไซม์แอลฟา-อะไมเลสที่มีผลต่อการรักษาโรคเบาหวาน ในส่วนของ

การใช้ประโยชน์ Linchanporn et al., 2021 ได้ทดลองใช้น้ำผักชงชาในความเข้มข้นที่แตกต่างกันนำมาผสมกับแยมกระเจียบแดงเพื่อลดสัดส่วนปริมาณน้ำตาลซูโครส พบว่า การผสมน้ำผักชงชาที่ความเข้มข้น 15 และ 20 กรัม มีคะแนนการทดสอบด้านสี กลิ่น รสชาติ และความคงตัวมากที่สุด สังวาลย์ ชมภูงา (2563) ศึกษาปริมาณน้ำผักชงชาที่เหมาะสมต่อการทดแทนการใช้น้ำเปล่าในผลิตภัณฑ์หมั่นโถว พบว่า มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และสารประกอบฟีนอลิกเพิ่มขึ้นซึ่งสามารถนำไปต่อยอดในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ทางเลือกสุขภาพได้ในอนาคต สำหรับการขยายพันธุ์ผักชงชาสามารถทำได้โดยการเพาะเมล็ดซึ่งใช้ระยะเวลาในการผลิต และการปักชำ ซึ่งเป็นการขยายพันธุ์พืชแบบไม่อาศัยเพศซึ่งมีข้อดีคือได้พืชต้นใหม่ที่มีลักษณะเหมือนเดิม (พาวิณ มะโนชัย, 2553) แต่การปักชำผักชงชามีปัญหาในเรื่องของการออกรากช้า (Panghal et al., 2021) วีรภัทร บัณฑิต และคณะ (2563) ได้ศึกษาการกระตุ้นรากของมะเดื่อฝรั่งพันธุ์แบล็คเจนัวด้วยการแช่ NAA และ IBA ก่อนการปักชำ เมื่อปักชำครบ 50 วัน พบว่าการแช่กิ่งพันธุ์ด้วยออกซินทำให้จำนวนรากและความยาวรากมากกว่ากิ่งพันธุ์ที่ไม่ได้แช่ ปิยะณัฐ ฝักงามาศ และ อนงศ์ภัทร เหมลา (2558) ทำการจุ่มกิ่งปักชำสับดูดำด้วยออกซิน ได้แก่ NAA และ IBA โดยทำการทดลองเป็นเวลา 30 วัน พบว่าการจุ่มกิ่งสับดูดำด้วยออกซินก่อนปักชำเกิดรากได้ดีกว่า สำหรับการตัดกิ่งแก่กิ่งอ่อนพืชมาปักชำลงในวัสดุปลูกร่วมกับการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตพืชในกลุ่มออกซินเป็นวิธีที่จะช่วยกระตุ้นการเกิดราก ทำให้กิ่งปักชำมีการเจริญเติบโตที่ดี (พีรเดช ทองอำไพ, 2529) ผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาชนิดของสารควบคุมการเจริญเติบโตพืชในกลุ่มออกซิน และอัตราความเข้มข้นที่เหมาะสมสำหรับการขยายพันธุ์ต้นผักชงชาด้วยวิธีการปักชำกิ่ง

### วิธีการดำเนินงานวิจัย

1. การวางแผนการทดลอง ดำเนินงานทดลอง ณ โรงเรียนคณะนวัตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยรังสิต จังหวัดปทุมธานี วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) แบ่งออกเป็น 9 ทรีตเมนต์ ทรีตเมนต์ละ 5 ซ้ำ ซ้ำละ 2 ชั้นพืช ได้แก่ ทรีตเมนต์ที่ 1 น้ำกลั่น (ทรีตเมนต์ควบคุม) ทรีตเมนต์ที่ 2 สารละลาย IBA ความเข้มข้น 500 ppm (IBA 500) ทรีตเมนต์ที่ 3 สารละลาย IBA ความเข้มข้น 1000 ppm (IBA 1000) ทรีตเมนต์ที่ 4 สารละลาย IBA ความเข้มข้น 2000 ppm (IBA 2000) ทรีตเมนต์ที่ 5 สารละลาย IBA ความเข้มข้น 3000 ppm (IBA 3000) ทรีตเมนต์ที่ 6 สารละลาย NAA ความเข้มข้น 500 ppm (NAA 500) ทรีตเมนต์ที่ 7 สารละลาย NAA ความเข้มข้น 1000 ppm (NAA 1000) ทรีตเมนต์ที่ 8 สารละลาย NAA ความเข้มข้น 2000 ppm (NAA 2000) และทรีตเมนต์ที่ 9 สารละลาย NAA ความเข้มข้น 3000 ppm (NAA 3000)

2. การเตรียมพืชทดลอง เตรียมกิ่งสำหรับการปักชำโดยนำต้นชงชาที่มีลักษณะกิ่งแก่กิ่งอ่อนมาตัดใบออกจากนั้นตัดให้เป็นท่อน ๆ แต่ละท่อนมีความยาว 18-20 เซนติเมตร นำกิ่งพันธุ์ต้นชงชาที่ตัดแล้วไปล้างน้ำให้สะอาดผึ่งให้แห้ง คัดเลือกชิ้นที่สมบูรณ์ ไม่คดงอหรือมีร่องรอยของโรคและแมลง ให้แต่ละท่อนมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใกล้เคียงกัน แล้วกรีดโคนกิ่งยาวประมาณ 2 เซนติเมตร จำนวน 4 รอย ตามวิธีของเจนจิรา ชุมภูคำ และคณะ (2557)

3. การปักชำและการดูแล นำกิ่งพันธุ์ต้นชงชาที่เตรียมไว้แบ่งแช่ตามทรีตเมนต์ ได้แก่ แช่ในน้ำกลั่น (ทรีตเมนต์ควบคุม) แช่ในสารละลาย IBA และ NAA ความเข้มข้นต่าง ๆ ที่เตรียมไว้ เป็นเวลา 2 นาที นำกิ่งพันธุ์ขึ้นจากน้ำและสารละลายผึ่งให้แห้ง ปักชำในถุงเพาะที่มีวัสดุปลูกเป็นแกลบผสมทรายในอัตราส่วน 1:1 โดยปริมาตร ให้น้ำสม่ำเสมอทุกวัน เป็นเวลา 35 วัน

4. การบันทึกผล เมื่อปักชำครบ 35 วัน นำกิ่งปักชำขยายออกจากถุงเพาะอย่างระมัดระวัง ล้างวัสดุชำออกให้หมด ทำการบันทึกข้อมูลอัตราการเกิดราก (%) จำนวนราก ความยาวราก (เซนติเมตร) เส้นผ่านศูนย์กลางราก (เซนติเมตร) อัตราการเกิดยอด (%) จำนวนยอด ความยาวยอด (เซนติเมตร) จำนวนใบ ความกว้างใบ (เซนติเมตร) และความยาวใบ (เซนติเมตร) นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test

### ผลการวิจัยและอภิปรายผล

จากการศึกษาผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตพืชในกลุ่มออกซิน ซึ่งได้แก่ IBA และ NAA ในกิ่งปักชำของผักชಾಯพบว่าอัตราการเกิดรากมากที่สุด 90% ในทริตเมนต์ที่มีการแช่กิ่งพันธุ์ในสารละลาย IBA1000, IBA2000, IBA3000, NAA1000 และ NAA2000 รองลงมาคือการแช่กิ่งพันธุ์ในสารละลาย IBA500 กับสารละลาย NAA3000 มีอัตราการเกิดราก 70% ส่วนการแช่ในสารละลาย NAA500 และการแช่น้ำกลั่น มีอัตราการเกิดรากเท่ากับ 50 และ 40% ตามลำดับ สอดคล้องกับเจนนิจรา ชุมภูคำและคณะ (2557) ที่ศึกษาผลของ IBA และ NAA ในกิ่งปักชำหม่อนพันธุ์เชียงใหม่ 60 พบว่า IBA และ NAA มีอัตราการเกิดรากไม่แตกต่างกัน แต่แตกต่างกันชุดควบคุมหรือทริตเมนต์ที่ไม่ได้รับสารละลายกลุ่มออกซิน สำหรับจำนวนรากพบว่ามีอัตราการเกิดรากมากที่สุดที่การแช่กิ่งพันธุ์ในสารละลาย NAA1000 ซึ่งมีจำนวนรากเฉลี่ย 6.94 ราก รองลงมาคือการแช่กิ่งพันธุ์ในสารละลาย IBA3000, IBA1000 และ IBA2000 มีจำนวนรากเฉลี่ย 6.72 6.67 และ 6.56 ราก ตามลำดับ สอดคล้องกับการทดลองของปิยะณัฐ ฝักมาศ และ อนงค์ภัทร เหมลา (2558) ซึ่งทำการศึกษานิตของกิ่งร่วมกับการใช้ IBA และ NAA พบว่าจำนวนรากเฉลี่ยของกิ่งปักชำสูงที่สุดในการแช่ในสารละลาย NAA ความเข้มข้น 1000 มิลลิกรัมต่อลิตร ความยาวรากของกิ่งปักชำผักชಾಯมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด 15.73 เซนติเมตร ในกิ่งผักชಾಯที่แช่สารละลาย IBA3000 รองลงมาคือ การแช่สารละลาย IBA2000 มีความยาวรากเฉลี่ย 15.59 เซนติเมตร NAA 2000 มีความยาวรากเฉลี่ย 15.57 เซนติเมตร IBA1000 มีความยาวรากเฉลี่ย 15.42 เซนติเมตร และ NAA1000 มีความยาวรากเฉลี่ย 15.11 เซนติเมตร แต่ในทริตเมนต์ NAA3000 มีความยาวรากเฉลี่ยน้อยกว่าคือ 11.81 เซนติเมตร แสดงให้เห็นว่าเมื่อแช่ในสารละลาย NAA ที่มีความเข้มข้นสูงขึ้นไป ทำให้ความยาวรากเฉลี่ยน้อยลง อาจมาจากการที่พืชได้รับสารละลายออกซินมากเกินไปจนทำให้รากชะงักการเจริญเติบโต (พีรเดช ทองอำไพ, 2529) ประกอบกับ NAA เป็นสารออกซินที่สลายตัวได้ช้า เกิดความเป็นพิษในพืชได้ง่ายกว่า IBA จึงเกิดผลเสียต่อรากได้มากกว่า แต่จะช่วยกระตุ้นการเจริญเติบโตได้ดีหากใช้ในปริมาณที่เหมาะสม (ภูวนาถ นนทรีย์, 2532) ในส่วนของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางรากเฉลี่ยมีค่าสูงสุด 0.87 มิลลิเมตร อยู่ในการแช่ในทริตเมนต์ IBA2000 และ NAA1000 รองลงมาคือ IBA3000, NAA2000 IBA1000 มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 0.86 0.85 และ 0.81 มิลลิเมตร ตามลำดับ โดยมีน้ำหนักสดรากเฉลี่ยมากที่สุด 53.57 มิลลิกรัมในกิ่งพันธุ์ที่แช่ NAA2000 รองลงมาได้แก่ IBA3000 IBA2000 และ NAA1000 มีน้ำหนักสดเฉลี่ย 53.13 51.32 และ 49.84 มิลลิกรัม สำหรับน้ำหนักแห้งรากเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 38.55 มิลลิกรัม ในทริตเมนต์ NAA2000 รองลงมาคือทริตเมนต์ IBA3000 NAA1000 และ IBA2000 มีน้ำหนักแห้งรากเฉลี่ย 38.30 37.92 และ 37.00 มิลลิกรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ผลของ IBA และ NAA ต่อการเกิดรากและการเจริญเติบโตรากของกิ่งปักชำผักชงายา เป็นเวลา 35 วัน

Treatments	Percentage of rooting (%)	Number of roots	Root length (mm)	Root diameter (mm)	Root fresh weights (mg)	Root dry weights (mg)
0 ppm (Control)	40.00 c <sup>1/</sup>	3.13 e	6.56 c	0.45 d	33.96 c	24.22 c
IBA 500 ppm	70.00 b	4.79 cd	11.71 b	0.80 ab	44.38 bc	31.63 bc
IBA 1000 ppm	90.00 a	6.67 a	15.42 a	0.81 a	49.79 ab	35.89 ab
IBA 2000 ppm	90.00 a	6.56 a	15.59 a	0.87 a	51.32 a	37.00 a
IBA 3000 ppm	90.00 a	6.72 a	15.73 a	0.86 a	53.13 a	38.30 a
NAA 500 ppm	50.00 c	3.40 de	7.85 c	0.58 cd	44.58 bc	36.56 bc
NAA 1000 ppm	90.00 a	6.94 a	15.11 a	0.87 a	49.84 ab	37.92 a
NAA 2000 ppm	90.00 a	6.22 ab	15.57 a	0.85 a	53.57 a	38.55 a
NAA 3000 ppm	70.00 b	5.50 bc	11.81 b	0.59 bc	49.54 ab	36.13 ab
F-test	**	**	**	**	**	**
C.V. (%)	17.49	46.81	31.08	42.24	33.79	35.87

หมายเหตุ <sup>1/</sup>ค่าเฉลี่ยตามแนวตั้งที่ตามด้วยตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากการเปรียบเทียบโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test

\*\* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

สำหรับการเจริญเติบโตของยอดในทรีตเมนต์ต่าง ๆ พบว่า อัตราการเกิดยอด จำนวนยอดเฉลี่ย ความยาวยอดเฉลี่ย จำนวนใบ ความกว้าง และความยาวใบเฉลี่ย แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับอัตราการเกิดยอดสูงสุด 80.00% ที่ทรีตเมนต์ IBA3000 และ NAA2000 รองลงมาคือ IBA2000 มีอัตราการเกิดยอดเฉลี่ย 75.00% NAA1000 เกิดยอดเฉลี่ย 75.00% และ IBA1000 เกิดยอดเฉลี่ย 70.00% ซึ่งจำนวนยอดเฉลี่ยมากที่สุดที่ทรีตเมนต์ NAA2000 มีจำนวนยอดเฉลี่ย 2.15 ยอด รองลงมาคือ IBA3000 และ NAA1000 มีจำนวนยอดเฉลี่ย 1.20 และ 1.05 ยอด ตามลำดับ ส่วนความยาวยอดเฉลี่ยมากที่สุด 9.26 เซนติเมตร รองลงมาคือ NAA2000 IBA2000 และ IBA1000 มีความยาวยอดเฉลี่ย 9.01, 8.16 และ 7.82 เซนติเมตร ตามลำดับ ในส่วนของจำนวนใบเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 7.38 ใบ ที่ทรีตเมนต์ IBA3000 รองลงมาได้แก่ NAA2000, IBA2000 และ NAA500 มีจำนวนใบเฉลี่ย 7.31, 6.87 และ 6.63 ใบ ตามลำดับ ความกว้างใบเฉลี่ยมากที่สุดที่ทรีตเมนต์ NAA200 มีค่าเท่ากับ 6.03 เซนติเมตร รองลงมาคือ IBA3000 มีค่าเฉลี่ย 6.01 เซนติเมตร และ NAA1000 เท่ากับ 5.96 เซนติเมตร ตามลำดับ ในส่วนของความยาวใบเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 6.04 เซนติเมตร ที่ทรีตเมนต์ IBA3000 รองลงมาคือ NAA3000, NAA2000 และ NAA1000 มีค่าความยาวใบเฉลี่ย 5.65, 5.61 และ 5.57 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งการเจริญเติบโตของกิ่งปักชำผักชงายาที่มีการแพร่กระจายออกซินมีอัตราการเกิดราก จำนวนราก ความยาวราก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางราก น้ำหนักรากอัตราการเกิดยอด และการเจริญเติบโตของยอดมากกว่าทรีตเมนต์ควบคุมที่แช่น้ำกลั่น เมื่อพิจารณาแล้วพบว่าอัตราการเกิดและการเจริญเติบโตในส่วนของรากและยอดจากกิ่งปักชำพบว่าการแช่กิ่งพันธุ์ผักชงายาด้วยสารละลาย NAA ความเข้มข้น 2000 ppm ส่งผลให้อัตราการเกิดและการเจริญเติบโตของรากและยอดดีที่สุด รองลงมาคือ NAA 1000 ppm และ

IBA 3000 ppm แสดงให้เห็นว่าการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตพืชในกลุ่มออกซินช่วยในกระตุ้นการเกิดราก ทำให้กิ่งปักชำมีการเจริญเติบโตที่ดี (พีรเดช ทองอำไพ, 2529) (ตารางที่ 2)

**ตารางที่ 2** ผลของ IBA และ NAA ต่อการเกิดยอดและการเจริญเติบโตของกิ่งปักชำผักชงา เป็นเวลา 35 วัน

Treatments	Percentage of axillary shoot outgrowth (%)	Number of axillary shoot outgrowth	Axillary shoot outgrowth length (cm)	Number of leaves	Width leaf (cm)	Length leaf (cm)
0 ppm (Control)	30.00 c <sup>1/</sup>	0.40 c	3.85 c	4.17 b	3.45 b	3.05 b
IBA 500 ppm	60.00 bc	0.75 ab	7.07 b	5.27 ab	4.91 a	5.05 a
IBA 1000 ppm	70.00 b	0.90 a	7.82 ab	6.38 a	4.98 a	5.55 a
IBA 2000 ppm	75.00 ab	0.95 a	8.16 a	6.87 a	5.43 a	5.47 a
IBA 3000 ppm	80.00 a	1.20 a	9.26 a	7.38 a	6.01 a	6.04 a
NAA 500 ppm	40.00 c	0.50 bc	5.51 bc	6.63 a	4.88 a	4.24 a
NAA 1000 ppm	75.00 ab	1.05 a	6.72 b	6.07 ab	5.96 a	5.57 a
NAA 2000 ppm	80.00 a	2.15 a	9.01 a	7.31 a	6.03 a	5.61 a
NAA 3000 ppm	70.00 b	0.80 b	7.80 ab	6.14 a	5.09 a	5.65 a
F-test	**	**	**	**	**	**
C.V. (%)	16.87	60.89	47.13	52.37	54.76	52.73

**หมายเหตุ** <sup>1/</sup>ค่าเฉลี่ยตามแนวตั้งที่ตามด้วยตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จาก การเปรียบเทียบโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

\*\* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

### สรุปผล

การขยายพันธุ์ผักชงาโดยแช่สารละลายออกซินชนิด NAA ที่ความเข้มข้น 1000 ppm เหมาะสมที่สุดในการกระตุ้นการเจริญเติบโตของกิ่งปักชำ เนื่องจากผลการเจริญเติบโตของรากและยอดไม่ต่างจากการใช้ NAA 2000 ppm เป็นการลดปริมาณการใช้สารละลาย นอกจากนี้สารละลาย NAA ยังสามารถหาซื้อได้ง่ายกว่า IBA

### เอกสารอ้างอิง

เจนจิรา ชุมภูคำ, พรรณนวิภา อรุณจิตต์ และ อารยา อาจเจริญ เทียนหอม. (2557). ผลของ IBA และ NAA ต่อการเกิดรากและการแตกยอดในกิ่งปักชำหม่อนพันธุ์เชียงใหม่ 60. *แก่นเกษตร*, 42(3), 162-167.

ณพัชร บัวจูน. (2563). พฤกษทางเคมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระฤทธิ์ในการ ยับยั้งแอลฟา-อะไมเลส และแอลฟา-กลูโคซิเดสของสารสกัดคະນ້າเม็กซีโก. *วารสารวิจัยราชภัฏพระนคร สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, (15)1, 118-132.

ปิยะณัฐ ผกามาศ และ อนงค์ภัทร เหมลา. (2558). ผลของ NAA IBA และชนิดของกิ่งต่อการออกรากของกิ่งปักชำสนุ่นดำ. *วารสารเกษตร*, 31(3), 251-258.

พาวิน มะโนชัย. (2553). *เทคโนโลยีการขยายพันธุ์ไม้ผล*. วนิดาการพิมพ์.



- พีรเดช ทองอำไพ. (2529). ฮอริโมนพืชและสารสังเคราะห์แนวทางการใช้ประโยชน์ในประเทศไทย. ไดนามิกส์พิมพ์, ภูวนาถ นนทรีย์. (2532). การใช้ฮอริโมนกับไม้ผลบางชนิด. โครงการหนังสือเกษตรชุมชน.
- วีรภัทร ปั่นฉาย, ดร.ณิ นภาพร และ นพพร บุญปลอด. (2563). ผลของออกซินต่อการเกิดรากและอัตราการรอดของกิ่งชำมะเดื่อฝรั่งพันธุ์แบล็คเจนัว. วารสารผลิตภัณฑ์การเกษตร, 2(3), 15-23.
- สังวาลย์ ชมภูงา. (2563). การพัฒนาผลิตภัณฑ์หมักโถงเชิงสุขภาพด้วยการเสริมน้ำผักชงายา. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ, 6(2), 21-31.
- สุบรรณ ฝอยกลาง, ศรัญญา ม่วงทิพย์มาลัย, ตะวัน คัมภีร์, จุฑารักษ์ กิตติยานุภาพ, ชูติกาญจน์ ศรทองแดง, เมธา วรณพัฒน์, อานนท์ ปะเสระกั้ง และ อนุสรณ์ เชิดทอง. (2562). ผลของการทดแทนกากถั่วเหลืองด้วยใบชาชงายาต่อจุลินทรีย์การผลิตแก๊สความสามารถในการย่อยได้และกระบวนการหมักโดยใช้เทคนิคการผลิตแก๊สในหลอดทดลอง. เกษตร, 47(ฉบับพิเศษ 2), 257-262.
- Iswari, R. S., Mubarak, I., & Sasi, F. A. (2020). The Potential of *Cnidoscopus chayamansa* Alcoholic Leaves Extract as Hypolipidemia Agent. *Biosaintifika: Journal of Biology & Biology Education*, 12(1), 83-89.
- Kolterman, D.A., Breckon, G.J. & Kowal, R.R. (1984). Chemotaxonomic Studies in *Cnidoscopus* (Euphorbiaceae). II. Flavonoids of *C. aconitifolius*, *C. souzae*, and *C. spinosus*. *Syst. Bot.*, 9(1), 22-32.
- Kuti, J. O. & Kuti. H. O., 1999, Proximate composition and mineral content of two edible species of *Cnidoscopus* (tree spinach). *Plant food human nutr*, 54, 275-283.
- Linchanporn, I., Nanthachai, N., Tanganurat, P., & Akkarakultron, P. (2021). Effect of Concentrated Chaya (*Cnidoscopus chayamansa*) Vegetable Juice on Quality of Reduced Sugar Roselle Jam. *Journal of Applied Research on Science and Technology (JARST)*, 20(2), 1-11.
- Panghal, A., Shaji, A. O., Nain, K., Garg, M. K., & Chhikara, N. (2021). *Cnidoscopus aconitifolius*: Nutritional, phytochemical composition and health benefits—A review. *Bioactive Compounds in Health and Disease*, 4(11), 260-286.

## การสร้างแบบทดสอบความสัมพันธ์ทางห่วงโซ่อาหารของพืชและสัตว์ (ภาษาอังกฤษ) ด้วย Google App Script

Creating a Test Food Chain of Plants and Animals (English) with Google App Script

มงคล แสงสุข\* และ พงษ์เทพ รักภักวงศ์  
Mongkon Sangsook\* and Phongthep Ruxpakawong

สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม  
Computer Science, Faculty of Science and Technology, Pibulsongkram Rajabhat University

\*Corresponding author. E-mail: [mongkon.s@psru.ac.th](mailto:mongkon.s@psru.ac.th)

### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาแบบทดสอบความสัมพันธ์ทางห่วงโซ่อาหารของพืชและสัตว์ในรูปแบบภาษาอังกฤษ 2) ศึกษาผลการใช้งานแบบทดสอบและโปรแกรมสร้างแบบทดสอบ ซึ่งการสร้างแบบทดสอบและการตรวจหาคำตอบอัตโนมัติโดยใช้คำสั่งจากกูเกิ้ลแอปสคริปต์ มีการเขียนชุดคำสั่งและกำหนดตัวแปรในโจทย์รูปภาพและโจทย์คำถาม การสร้างแบบทดสอบที่ไม่ซ้ำกันมีวิธีสร้างดังนี้ มีโจทย์รูปภาพต้นแบบ 5 รูป คำถามต้นแบบ 6 แบบ โดยระบบจะสุ่มโจทย์รูปภาพต้นแบบ คำถามต้นแบบ และสร้างคำถามที่ไม่ซ้ำกันมา 1 ชุด แบบทดสอบ 1 ชุด จะมี 2 โจทย์ใหญ่ แต่ละโจทย์ใหญ่จะมีโจทย์รูปภาพ 1 รูปและคำถามจำนวน 10 ข้อย่อย การทดลองแบบทดสอบครั้งนี้มีกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทำแบบทดสอบทั้งหมด 80 คน ระบบใช้เวลาในการสร้างแบบทดสอบหนึ่งไฟล์เฉลี่ย 19.40 วินาที ระบบตรวจคำตอบและรายงานผลการทดสอบไปยังผู้ทำแบบทดสอบในเวลาเฉลี่ย 25.36 วินาที ผลคะแนนของผู้ทำแบบทดสอบผ่านเกณฑ์เฉลี่ยอยู่ที่ 32.74 คะแนน จากคะแนนเต็ม 40 คะแนน

**คำสำคัญ:** ห่วงโซ่อาหาร แบบทดสอบออนไลน์ กูเกิ้ลแอปสคริปต์

## Abstract

The purposes of the research were: 1) to develop food chain relationship tests of plants and animals in English format, 2) to study the results of quizzes and quiz builders. There were the created quizzes and automated answer detection using commands from Google App Script. The written commands and defined variables in the image and question challenges were used. Creating a unique quiz had the following ways to create: there were 5 master image challenges and 6 master questions, the system randomized the master image, master question and create 1 unique set of questions, 1 set of quizzes had 2 big challenges, and the unique big challenges had 1 image and 10 questions. The trial included a total of 80 samples used in the test. The system takes an average of 19.40 seconds to create a one-file quiz. The system checks the answers and reports the test results to the test taker in an average time of 25.36 seconds. The average test taker score was 32.74 out of 40.

**Keywords:** Food chain, Online test, Google App Script

## บทนำ

ปัจจุบันวิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งในการดำรงชีวิตประจำวัน เนื่องจากการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ทำให้เกิดการพัฒนาความคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์วิจารณ์ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ และช่วยให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม อย่างเช่น การดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ ที่มีความเกี่ยวข้องและสัมพันธ์กันทั้งพืชและสัตว์ หรือที่เราเรียกว่า ห่วงโซ่อาหาร (Food chain) เป็นความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตที่มีการบริโภคต่อกัน จากผู้ผลิตสู่ผู้บริโภค และมีการถ่ายทอดพลังงานต่อเนื่องกันของสิ่งมีชีวิต จากการเรียนในรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน เรื่องความสัมพันธ์ทางห่วงโซ่อาหาร ปัญหาที่พบคือประสิทธิภาพในการเรียนรู้ของผู้เรียนลดลงค่อนข้างมาก และการทดสอบวัดระดับความรู้ไม่สามารถควบคุมการลอกกันได้ เนื่องจากได้โจทย์ที่เหมือนกัน ทำให้ผู้เรียนไม่เกิดกระบวนการคิดใหม่ ๆ เพื่อวัดประสิทธิภาพในการเรียนรู้ของผู้เรียน แบบทดสอบก็เป็นส่วนหนึ่งที่ยอมรับใช้ในการวัดและประเมินผลของผู้เรียน ซึ่งการสร้างแบบทดสอบออนไลน์ผู้สอนจะต้องใช้เวลามากในการสร้างและออกแบบโจทย์เพื่อไม่ให้เกิดการซ้ำกันของแบบทดสอบ

จากปัญหาข้างต้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการพัฒนาแบบทดสอบความสัมพันธ์ทางห่วงโซ่อาหารของพืชและสัตว์ เพื่อให้ง่ายและสะดวกต่อผู้ทำแบบทดสอบ และลดระยะเวลาในการสร้างแบบทดสอบที่ไม่ซ้ำกันและตรวจแบบทดสอบของอาจารย์ผู้สอน และหลังตรวจแบบทดสอบเสร็จผู้ทำแบบทดสอบสามารถทราบคะแนนของการทำแบบทดสอบได้ทันที เพื่อให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพมีความสะดวกและรวดเร็ว มีการจัดเก็บข้อมูลอย่างเป็นระบบ

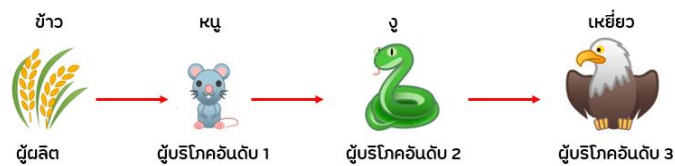
## วัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนาแบบทดสอบความสัมพันธ์ทางห่วงโซ่อาหารของพืชและสัตว์ในรูปแบบภาษาอังกฤษ
2. เพื่อศึกษาผลการใช้งานแบบทดสอบและโปรแกรมสร้างแบบทดสอบ

## เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 1. เอกสารที่เกี่ยวข้อง

ห่วงโซ่อาหาร (Food Chain) การถ่ายทอดพลังงานของสิ่งมีชีวิตเป็นทอด ๆ เป็นความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตที่มีการบริโภคต่อกันจากผู้ผลิตสู่ผู้บริโภค ในห่วงโซ่อาหารประกอบไปด้วย ผู้ผลิต (Producer) คือ สิ่งมีชีวิตที่มีการสังเคราะห์อาหารขึ้นมาเองได้เพราะมีคลอโรฟิลล์ (Green, 2561) ได้แก่ พืชต่าง ๆ เช่น สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน ต้นหญ้า ฯลฯ พืชเหล่านี้สามารถสร้างอาหารได้เองโดยอาศัยแสงอาทิตย์ ผู้บริโภค (Consumer) คือ สิ่งมีชีวิตที่ไม่สามารถสร้างอาหารเองได้ แบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่มดังนี้ 1) สิ่งมีชีวิตที่กินพืชเป็นอาหาร (Herbivore) เรียกสิ่งมีชีวิตนี้ว่า ผู้บริโภคอันดับ 1 และสิ่งมีชีวิตเหล่านี้มักจะเป็นเหยื่อของผู้บริโภคอันดับอื่น ๆ เช่น หนู นก ม้า กวาง ปลา 2) สิ่งมีชีวิตที่กินสัตว์เป็นอาหาร (Carnivore) เรียกสัตว์เหล่านี้ว่า ผู้ล่า เช่น สิงโต เสือ งู เหี้ยว หมาป่า สาก คือ สิ่งมีชีวิตที่กินทั้งพืชและสัตว์เป็นอาหาร (Omnivore) เช่น มนุษย์ หมี สุนัข 3) ผู้ย่อยสลาย (Decomposer) เป็นสิ่งมีชีวิตที่มีหน้าที่ย่อยสลายซากพืชซากสัตว์ต่าง เช่น รา (Fungi) แบคทีเรีย (Bacteria) ผู้ผลิตเป็นจุดแรกของห่วงโซ่อาหาร ต่อมาผู้บริโภคที่กินพืชจะถือได้ว่าเป็นผู้บริโภคอันดับ 1 ส่วนผู้บริโภคที่กินสัตว์ จะถือเป็นผู้บริโภคอันดับ 2 และมีผู้บริโภคอันดับ 3 ต่อไปเรื่อย ๆ ดังภาพที่ 1 ตัวอย่างความสัมพันธ์ในห่วงโซ่อาหาร



ภาพที่ 1 ตัวอย่างความสัมพันธ์ในห่วงโซ่อาหาร

Google App Script คือชุดของคำสั่งที่แสดงขั้นตอนการทำงาน ตามที่ออกแบบและกำหนดไว้การเขียน Google App Script โดยจะเรียก กลุ่มของการทำงานว่า ฟังก์ชัน (function) (แบบเดียวกับ เมธอด (method) ของ ภาษา จาวา (Java)) ซึ่งการทำงานของ Google App Script จะเกิดขึ้นจากการสั่งรันฟังก์ชัน

Regular expressions (RegExp) คือรูปแบบของอักขระ ที่ใช้ค้นหาข้อความในสตริง ในจาวาสคริปต์ object ที่สามารถนำมาใช้กับเมธอด exec() และ test() ของ RegExp และด้วยวิธีการจับคู่ matchAll(), แทนที่ replaceAll(), search(), และ split() ของสตริงได้

### 2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จิตรโสภิน ทศนสุวรรณ และ พงษ์เทพ รักผกาวงศ์ (2563) วิจัยนี้เป็นการพัฒนาโปรแกรมสร้างไฟล์โจทย์ปัญหาหลายขั้นและตรวจคำตอบอัตโนมัติทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้ได้โจทย์ปัญหาที่สามารถฝึกทักษะในการทำแบบทดสอบโดยการอ่านโจทย์แล้วคิดวิเคราะห์จึงจะได้คำตอบที่ถูกต้อง และแม่นยำ เพื่อให้ได้โจทย์ที่ไม่ซ้ำกัน โปรแกรมจะทำการสุ่มเปลี่ยนตัวแปรและสลับเปลี่ยนบรรทัด เพราะถ้าผู้ทดสอบได้โจทย์ที่ซ้ำกันจะเกิดการลอกกันขึ้น จากปัญหาจึงสร้างระบบสร้างไฟล์โจทย์ปัญหาหลายขั้นและตรวจคำตอบอัตโนมัติทางคณิตศาสตร์โดยที่ระบบจะส่งไฟล์โจทย์ปัญหาให้ผู้ทดสอบเข้าไปทดสอบ แก้ไขโจทย์ปัญหาเพื่อหาคำตอบในเวลาที่กำหนด จากนั้นระบบจะตรวจคำตอบและส่งผลคะแนนมายังผู้ทดสอบ ในงานวิจัยนี้ไฟล์โจทย์ปัญหา 1 ต้นแบบ จะได้โจทย์ปัญหา 3 โจทย์ โดยการสลับบรรทัดและสุ่มตัวแปรจากตัวอักษรภาษาอังกฤษ 24 ตัว ทำให้เกิดการสร้างโจทย์ได้ไม่ซ้ำกัน ผู้ทดสอบจะได้รับโจทย์ที่ไม่ซ้ำกันคนละ 1 ไฟล์ให้ผู้ทดสอบทำแบบทดสอบคนละ 3 โจทย์ การสร้างไฟล์โจทย์ปัญหา 1 ไฟล์ ใช้

เวลาเฉลี่ย 22.88 วินาที การตรวจคำตอบ 1 ไฟล์ใช้เวลาเฉลี่ย 65.53 วินาที ซึ่งจะช่วยลดภาระของอาจารย์ผู้สอนได้เป็นอย่างดี ประหยัดเวลาในการสร้างแบบทดสอบ และประหยัดเวลาในการตรวจแบบทดสอบมีการจัดเก็บข้อมูลอย่างเป็นระบบ การทำแบบทดสอบหนึ่งไฟล์ผู้ทำแบบทดสอบผ่านเกณฑ์เฉลี่ย 87.93%

ทิพย์สุตา เพ็ชรไทย และ พงษ์เทพ รักผกาวงศ์ (2560) การสร้างโจทย์คำถามจากโจทย์ต้นแบบ เพื่อให้เป็นแบบทดสอบที่ไม่ซ้ำกัน ปัจจุบันนักศึกษาได้มีการทำโจทย์คณิตศาสตร์ที่เหมือนกัน จึงทำให้นักศึกษาไม่มีแนวคิดใหม่ ๆ ในการทำแบบทดสอบ ในงานวิจัยนี้ใช้เทคนิคการสุ่มเปลี่ยนทำให้มีแบบทดสอบที่มีความแตกต่างกัน แต่ยังมีแนวคิดของคำถามยังคงเดิม โดยในการสุ่มนั้นจะใช้การกำหนดค่าแปรผัน ค่าคงที่ ค่าแปรผันและค่าตัวแปรในโจทย์ที่ทำการสุ่มเปลี่ยนโจทย์ จากโจทย์ 1 โจทย์ จะสร้างโจทย์ที่ซับซ้อนต่างออกไปจากโจทย์เดิม เพื่อเปิดโอกาสให้นักศึกษาช่วยกันทำแบบทดสอบ เป็นการแลกเปลี่ยนแนวความคิดกัน เพื่อสร้างทักษะในการทำแบบทดสอบมากขึ้น และได้เรียนรู้โจทย์ใหม่ ๆ ที่ต่างไปจากเดิม จากการที่ได้ทำการสุ่มตัวอย่างโจทย์ 2 โจทย์ต้นแบบ ทำการสุ่มจะได้โจทย์ที่แตกต่าง 240 และ 317,520 แบบ ตามลำดับ

พงษ์เทพ รักผกาวงศ์ และ อุไรวรรณ รักผกาวงศ์ (2560) การพัฒนาส่วนเสริมในกูเกิลชีท เพื่อการผสมผสาน และส่งเมล การทำจดหมายเวียนสามารถใช้โปรแกรมประมวลผลคำ เช่น โปรแกรมไมโครซอฟท์เวิร์ดในการผสมผสานรายชื่อและจดหมายต้นแบบ เพื่อทำเป็นจดหมายที่มีรายละเอียดเฉพาะบุคคลได้ แต่ถ้าต้องการแนบไฟล์และส่งทางเมลจำเป็นต้องมีความรู้ในการเขียนคำสั่งคอมพิวเตอร์เพื่อจัดส่งเฉพาะบุคคล ในงานวิจัยนี้จึงพัฒนาส่วนเสริมในกูเกิลชีท โดยผู้ใช้เตรียมจดหมายต้นแบบ รายชื่อผู้รับจดหมาย และเพิ่มส่วนเสริมที่ได้พัฒนาขึ้น จะสามารถส่งจดหมายที่มีรายละเอียดเฉพาะบุคคลไปให้แก่แต่ละบุคคลผ่านทางอีเมลได้ จากการทดลองเตรียมรายชื่อ 470 รายชื่อ เอกสารต้นแบบ 5 ฉบับ สามารถผสมผสานรายชื่อกับเอกสารต้นแบบ ส่งเมลที่มีเนื้อความเมลแนบไฟล์ 4 ไฟล์ เป็นประเภทพีดีเอฟ ไมโครซอฟท์เวิร์ด ไมโครซอฟท์เอกเซลและไมโครซอฟท์พาวเวอร์พอยท์ที่มีเนื้อหาเฉพาะบุคคลใช้เวลาส่งโดยเฉลี่ย 28.21 วินาทีต่อ 1 เมล์

ภรภัทร อภิสารบุญมา และ พงษ์เทพ รักผกาวงศ์ (2560) การสร้างโจทย์แบบเติมคำและตรวจคำตอบโดยอัตโนมัติ ปัจจุบันรูปแบบของข้อสอบที่สามารถใช้เป็นแนวทางเลือกในการออกข้อสอบ การสร้างโจทย์แบบเติมคำเป็นข้อสอบที่มีการเว้นช่องว่างให้ใส่คำตอบ งานวิจัยนี้ผู้วิจัยใช้เทคนิคในเรื่องของเซตเพื่อหาผลสมาชิกในกลุ่มตัวเลือกที่มีคุณสมบัติตรงกับช่องว่างโดยการตรวจคำตอบ การเปลี่ยนโจทย์หรือเปลี่ยนตัวเลือก ผู้ออกข้อสอบไม่ต้องสร้างโจทย์ใหม่ทั้งหมด และยังได้โจทย์ใหม่หลายรูปแบบแต่วิธีการคิดคำตอบนั้นยังคงเดิม การทดลองได้นำไปใช้กับผู้ทำแบบทดสอบชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ของโรงเรียนวัดสระประทุม(มิตรภาพที่ 54) จังหวัดพิจิตร จำนวน 20 คน ได้ผลการประเมินความพึงพอใจพบว่าภาพรวมอยู่ในเกณฑ์ดี ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.25

ศุภราช วรรณทิพภากรณ์ และ พงษ์เทพ รักผกาวงศ์ (2562) การเรียนเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุภาษา JavaScript นักศึกษาต้องฝึกเขียนโปรแกรมหลายโจทย์ การวิจัยครั้งนี้มี วัตถุประสงค์เพื่อสร้างชุดข้อสอบให้ได้หลายโจทย์เพื่อใช้ฝึกเขียนโปรแกรมภาษา JavaScript และตรวจคำตอบอัตโนมัติบน อินเทอร์เน็ต มีแนวทางโดยสร้างชุดข้อสอบต้นแบบ และเปลี่ยนค่าโจทย์ต้นแบบเพื่อให้ได้ชุดข้อสอบที่แตกต่างกัน นำไปใช้เป็นโจทย์ในการฝึกเขียนโปรแกรม จากการทดลองนำไปใช้สร้างโจทย์การเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุภาษา JavaScript เรื่อง Class และ Inherit ความเร็วโดยเฉลี่ยของการสร้างชุดข้อสอบต่อ 1 ชุด คิดเป็น 25.90 วินาที และความเร็วโดยเฉลี่ยของการตรวจชุดข้อสอบต่อ 1 ชุด คิดเป็น 57.84 วินาที นำไปทดสอบกับนักศึกษาจำนวน 50 คน คนละ 2 ชุด รวมโจทย์ทั้งหมด 100

ชุด ผลการตรวจของโปรแกรม สามารถตรวจได้อย่างถูกต้อง 100% โดยผลคะแนนเฉลี่ยคิดเป็น 86.34% ของการทำ  
ถูกต้องของนักศึกษา

อรยา นวลนิล และ พงษ์เทพ รักผกาวงศ์ (2562) การออกแบบคำถามจากโจทย์รูปภาพ ปัจจุบันรูปแบบ  
ของโจทย์คำถามภาษาอังกฤษมีหลากหลายที่สามารถใช้เป็นโจทย์คำถามเพื่อทบทวนคำศัพท์ภาษาอังกฤษในหมวด  
คำบุพบทบอกตำแหน่งวัตถุ อาคาร สถานที่ต่าง ๆ และกระตุ้นการเรียนรู้อย่างสม่ำเสมอ งานวิจัยนี้ได้มีการออกแบบ  
รูปภาพเพื่อเป็นโจทย์และประโยคคำถามตามหลักไวยากรณ์พื้นฐานภาษาอังกฤษ ผู้ทำโจทย์คำถามจะได้ภาพที่ไม่  
เหมือนกันและประโยคคำถามต่างกัน การทดลองครั้งนี้นำมาทดลองกับนักศึกษาจำนวน 50 ท่าน ผู้ทำแบบทดสอบ  
จะได้ไฟล์โจทย์คำถามท่านละ 2 ไฟล์ ใน 1 ไฟล์จะมี 2 ภาพ ภาพละ 10 ข้อ รวมใน 1 ไฟล์มีโจทย์คำถามจำนวน 20  
ข้อ ซึ่งโปรแกรมจึงต้องสร้างไฟล์โจทย์คำถามเป็นจำนวน 100 ไฟล์ที่ไม่ซ้ำกันเพื่อให้เพียงพอต่อจำนวนนักศึกษา  
ดังนั้นการใช้เวลาในการสร้างไฟล์โจทย์ 1 ไฟล์เฉลี่ย 27.26 วินาที โปรแกรมใช้เวลาในการตรวจคำตอบ 1 ไฟล์เฉลี่ย  
29.55 วินาที ผลคะแนนของผู้ทำโจทย์คำถามเฉลี่ย 83.16%

### วิธีการดำเนินการวิจัย


#### 1. ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

1.1 ขั้นการวิเคราะห์ (Analysis) ศึกษาเนื้อหาสาระการเรียนรู้เกี่ยวกับความสัมพันธ์ทางห่วงโซ่อาหารของ  
พืชและสัตว์ เพื่อนำข้อมูลไปใช้ในการออกแบบโจทย์และคำถาม แบบทดสอบอัตรา 2 ข้อใหญ่ ใน 1 ข้อ จะมีโจทย์  
คำถามย่อยจำนวน 10 ข้อ ศึกษาคำศัพท์ภาษาอังกฤษเกี่ยวกับอันดับผู้บริโภคและคำศัพท์ภาษาอังกฤษเกี่ยวกับ  
พืชและสัตว์ ศึกษาเทคโนโลยีที่ใช้ในการพัฒนาแบบทดสอบให้ไม่ซ้ำกัน จากนั้นนำไปหาคุณภาพของแบบทดสอบ  
จากผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา โดยได้แบบทดสอบต้นแบบที่มีคุณภาพเหมาะสมจำนวน 5 ข้อใหญ่

1.2 ขั้นการออกแบบ (Design) ออกแบบโครงสร้างแบบทดสอบ, รูปภาพพืชและสัตว์สำหรับใช้เป็นโจทย์,  
คำถามที่ใช้กับรูปภาพ, ตัวแปรผกผัน โดยออกแบบโครงสร้างแบบทดสอบออนไลน์ให้สามารถเข้าทำแบบทดสอบและ  
สามารถรู้ผลคะแนนแบบทดสอบได้ทุกที่ผ่านสัญญาณอินเทอร์เน็ต และกำหนดคำอธิบายวิธีการทำแบบทดสอบ  
พร้อมรูปภาพอธิบาย

1.3 ขั้นการพัฒนา (Development) การพัฒนาแบบทดสอบแบ่งเป็น 3 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การสร้างโจทย์  
รูปภาพและการสร้างประโยคคำถาม เป็นการเตรียมส่วนต่าง ๆ ที่จะใช้เป็นแบบทดสอบต้นแบบ และสร้างเป็น  
แบบทดสอบที่ไม่ซ้ำกัน เช่น รูปภาพ โจทย์คำถาม รายชื่อพืชและสัตว์ ตัวแปรผกผัน regular expression คำอธิบาย  
การทำแบบทดสอบ และวิดีโอสาริต 2) การทำแบบทดสอบ ระบบจะส่งลิงค์แบบทดสอบผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไป  
ยังอีเมลของผู้ทดสอบ ในไฟล์แบบทดสอบ 1 ชุด จะมี 2 โจทย์รูปภาพ หรือมีโจทย์ใหญ่ 2 ข้อ แต่ละข้อจะมีโจทย์  
คำถาม 10 ข้อย่อย ผู้ทำแบบทดสอบจะต้องอ่านโจทย์คำถาม แล้วดูภาพที่โจทย์ให้มาเพื่อดูความสัมพันธ์ทางห่วงโซ่  
อาหารของพืชและสัตว์ รายชื่อพืชและสัตว์ ตารางเปรียบเทียบอันดับผู้บริโภคมาตอบคำถาม 3) การตรวจคำตอบและ  
ให้คะแนน เมื่อหมดเวลาในการทำแบบทดสอบ ระบบจะเริ่มตรวจคำตอบโดยการนำคำตอบของผู้ทดสอบมาเก็บค่า  
ไว้ในตัวแปรและนำมาเปรียบเทียบตัวแปรคำตอบที่ถูกต้อง ถ้าคำตอบที่นำมาเปรียบเทียบมีความถูกต้องก็จะมี  
เครื่องหมายถูก และคะแนนในช่องคำตอบ แต่ถ้าคำตอบที่นำมาเปรียบเทียบไม่ถูกต้องก็จะขึ้นเครื่องหมายกากบาท

และมีเฉลยที่ถูกต้องแสดงในช่องคำตอบ เมื่อตรวจคำตอบเสร็จครบทุกข้อระบบจะรวมคะแนนทั้งหมดและรายงานผลคะแนนพร้อมเฉลยไปยังอีเมลของผู้ทดสอบ


{subject}

{qtype}

วัน (at\_date)  
 เริ่มเวลา (begin\_time)  
 ถึง (end\_time)

{student\_picture}

คะแนน
 

ข้อ 1.	
ข้อ 2.	
<รวม>	

ผู้ทำแบบทดสอบ (id) (name) (lastname) (email) (major) กลุ่ม (group)

ชื่องาน: (id) .food chain.1

**จุดประสงค์:**

1. เพื่อให้นักศึกษาทราบคำศัพท์เกี่ยวกับสัตว์และพืช (ภาษาอังกฤษ)
2. เพื่อให้นักศึกษาทราบเกี่ยวกับความสัมพันธ์ในห่วงโซ่อาหารของพืชและสัตว์

**คำสั่ง**


1. จากรูปภาพที่ให้ จงตอบคำถามให้ถูกต้อง


**แนะนำเบื้องต้น**


- ถ้าตอบคำถามเป็นแบบคำตอบเดียว จะตอบได้หนึ่งคำตอบ เช่น Rat (ไม่ต้องมี . ด้านหลังคำตอบ)
- ถ้าตอบคำถามเป็นแบบหลายคำตอบ จะตอบได้มากกว่าหนึ่งคำตอบขึ้นไป เช่น Rat,Snake,Hawk (ในกรณีตอบคำถามต้องมี , ขึ้นแต่ละชื่อเสมอ)
- ตารางคำศัพท์อันที่ผู้บริโภคนั้น


ผู้บริโภคนั้นที่	คำศัพท์
1	Primary
2	Secondary
3	Tertiary
4	Quaternary
5	Quinary
6	Senary
7	Septenary
8	Octonary

- จากรูปภาพ จะสังเกตเห็นได้ว่า มีผู้ผลิตและตามด้วยผู้บริโภคนั้นลำดับถัดไป และมีลูกศรถ่ายทอดพลังงานจากสิ่งมีชีวิตหนึ่งไปยังสิ่งมีชีวิตหนึ่ง เช่น พืชเป็นผู้ผลิต ต่อมาหนูกินพืช หนูจึงเป็นผู้บริโภคนั้นระดับ 1 และกินหนู จึงเป็นผู้บริโภคนั้นระดับ 2 และเหยี่ยวกินงู เหยี่ยวจึงเป็นผู้บริโภคนั้นระดับ 3 และมีอันดับถัดไป

  
 ผู้ผลิต

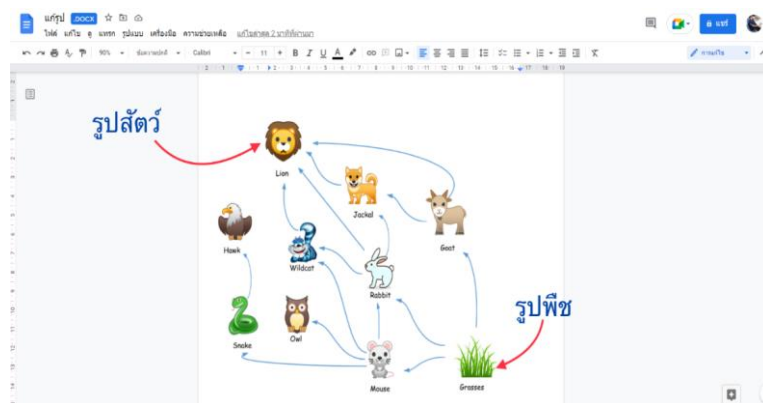
  
 ผู้บริโภคนั้นระดับ 1

  
 ผู้บริโภคนั้นระดับ 2

  
 ผู้บริโภคนั้นระดับ 3

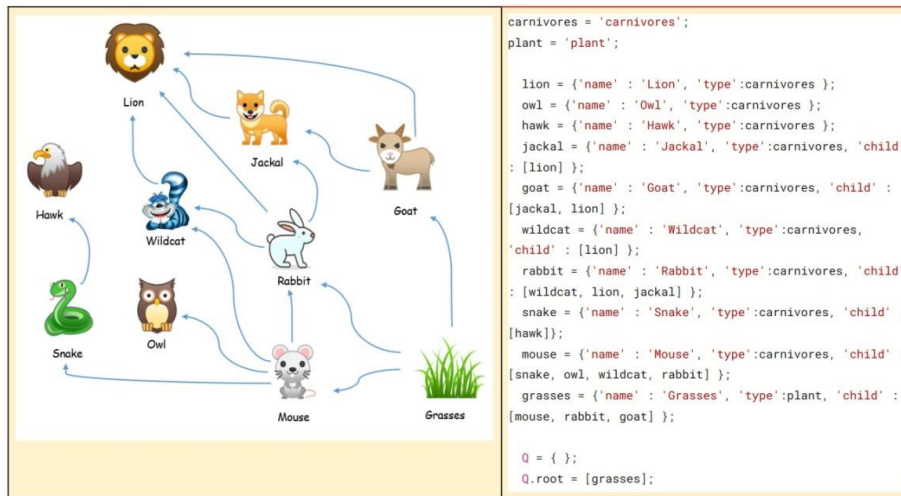
วิธีใด อธิบายเพิ่มเติม

ภาพที่ 2 โครงสร้างแบบทดสอบออนไลน์



ภาพที่ 3 ตัวอย่างโจทย์รูปภาพต้นแบบ

จากภาพที่ 3 รูปข้างต้นเป็นการสร้างโจทย์รูปภาพของการสร้างแบบทดสอบเพื่อที่จะช่วยให้ผู้ออกแบบทดสอบสะดวกสบาย และช่วยประหยัดเวลาในการตรวจแบบทดสอบ ในการจัดวางรูปภาพจะต้องจัดวางให้เป็นระเบียบดูเป็นลำดับขั้น ไม่ทับซ้อนกัน เห็นรูปภาพและข้อความที่ชัดเจน



ภาพที่ 4 ตัวอย่างโครงข่ายรูปภาพต้นแบบ

จากภาพที่ 4 การสร้างโครงข่ายรูปภาพในกูเกิลด็อกคิวเมนต์ (Google Documents) ทำการตัดรูปที่สร้างไว้แล้วนำมาวางในตารางที่สร้างไว้ในหน้ากระดาษของ Google Documents จากนั้นเขียนชุดคำสั่งและกำหนดตัวแปร โดยกำหนดตัวแปร carnivores เป็นตัวแปรผู้บริโภค (สัตว์) ในห่วงโซ่อาหาร และกำหนดตัวแปร plant เป็นตัวแปรผู้ผลิต (พืช) ในห่วงโซ่อาหาร และเขียนคำสั่งระบุความสัมพันธ์ของผู้บริโภคและผู้ผลิตในห่วงโซ่อาหารจนครบตามจำนวนรูปภาพที่สร้าง เพื่อจะได้เป็นโครงข่ายรูปภาพต้นแบบที่สมบูรณ์ อธิบายตัวอย่างการเขียนคำสั่ง เช่น

```

lion = {'name': 'Lion', 'type':carnivores};
lion คือ รูปสิงโต
'name': 'Lion' คือการใส่ชื่อ (ชื่อของสัตว์ที่ระบุไว้ได้รูป)
'type':carnivores คือการระบุประเภท (สิงโตเป็นผู้บริโภค)
    
```

```

q= {};
q.quest= 'Name the producer in the food chain.';
q.ans = structure.producer_level0;
objective.producer_level0.push(q);

q= {};
q.quest= 'Name the consumer in the food chain.';
q.ans = structure.consumer_all;
objective.consumer_all.push(q);

q= {};
q.quest= 'What does a {label} eat?';
q.ans = { 'eval': 'qv.value' };
q.data = structure.consumer;
objective.consumer.push(q);
objective.consumer.push(q);

q= {};
q.quest= 'Name the animals that eat {label}.';
q.ans = { 'eval': 'qv.value' };
q.data = structure.eattype;
objective.eattype.push(q);
objective.eattype.push(q);
    
```

ภาพที่ 5 ตัวอย่างโครงข่ายคำถามต้นแบบ

จากภาพที่ 5 คำสั่งการสร้างโครงข่ายคำถามในกรอบสีแดง อธิบายรายละเอียดของการสุ่มตัวอย่างการสร้างโครงข่ายบรรทัดที่ 1 ทำการกำหนดตัวแปรเพื่อการสร้างโครงข่ายโดยกำหนดเป็นตัวอักษรภาษาอังกฤษ และกำหนดตัวแปรเพื่อสุ่มคำศัพท์รายชื่อผู้บริโภค



บรรทัดที่ 2 หาคำตอบตัวแปร q.ans

บรรทัดที่ 3 กำหนดตัวแปรเพื่อนำข้อมูลมาสร้างโจทย์

บรรทัดที่ 4-5 เป็นการกำหนดจำนวนข้อของคำถามนี้ว่าต้องการให้มีคำถามรูปแบบนี้กี่ข้อในโจทย์ 1 ข้อใหญ่ ซึ่งในกรอบสีแดงนี้กำหนดให้มีคำถามรูปแบบนี้จำนวน 2 ข้อในโจทย์ 1 ข้อใหญ่

การสร้างประโยคคำถามในการสร้างแบบทดสอบสร้างอยู่ในกูเกิลด็อกคิวเมนต์ (Google Documents) ที่เดียวกันกับการสร้างโจทย์รูปภาพ ส่วนของ {label} ที่ทำการสุ่มนั้น จะทำการสุ่มคำศัพท์ รายชื่อสัตว์ พืช รายชื่อผู้ผลิต ผู้บริโภคและอันดับผู้บริโภคจากข้อมูลคำสั่งของโจทย์รูปภาพ เพื่อนำมาใส่โจทย์ที่สุ่มมาเพื่อหาคำตอบ (ภาพที่ 6)

รายชื่อแนะนำ	Grasses, Snake, Lion, Wildcat, Hawk, Mouse, Jackal, Owl, Goat, Rabbit	
<ชื่อ>	Question	Answer
2.1>	Name the producer in the food chain.	
2.2>	What does a Hawk eat?	
2.3>	Name the animals that eat the Goat.	
2.4>	Name the animals that eat the Rabbit.	
2.5>	Name the Primary Consumers in the food chain.	
2.6>	Name the consumer in the food chain.	
2.7>	Name the animals that eat carnivores.	
2.8>	What does a Snake eat?	
2.9>	Name the animals that eat plant.	
2.10>	Name the Secondary Consumers in the food chain.	

ภาพที่ 6 การสร้างโจทย์คำถาม

รายชื่อแนะนำ	Grasses, Rabbit, Goat, Mouse, Hawk, Snake, Owl, Jackal, Lion, Wildcat	
<ตัวแปร>	Question	Answer
1.1>	Name the consumer in the food chain.	Rabbit, Goat, Mouse, Hawk, Snake, Owl, Jackal, Lion, Wildcat ✓ (2/2 คะแนน)
1.2>	Name the animals that eat the Wildcat.	Lion ✓ (2/2 คะแนน)
1.3>	Name the animals that eat plant.	Rabbit, Goat, Mouse ✓ (2/2 คะแนน)
1.4>	Name the animals that eat the Jackal.	Lion ✓ (2/2 คะแนน)
1.5>	Name the animals that eat carnivores.	Hawk, Snake, Owl, Jackal, Lion, Wildcat ✗ Snake, Hawk, Owl, Wildcat, Lion, Rabbit, Jackal (1.714/2 คะแนน)
1.6>	Name the Secondary Consumers in the food chain.	Rabbit, Goat, Mouse ✗ Snake, Owl, Wildcat, Rabbit, Lion, Jackal (0.333/2 คะแนน)

ภาพที่ 7 ตัวอย่างการตรวจคำตอบและการให้คะแนน


1.4 ขั้นการทดสอบ (Test) ทดลองใช้แบบทดสอบที่พัฒนาขึ้น ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ทดลองโดยผู้วิจัยเพื่อตรวจหาข้อผิดพลาดและปรับปรุงแก้ไขเบื้องต้น 2) ทดลองใช้กับกลุ่มย่อย ซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างแต่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง และสอบถามความผิดพลาดของแบบทดสอบเพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไข 3) ทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

1.5 ขั้นการประเมิน (Evaluation) ประเมินผลที่ได้จากการทดลองทำแบบทดสอบของกลุ่มตัวอย่าง ด้วยการวิเคราะห์หาค่าสถิติต่าง ๆ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เพื่อทดสอบสมมติฐาน

2. เครื่องมือการวิจัย ซอฟต์แวร์ ได้แก่ Google App Script, Google Sheets, Google Documents, Google Drive และ Gmail ฮาร์ดแวร์ ได้แก่ Laptop MSI GE66 CPU I7-10875H Ram 32 GB และ เมาส์
3. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทำแบบทดสอบ คือกลุ่มนักศึกษาสาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ชั้นปีที่ 1-4 จำนวน 80 คน
4. วิธีเก็บข้อมูล คำศัพท์อันดับผู้บริโภค คำศัพท์เกี่ยวกับพืชและสัตว์ ข้อมูลของผู้ที่ทำแบบทดสอบ ตัวอย่างคำถามที่ใช้ในการสร้างแบบทดสอบ รูปสัตว์เพื่อนำมาใช้ในการสร้างโจทย์แบบทดสอบ
5. การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าสถิติต่าง ๆ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

### ผลการวิจัย

1. ผลการพัฒนาการสร้างแบบทดสอบไม่ซ้ำกัน เรื่องความสัมพันธ์ทางห่วงโซ่อาหารของพืชและสัตว์ (ภาษาอังกฤษ) ผู้วิจัยได้ดำเนินการพัฒนาแบบทดสอบไม่ซ้ำกัน เรื่องความสัมพันธ์ทางห่วงโซ่อาหารของพืชและสัตว์ (ภาษาอังกฤษ) ด้วยโปรแกรม Google Document, Google App Script, Google Spreadsheet สำหรับกลุ่มนักศึกษาสาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ชั้นปีที่ 1-4 ตามขั้นตอนการวิจัยที่กำหนดไว้ แสดงดังภาพที่ 8-10



COMP494 นิเทศศาสตร์ทางวิทยาการคอมพิวเตอร์

**แบบฝึกปฏิบัติ**


วัน พุธที่ 24 มีนาคม พ.ศ. 2565

เริ่มเวลา 14:30 น.

ถึง เวลา 23:59 น. ของวัน จันทร์ ที่ 28

มีนาคม พ.ศ. 2565

ผู้ทำแบบทดสอบ 6112231015 ผู้ดูแลระบบ น.นาคแก้ว sosz.tv@gmail.com วท.คอม 61 กลุ่ม 1



**คะแนน**

ข้อ 1.	17.047 / 20
ข้อ 2.	18.6 / 20
<รวม>	35.647 / 40 = 89.117%

ชื่องาน: 6112231015 .food chain.1

จุดประสงค์:

1. เพื่อให้นักศึกษาระบาคำศัพท์เกี่ยวกับสัตว์และพืช (ภาษาอังกฤษ)
2. เพื่อให้นักศึกษาระบเกี่ยวกับความสัมพันธ์ในห่วงโซ่อาหารของพืชและสัตว์

**คำสั่ง**


1. จากรูปภาพที่ให้ จงตอบคำถามให้ถูกต้อง


**แนะนำเบื้องต้น**


- ถ้าตอบคำถามเป็นแบบคำตอบเดียว จะตอบได้หนึ่งคำตอบ เช่น Rat (ไม่ต้องมี . ด้านหลังคำตอบ)
- ถ้าตอบคำถามเป็นแบบหลายคำตอบ จะตอบได้มากกว่าหนึ่งคำตอบขึ้นไป เช่น Rat,Snake,Hawk (ในกรณีตอบคำถามต้องมี , ขึ้นแต่ละชื่อเสมอ)
- ตารางคำศัพท์อันดับผู้บริโภค


ผู้บริโภคอันดับที่	คำศัพท์
1	Primary
2	Secondary
3	Tertiary
4	Quaternary
5	Quinary
6	Senary
7	Septenary
8	Octonary

- จากรูปภาพ จะสังเกตเห็นได้ว่า มีผู้ผลิตและตามด้วยผู้บริโภคในลำดับถัดไป และมีลูกศรถ่ายทอดพลังงานจากสิ่งมีชีวิตหนึ่งไปยังสิ่งมีชีวิตหนึ่ง เช่น พืชเป็นผู้ผลิต ต่อมาหนูกินพืช หนูจึงเป็นผู้บริโภคอันดับ 1 และงูกินหนู งูจึงเป็นผู้บริโภคอันดับ 2 และเหยี่ยวกินงู เหยี่ยวจึงเป็นผู้บริโภคอันดับ 3 และมีอันดับถัดไป

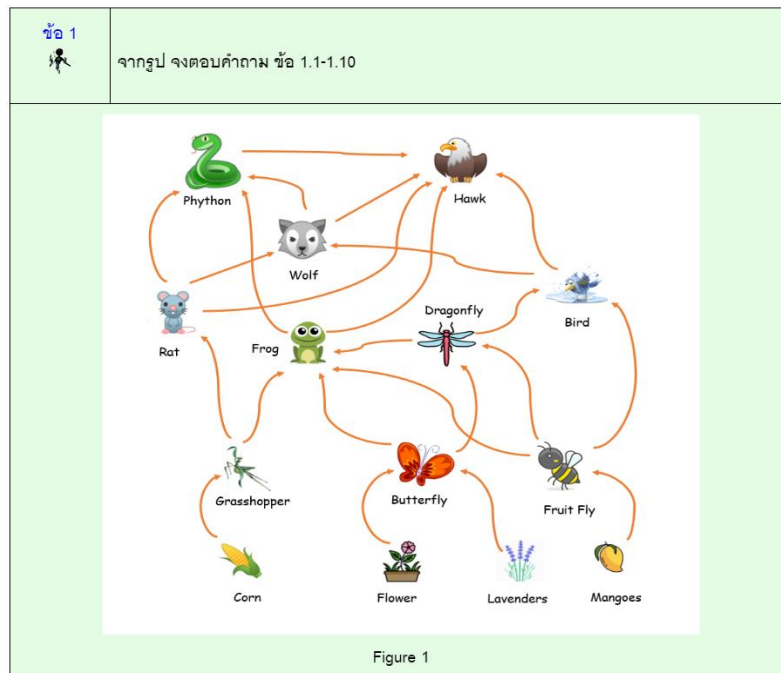
  
ผู้ผลิต

  
ผู้บริโภคอันดับ 1

  
ผู้บริโภคอันดับ 2

  
ผู้บริโภคอันดับ 3

ภาพที่ 8 หน้าแรกของแบบทดสอบ



ภาพที่ 9 โจทย์รูปภาพความสัมพันธ์ทางห่วงโซ่อาหารของพืชและสัตว์

รายชื่อ แนะนำ	Corn, Hawk, Grasshopper, Bird, Flower, Butterfly, Dragonfly, Fruit Fly, Frog, Lavenders, Wolf, Rat, Python, Mangoes	
<ตัวแปร>	Question	Answer
1.1>	Name the consumer in the food chain.	
1.2>	What does a Dragonfly eat?	
1.3>	Name the animals that eat the Butterfly.	
1.4>	Name the Quaternary Consumers in the food chain.	
1.5>	Name the producer in the food chain.	
1.6>	Name the animals that eat plants.	
1.7>	Name the Senary Consumers in the food chain.	
1.8>	Name the animals that eat meat.	
1.9>	What does a Grasshopper eat?	
1.10>	Name the animals that eat the Mangoes.	

ภาพที่ 10 คำถามจากโจทย์รูปภาพความสัมพันธ์ทางห่วงโซ่อาหารของพืชและสัตว์

จากภาพที่ 8-10 การพัฒนาแบบทดสอบไม่ซ้ำกัน เรื่องความสัมพันธ์ทางห่วงโซ่อาหารของพืชและสัตว์ (ภาษาอังกฤษ) เพื่อใช้เป็นแบบทดสอบไม่ซ้ำกัน ประกอบไปด้วยเนื้อหาแบบทดสอบ 3 ส่วนได้แก่ 1) ข้อมูลผู้ทำแบบทดสอบและคำอธิบายพร้อมวิดีโอสาธิต 2) รูปพืชและสัตว์สำหรับใช้เป็นโจทย์ 3) คำถามย่อยจากโจทย์รูปภาพความสัมพันธ์ทางห่วงโซ่อาหารของพืชและสัตว์ จำนวน 10 ข้อ โดยมีผลเฉลี่ยเวลาในการสร้างแบบทดสอบ 1 ไฟล์อยู่ที่ 19.40 วินาที

2. ผลการทดลองใช้แบบทดสอบไม่ซ้ำกัน เรื่องความสัมพันธ์ทางห่วงโซ่อาหารของพืชและสัตว์ (ภาษาอังกฤษ) โดยกลุ่มตัวอย่างมีทั้งหมด 80 คน เป็นนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ชั้นปีที่ 1-4 แสดงดังตารางที่ 1

**ตารางที่ 1** ผลการทดลองใช้แบบทดสอบไม่ซ้ำกัน เรื่องความสัมพันธ์ทางห่วงโซ่อาหารของพืชและสัตว์ (ภาษาอังกฤษ)

รายการ	จำนวนคน	คะแนนเต็ม (20 ข้อ)	$\bar{X}$ (คะแนน)	S.D. (คะแนน)
1. นักศึกษาศาสาวิทยาการคอมพิวเตอร์ชั้นปีที่ 1-4	80	40	32.74	6.48

จากตารางที่ 1 ผลการทดลองใช้แบบทดสอบความสัมพันธ์ทางห่วงโซ่อาหารของพืชและสัตว์ (ภาษาอังกฤษ) จากกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 80 คน พบว่าผู้ทดสอบนักศึกษาศาสาวิทยาการคอมพิวเตอร์ชั้นปีที่ 1-4 ได้คะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 32.74 จากคะแนนเต็ม 40 คะแนน และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนอยู่ที่ 6.48 จึงสรุปได้ว่าแบบทดสอบความสัมพันธ์ทางห่วงโซ่อาหารของพืชและสัตว์ (ภาษาอังกฤษ) ที่พัฒนาขึ้นมามีประสิทธิภาพและมีความเหมาะสมสามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้

**3. ผลการตรวจและรายงานผลการทดลองใช้แบบทดสอบไม่ซ้ำกัน เรื่องความสัมพันธ์ทางห่วงโซ่อาหารของพืชและสัตว์ (ภาษาอังกฤษ)** มีผู้ทดสอบทั้งหมด 80 คน ระบบจะต้องตรวจคำตอบพร้อมเฉลยแบบทดสอบทั้งหมด 3200 ข้อ ใช้เวลาในการตรวจและรายงานผลการทดสอบทั้งหมด แสดงดังตารางที่ 2

**ตารางที่ 2** ผลการตรวจและรายงานผลการทดสอบ

รายการ	จำนวนคน	จำนวนคำตอบ(ข้อ)	$\bar{X}$ (วินาที)
1. นักศึกษาศาสาวิทยาการคอมพิวเตอร์ชั้นปีที่ 1-4	80	3200	25.36

จากตารางที่ 2 ผลการตรวจและรายงานผลการทดสอบของผู้เข้าทำแบบทดสอบทั้งหมดจำนวน 80 คน ใช้เวลาในการตรวจและรายงานผลการทดสอบเฉลี่ย 25.36 วินาที ต่อ 1 ไฟล์แบบทดสอบ หมายความว่าระบบสามารถลดระยะเวลาในการตรวจแบบทดสอบ 1 ไฟล์ ต่อผู้ทำแบบทดสอบ 1 คน ซึ่งช่วยประหยัดเวลาตรวจแบบทดสอบของอาจารย์ผู้สอนได้

### ผลการวิจัยและอภิปรายผล

1. ผลการทดลองใช้แบบทดสอบความสัมพันธ์ทางห่วงโซ่อาหารของพืชและสัตว์ (ภาษาอังกฤษ) ซึ่งมีกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 80 คนที่ใช้ในการทดลอง การพัฒนาแบบทดสอบนั้นเป็นไปอย่างราบรื่น โปรแกรมสามารถสร้างโจทย์คำถามที่ไม่ซ้ำกันได้ตามจำนวนของนักศึกษาและสามารถสร้างเพิ่มได้อีกตามความต้องการของผู้ใช้ การตรวจคำตอบเองอัตโนมัติของระบบเป็นที่น่าพึงพอใจเมื่อนำมาทำการทดลอง ดังนั้นจึงเกิดประโยชน์ 1) อาจารย์ผู้สอนที่ต้องคิดโจทย์คำถามจำนวนหลาย ๆ ชุดและไม่ต้องตรวจคำตอบเองให้เสียเวลา 2) นักศึกษาหรือผู้ทำแบบทดสอบ ได้ทบทวนความรู้เกี่ยวกับเนื้อหาในแบบทดสอบ สามารถทำแบบทดสอบที่ไหนก็ได้ที่มีอินเทอร์เน็ต สามารถทราบผลคะแนนได้ทันทีที่ครบกำหนดเวลาในการทำแบบทดสอบ

2. การพัฒนาแบบทดสอบความสัมพันธ์ทางห่วงโซ่อาหารของพืชและสัตว์ในรูปแบบภาษาอังกฤษ มีองค์ประกอบ 4 ส่วน คือ 1) ส่วนของการออกแบบโจทย์รูปภาพและประโยคคำถาม สอดคล้องกับ อรยา นวลนิล และ พงษ์เทพ รักผากวงศ์ (2562) วิจัยเรื่อง การออกแบบคำถามจากโจทย์รูปภาพ. การออกแบบรูปภาพความสัมพันธ์ทางห่วงโซ่อาหารของพืชและสัตว์และออกแบบประโยคคำถามตามหลักไวยากรณ์พื้นฐานภาษาอังกฤษ เพื่อใช้เป็นโจทย์รูปภาพต้นแบบ 2) ส่วนของการสร้างแบบทดสอบ สอดคล้องกับ ทิพย์สุดา เพ็ชรไทย และ พงษ์เทพ รักผากวงศ์

(2560) วิจัยเรื่อง การสร้างโจทย์คำถามจากโจทย์ต้นแบบ เพื่อใช้เป็นแบบทดสอบที่ไม่ซ้ำกัน. การสร้างโจทย์คำถามที่ไม่ซ้ำกัน จะทำการสร้างโจทย์ขึ้นมาใหม่จากโจทย์ต้นแบบแล้วทำการสุ่มเปลี่ยนโจทย์ไปตามคำแปรผัน ถ้าคำแปรผันมีหลายคำ จำนวนโจทย์จะเพิ่มมากขึ้น 3) ส่วนของการตรวจคำตอบและให้คะแนน สอดคล้องกับ ภรภัทร อภิสารบุญมา และ พงษ์เทพ รักผกาวงศ์ (2560) วิจัยเรื่อง การสร้างโจทย์แบบเติมคำและตรวจคำตอบโดยอัตโนมัติ โดยใช้วิธี regular expression ตรวจคำที่เติมในช่องว่างกับตัวแปรที่สุ่มมาใช้ให้ถูกต้อง 4) ส่วนของการส่งไฟล์แบบทดสอบเพื่อทดลองและรายงานผลการทดสอบ สอดคล้องกับ พงษ์เทพ รักผกาวงศ์ และ อุไรวรรณ รักผกาวงศ์ (2560) วิจัยเรื่อง การพัฒนาส่วนเสริมในกูเกิลชีท เพื่อการผสานจดหมาย และส่งเมล. การส่งไฟล์แบบทดสอบและรายงานผลการทดสอบให้กับผู้ทดลอง โดยมีเจตนาต้นแบบ เพื่อระบุรายละเอียดและแนบไฟล์แบบทดสอบเฉพาะบุคคลได้

### สรุปผล

จากการทดลอง โดยผู้วิจัยนำแบบทดสอบความสัมพันธ์ทางห่วงโซ่อาหารของพืชและสัตว์ (ภาษาอังกฤษ) ให้กับกลุ่มตัวอย่างคือนักศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 1-4 จำนวนทั้งหมด 80 คน ซึ่งแต่ละคนจะได้รับไฟล์แบบทดสอบคนละ 1 ไฟล์ ในไฟล์แบบทดสอบ 1 ไฟล์ จะมี 2 โจทย์รูปภาพ หรือมีโจทย์ใหญ่ 2 ข้อ แต่ละข้อจะมีโจทย์คำถาม 10 ข้อย่อย ผลการทดลองโดยการใช้แบบทดสอบที่ไม่ซ้ำกันให้กับนักศึกษา กำหนดให้โปรแกรมตรวจคำตอบอัตโนมัติ และวัดระดับความรู้ความเข้าใจของนักศึกษาแล้วนำผลที่ได้มาสรุปดังนี้

- 1) เวลาที่ใช้โปรแกรมใช้ในการสร้างไฟล์แบบทดสอบ 1 ไฟล์ เฉลี่ย 19.40 วินาที/ไฟล์
- 2) เวลาที่ใช้โปรแกรมในการตรวจและรายงานผลการทดสอบเฉลี่ย 25.36 วินาที/ไฟล์
- 3) ผลคะแนนการวัดระดับความรู้ของผู้ทำแบบทดสอบได้คะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 32.74 จากคะแนนเต็ม 40 คะแนน และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนอยู่ที่ 6.48

การทดลองนี้ โปรแกรมสร้างไฟล์แบบทดสอบและโจทย์คำถามที่ไม่ซ้ำกัน รวมถึงการตรวจคำตอบได้อย่างรวดเร็วทำให้ไม่เสียเวลาในการคิดโจทย์คำถามหลาย ๆ ชุด สามารถทำแบบทดสอบที่ไหนก็ได้ที่มีอินเทอร์เน็ต สามารถทราบผลคะแนนได้ทันทีที่ครบกำหนดเวลาในการทำแบบทดสอบ ซึ่งมีความสะดวก ประหยัดเวลาและเป็นประโยชน์อย่างมาก

### ข้อเสนอแนะ

แบบทดสอบที่มีโจทย์คำถามไม่ซ้ำกันจะเป็นการวัดความรู้ความเข้าใจได้ดี ทำให้เกิดกระบวนการคิดวิเคราะห์เพิ่มมากขึ้น แต่ในการสร้างโจทย์คำถามต้องระมัดระวังถึงความหมายที่ซับซ้อน เข้าใจยาก รูปภาพที่จัดเรียงไม่เป็นลำดับอาจทำให้สับสน ทำการแก้ไขจะต้องออกแบบโจทย์รูปภาพต้นแบบที่จัดเรียงลำดับที่ชัดเจนดูเข้าใจง่าย เช่น การจัดเรียงลำดับแบบพีระมิด โยงเส้นโดยมีทิศทางของหัวลูกศรแสดงความสัมพันธ์ทางห่วงโซ่อาหารเพื่อให้ดูง่ายมากขึ้น

### กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณนักศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 1-4 มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงครามจำนวน 80 ท่าน ที่ให้ความร่วมมือในการทำแบบทดสอบในการศึกษาและจัดการวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างดี

### เอกสารอ้างอิง

- จิตรโสภิต ทิศนสุวรรณ และพงษ์เทพ รักผกาวงศ์. (2563, สิงหาคม 20). การสร้างโจทย์ปัญหาหลายชั้นและตรวจคำตอบอัตโนมัติทางคณิตศาสตร์. ใน *การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีระดับปริญญาตรี ครั้งที่ 6 มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา. พระนครศรีอยุธยา.*
- ทิพย์สุดา เพ็ชรไทย และ พงษ์เทพ รักผกาวงศ์. (2560, มกราคม 26-27). การสร้างโจทย์คำถามจากโจทย์ต้นแบบ. ใน *ศิลปวัฒนธรรมวิจัยเพื่อประเทศไทย 4.0: การประชุมทางวิชาการระดับชาติ พะเยาวิจัย ครั้งที่ 6. พะเยา.*
- พงษ์เทพ รักผกาวงศ์ และอุไรวรรณ รักผกาวงศ์. (2560, กรกฎาคม 21). การพัฒนาส่วนเสริมในกูเกิลชีท เพื่อการผสมผสานจดหมาย และส่งเมล. ใน *บูรณาการงานวิจัยสู่การพัฒนาท้องถิ่นที่ยั่งยืน: การนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ เครือข่ายบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏภาคเหนือ ครั้งที่ 17. พิษณุโลก.*
- ภรภัทร อภิสารบุญมา และ พงษ์เทพ รักผกาวงศ์. (2560, มกราคม 26-27). การสร้างโจทย์แบบเติมคำและตรวจคำตอบโดยอัตโนมัติ. ใน *ศิลปวัฒนธรรมวิจัยเพื่อประเทศไทย 4.0: การประชุมวิชาการระดับชาติ: พะเยาวิจัย ครั้งที่ 6. พะเยา.*
- ศุภราช วรรณทิพภากรณ์ และ พงษ์เทพ รักผกาวงศ์. (2562, กรกฎาคม 20). การออกแบบข้อสอบ การเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุ ภาษา JavaScript. ใน *นวัตกรรมการศึกษาเพื่อพัฒนาสังคมสู่ความยั่งยืน: การประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 6 มหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ.*
- อรยา นวลนิล และ พงษ์เทพ รักผกาวงศ์. (2562, มิถุนายน 26-28). การออกแบบคำถามจากโจทย์รูปภาพ. ใน *การประชุมสัมมนาทางวิชาการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก ครั้งที่ 12. ชลบุรี.*
- Green, Amki. (2561). ห่วงโซ่อาหาร (Food chain) คืออะไร. <https://www.trueplookpanya.com/knowledge/content/68140/-blo-scibio-sci->.

**ความรู้ความเข้าใจ และความคิดเห็นของประชาชนในระบบกักตัวที่บ้าน  
(Home Isolation) กรณีศึกษาประชาชนในเขตพื้นที่ตำบลเชิงทะเล อำเภอถลาง  
จังหวัดภูเก็ต**

**The Cognition and Comments of People Who Were in Home Isolation  
Quarantine; Case Study People in Cherg Talay Sub-district, Thalang District,  
Phuket Province**

**สมพร รุจิกิตติอังสุธร<sup>1</sup>, ชยาทิตย์ แก้วพิทักษ์<sup>2</sup>, ลลิตา ภาคเมธาวิ<sup>3</sup>, พรรณวดี ขำจริง<sup>4</sup> และ  
ศราวุธ จงจิตร์<sup>5</sup>**

**Somporn Rujikittioangsuthon<sup>1</sup>, Chayathit kaewpithak<sup>2</sup>, Lalida Pakamaetavee<sup>3</sup>,  
Panwadee Khumjing<sup>4</sup> and Sarawut Jongjit<sup>5</sup>**

สาขาวิชาสังคมศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต, นักวิชาการสาธารณสุข โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลเชิงทะเล อ.

กลาง จ.ภูเก็ต, สาขาวิชาสังคมศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต,

สาขาวิชาสังคมศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต, นักศึกษาคณะครุศาสตร์ สาขาวิชาสังคมศึกษา คณะครุศาสตร์

มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต

Corresponding author. E-mail: Somporn.r@pkru.ac.th

### **บทคัดย่อ**

การศึกษาความรู้ความเข้าใจ และความคิดเห็นของประชาชนในระบบกักตัวที่บ้าน (Home Isolation) กรณีศึกษาประชาชนในเขตพื้นที่ตำบลเชิงทะเล อำเภอถลาง จังหวัดภูเก็ต มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความรู้ ความเข้าใจ และความคิดเห็นของประชาชนในระบบกักตัวที่บ้านเป็นการวิจัยเชิงพรรณนา มีการเก็บรวบรวมข้อมูลจากผู้ตอบแบบสอบถาม คือ ประชาชนที่อาศัย อยู่ในเขตพื้นที่ตำบลเชิงทะเล อำเภอถลาง จังหวัดภูเก็ต จำนวนทั้งหมด 483 คน การวิเคราะห์ข้อมูล ใช้การแจกแจงความถี่ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการศึกษา พบว่า ประชาชนมีความรู้ ความเข้าใจต่อระบบกักตัวที่บ้าน โดยรวมอยู่ในระดับมาก ในด้านความหมายของระบบกักตัวที่บ้านอยู่ในระดับมาก ในด้านการลงทะเบียนในระดับน้อย, ในขั้นตอนการให้บริการในระดับมาก, ในขั้นตอนการทำความสะอาดบ้านในระดับปานกลาง ตามลำดับ

ความคิดเห็นต่อภาพโดยรวม 3 อันดับแรกคือ 1) ความเหมาะสม ความจำเป็นที่ต้องการมีระบบกักตัวที่บ้าน 2) มีความจำเป็นที่ต้องมีความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องที่ออกไปทุกคนจะต้องเรียนรู้ ดูแลตนเอง และครอบครัวให้มีสุขภาพอนามัยที่ดี 3) การส่งเสริมการมีส่วนร่วมของชุมชนให้มีความเข้าใจรู้เท่าทันโรค

**คำสำคัญ:** ความรู้ความเข้าใจ; ความคิดเห็น;ระบบกักตัวที่บ้าน

## Abstract

The cognition and comments of people who were in home isolation quarantine; case study of people in Cherng Talay Sub-district, Thalang District, Phuket Province had the purpose to study the cognition and comments of the people who were in home isolation. The study was a descriptive statistic research. Data collection using the questionnaire obtained from 483 people in Cherng Talay Sub-district, Thalang District, Phuket Province. The statistic instruments used for data analysis were frequency distribution, average and standard deviation.

The results were found that the people had the cognition about home isolation quarantine in high levels, they knew the meaning and service aspects in high levels, sanitized procedure in medium level, but registration aspect in low level respectively.

The top three comments of the people were 1) suitability and necessity of home isolation quarantine, 2) they must have correct cognition which people must learn how to take care of themselves and their families, 3) promotion the local participation to understand the diseases.

**Keywords :** Cognition, Comments, Home Isolation

## บทนำ

สถานการณ์การระบาดของเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 หรือ โควิด-19 (Covid-19) ที่ได้เริ่มต้นเมื่อปลายปี พ.ศ. 2562 และลุกลามไปทั่วโลก จึงสร้างความหวาดกลัวและส่งผลกระทบต่อสุขภาพ สังคมและเศรษฐกิจของประชากร และเมื่อต้นเดือนมกราคม พ.ศ. 2563 มีการระบาดใหญ่ (Pandemic) ซึ่งเป็นการติดเชื้อทั่วโลกอย่างรวดเร็ว ตามประกาศขององค์การอนามัยโลก เมื่อวันที่ 11 มีนาคม พ.ศ. 2563 การระบาดของเชื้อโควิด-19 (Covid-19) ส่งผลกระทบต่อการใช้ชีวิตประชาชนเป็นอย่างมาก ทำให้วิถีชีวิตต้องเปลี่ยนไป และชีวิตประจำวันที่ต้องปรับเปลี่ยนไป การบริหารจัดการของประเทศไทยได้มีการจัดตั้งคณะกรรมการศูนย์บริหารสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 หรือโควิด-19 (ศบค.) ได้ประกาศภาวะฉุกเฉินของประเทศไทย โดยมุ่งเน้นให้ประชาชนอยู่บ้าน (Stay at Home) ปฏิบัติงานที่บ้าน (Work From Home: WFH) รักษาระยะห่างทางกายภาพ (Physical distancing) รักษาระยะห่างทางสังคม (Social Distancing) สวมหน้ากากอนามัย และ ล้างมือบ่อยๆ เพื่อลดปริมาณคนที่จะมีโอกาสติดเชื้อลงให้มากที่สุด เช่นเดียวกับจังหวัดภูเก็ต ที่ได้รับผลกระทบจากการแพร่ระบาดของเชื้อโควิด-19 (COVID-19) ในช่วงเดือน กรกฎาคม - สิงหาคม 2564 โดยพบว่า จำนวนผู้ป่วยที่รักษาหายกับจำนวนผู้ติดเชื้อที่เข้ามาใหม่ไม่สมดุลกัน ทำให้การบริหารเตียงเพื่อรองรับการดูแลรักษาผู้ป่วยไม่เพียงพอ โดยในแต่ละจังหวัดมีการบริหารจัดการเตียง โดยการเพิ่มโรงพยาบาลสนามในทุกอำเภอ แต่ก็ยังไม่เพียงพอกับการเพิ่มจำนวนของผู้ติดเชื้อ เพราะมีโครงการรับผู้ป่วยกลับบ้าน พบปัญหาความล่าช้าในการรับตัวผู้ติดเชื้อโควิด-19 เข้าระบบการรักษา และสิ่งสำคัญคือบุคลากรทางการแพทย์มีไม่เพียงพอ สปสข.จึงนำแนวทางการรักษาผู้ป่วยโควิด-19 ที่บ้าน หรือ Home Isolation เข้ามาใช้ในระบบสาธารณสุข โดยเริ่มในพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑล เมื่อวันที่ 26 ก.ค. 2564 กรมอนามัยในฐานะหน่วยงานบริการของกระทรวงสาธารณสุข จำเป็นต้องเตรียมจัดบริการผู้ติดเชื้อที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว บรรเทา



ความเดือดร้อนประชาชน (สำนักงานคณะกรรมการข้อมูลข่าวสารของราชการ, ม.ป.ป.) เพื่อรองรับจำนวนผู้ป่วยที่ล้นจากโรงพยาบาลในสังกัดสำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข หรือโรงพยาบาลสนาม ศูนย์อนามัยที่ 3 นครสวรรค์ จึงร่วมกับ สปสช. และภาคีเครือข่าย ในเขตสุขภาพที่ 3 นำแนวทางการรักษาผู้ป่วยโควิด-19 ที่บ้าน หรือ Home Isolation เข้ามาใช้ (สวทช., 2564) โดยผู้ป่วยที่เข้าเกณฑ์การรักษาผู้ป่วยโควิด-19 ที่บ้าน คือ กลุ่มผู้ป่วยใหม่ที่มีอาการสีเขียว หรือผู้ป่วยที่เข้ารับการรักษาด่วนในโรงพยาบาลมาก่อน 7-10 วัน แล้วมีอาการดีขึ้นสามารถกลับไปดูแลรักษาตัวเองต่อที่บ้านให้ครบ 14 วันได้ โดยผู้ป่วยจะได้รับยา อุปกรณ์ในการดูแลตัวเอง มีระบบการดูแลติดตามอาการทุกวัน ส่งอาหารให้ผู้ป่วย 3 มื้อ และมีการดูแลระบบสิ่งแวดล้อมรวมถึงการจัดการขยะติดเชื้อในพื้นที่ ซึ่งการดูแลรักษาในรูปแบบดังกล่าว จำเป็นต้องมีการบูรณาการร่วมกันกับเจ้าหน้าที่สาธารณสุขและองค์การบริหารส่วนท้องถิ่นในแต่ละพื้นที่ รวมถึงมีระบบบริการเพื่อรองรับเมื่อผู้ป่วยมีอาการเปลี่ยนแปลงโดยมีการวางแผนงานในการประสานส่งต่อโรงพยาบาลสวรรค์ประชารักษ์ซึ่งเป็นโรงพยาบาลแม่ข่ายทำให้ผู้ป่วยที่เข้ารับการรักษามีความปลอดภัย ดังนั้น Home Isolation จึงเป็นการเพิ่มช่องทางการเข้าถึงบริการการรักษาและดูแลผู้ป่วยที่ติดเชื้อโควิด-19 เพื่อให้ผู้ป่วยที่ติดเชื้อ และมีอาการไม่มาก ได้รับการดูแล และประเมินอาการอย่างต่อเนื่อง ลดการเกิดภาวะแทรกซ้อนที่รุนแรงหรือลดอัตราการตาย จากกรณีที่ผู้ติดเชื้อไม่สามารถเข้าถึงบริการการรักษาได้ (เจาะลึกระบบสุขภาพ, 2564; กรมสุขภาพจิต, 2564)

ดังนั้นในการปฏิบัติงานและการให้บริการแก่ประชาชนในแต่ละครั้งย่อมมีความแตกต่างกันไปตามสถานการณ์และปริมาณของคนที่เข้ามาใช้บริการจึงทำให้องค์กรที่เกี่ยวข้องทางสาธารณสุขต้องมีการปรับปรุงการดำเนินงานที่ทันต่อความต้องการของประชาชนในการที่จะบรรเทาความเดือดร้อนในช่วงสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคและเป็นการช่วยกันควบคุมและลดการแพร่ระบาดของโรคที่เกิดขึ้น การสอบถามหรือสำรวจความรู้ความเข้าใจ และความคิดเห็นของประชาชนจึงเป็นเรื่องสำคัญในการนำมาปรับปรุงและดำเนินงานเพื่อให้มีผลลัพธ์และการบริการแก่ประชาชนที่ดีต่อไป

### วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาความรู้ ความเข้าใจของประชาชนในระบบกักตัวที่บ้าน (Home Isolation)
2. เพื่อศึกษาความคิดเห็นของประชาชนในระบบกักตัวที่บ้าน (Home Isolation)

### นิยามศัพท์

**ความรู้ ความเข้าใจ** คือ สิ่งที่เกิดมาจากการสั่งสมจากการศึกษา การค้นคว้า หรือ ประสบการณ์ รวมถึงความสามารถเชิงปฏิบัติและทักษะความเข้าใจหรือสารสนเทศที่ได้รับมาจาก ประสบการณ์ ทั้งการได้ยิน การฟัง การคิด โดยมีกระบวนการ และสามารถรวบรวมหรือแยกแยะในประเด็น ต่างๆ ได้

**Home Isolation** คือการแยกกักตัวที่บ้านในผู้ที่ติดเชื้อโควิด-19 ซึ่งแพทย์ประเมินแล้วว่า สามารถทำการเข้าสู่ระบบ Home Isolation ประชาชนจะต้องตรวจคัดกรองโควิด-19 ด้วยวิธี Antigen Test Kit หรือ RT-PCR ได้ผลเป็นบวก (Positive) หลังจากนั้นโรงพยาบาลจะตรวจอาการเพื่อจำแนกผู้ป่วยที่ทำ Home Isolation ได้ และผู้ป่วยที่จำเป็นต้องรักษาที่โรงพยาบาล ผู้ติดเชื้อโควิด-19 ที่สามารถทำ Home Isolation ได้ คือ ผู้ป่วยกลุ่มสีเขียว

หมายถึง ผู้ป่วยโควิด-19 ที่ไม่มีอาการแสดง หรือมีอาการเล็กน้อย นอกจากนี้ยังต้องเป็นผู้ที่อายุต่ำกว่า 60 ปี มีสุขภาพร่างกายแข็งแรง ไม่มีภาวะอ้วน ไม่มีโรคประจำตัวเรื้อรังที่อาจส่งผลกระทบต่อระดับความรุนแรงของโรค และมีสถานที่พักที่เหมาะสม ผู้ที่ทำ Home Isolation จะได้รับเครื่องมือวัดอุณหภูมิร่างกาย เครื่องมือวัดออกซิเจนที่ปลายนิ้ว ยารักษาโรคตามอาการ และมีทีมแพทย์และพยาบาลคอยติดตามอาการผ่านระบบการแพทย์ทางไกล (Telemedicine) เช่น โทรศัพท์ หรือวิดีโอคอล วันละ 2 ครั้ง

### วิธีการวิจัย

ศึกษาความรู้ความเข้าใจ และความคิดเห็นของประชาชนในระบบกักตัวที่บ้าน (Home Isolation) กรณีศึกษาประชาชนในเขตพื้นที่ตำบลเชิงทะเล อำเภอถลาง จังหวัดภูเก็ต ซึ่งเป็นงานวิจัยประเภทเชิงพรรณนา และผู้ศึกษาได้กำหนดขอบเขตการศึกษาไว้ดังนี้

1) ขอบเขตด้านระยะเวลา ระหว่างเดือนมีนาคม – พฤษภาคม 2565

2) ขอบเขตด้านประชากร ได้แก่ ประชาชนในเขตพื้นที่ตำบลเชิงทะเล อำเภอถลาง จังหวัดภูเก็ตที่มาใช้บริการ โรงพยาบาลส่งเสริมตำบลเชิงทะเล จำนวน 483 คน

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้ศึกษาใช้แบบสอบถาม (Questionnaire) เป็นเครื่องมือในการเก็บ รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับทัศนคติ ความคิดเห็นของประชาชนในเขตพื้นที่ตำบลเชิงทะเล อำเภอถลาง จังหวัดภูเก็ต โดยลักษณะแบบสอบถามเป็นแบบสอบถามปลายปิด และแบบสอบถามแบบปลายเปิด แบ่งออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

**ตอนที่ 1** เป็นการศึกษาข้อมูลพื้นฐานทั่วไป ซึ่งเป็นข้อมูลทั่วไปลักษณะเนื้อหา ประกอบด้วย ข้อมูลส่วนตัวทั่วไป ได้แก่ เพศ อายุ สถานภาพ ระดับการศึกษา อาชีพ รายได้เฉลี่ย ภูมิลำเนาเดิม และระยะเวลาที่อาศัยอยู่ ลักษณะเป็นแบบตรวจรายการ (Checklist) และเติมข้อความ จำนวน 3 ข้อ ซึ่งเป็นลักษณะให้เขียนตอบ

**ตอนที่ 2** เป็นการศึกษาความรู้ ความเข้าใจ ของประชาชนในระบบกักตัวที่บ้าน (Home Isolation) กรณีศึกษาประชาชนในเขตพื้นที่ตำบลเชิงทะเล อำเภอถลาง จังหวัดภูเก็ต เนื้อหาเฉพาะ ประเด็น มีข้อความทั้งหมด 32 ข้อ โดยลักษณะแบบสอบถามให้ผู้ตอบคำถามเลือกตอบในลักษณะ ประเมินค่า เป็น 3 ระดับ คือ ใช่ ไม่ใช่ และไม่แน่ใจ มีเกณฑ์การให้คะแนนแบ่งออกเป็น 2 ช่วง คือ ตอบใช่ = 1 คะแนน ตอบไม่ใช่ = 0 คะแนน ตอบไม่แน่ใจ = 0 คะแนน ซึ่งกำหนดไว้ 3 ระดับ ดังนี้

คะแนน 0-10 หมายถึง ความรู้ ความเข้าใจระดับน้อย

คะแนน 11-21 หมายถึง ความรู้ ความเข้าใจระดับปานกลาง

คะแนน 22-32 หมายถึง ความรู้ ความเข้าใจระดับมาก

**ตอนที่ 3** แบบสอบถามความคิดเห็นของประชาชนในระบบกักตัวที่บ้าน (Home Isolation) กรณีศึกษาประชาชนในเขตพื้นที่ตำบลเชิงทะเล อำเภอถลาง จังหวัดภูเก็ต มีเนื้อหา เฉพาะประเด็น ได้แก่ ความเหมาะสม ความต้องการจำเป็นที่ต้องมีระบบกักตัวที่บ้าน (Home Isolation) สิทธิการรักษาพยาบาล บริการความหมายของระบบกักตัวที่บ้าน (Home Isolation) และการส่งเสริมการมีส่วนร่วมของชุมชนต่อ ความหมายของระบบกักตัวที่บ้าน (Home Isolation)

ลักษณะของข้อคำถามเป็นแบบให้เลือกตอบในลักษณะประเมินค่าเป็น 5 ระดับ ซึ่งปรับมาจากมาตรวัดแบบ Rating Scale โดยใช้มาตรวัดแบบ Likert Scale 5 ระดับ จากมาตรวัดของ Rensis Likert (Likert, 1932) และแบบแสดงความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเป็นแบบสอบถามปลายเปิด จำนวน 3 ข้อ การทดสอบหาความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบสอบถาม จำนวน 30 ชุด โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์ อัลฟาของ ครอนบราท (Cronbach's alpha Coefficient) วิเคราะห์ความเชื่อถือได้ของแบบสอบถาม ดังนี้ เท่ากับ 0.76 ตอนที่ 2 ความรู้ความเข้าใจของประชาชนในระบบกักตัวที่บ้าน (Home Isolation) สามารถหาความเชื่อมั่นของ แบบสอบถามได้เท่ากับ .925 ตอนที่ 3 ความคิดเห็นของประชาชนในระบบกักตัวที่บ้าน (Home Isolation) สามารถหาความเชื่อมั่น ของแบบสอบถามได้เท่ากับ .899

การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการศึกษา ผู้ศึกษาได้รับแบบสอบถามคืนครบ จำนวน 483 ชุด ได้นำแบบสอบถามมาตรวจสอบความถูกต้อง ความสมบูรณ์ และความสอดคล้องของคำถาม ทุกข้อทุกประเด็น ทุกฉบับ และนำมาวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ คือ สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) ได้แก่การแจกแจง ความถี่ ค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) และการแสดง ระดับของคะแนนเฉลี่ย

### ผลการวิจัยและอภิปรายผล

1. การวิเคราะห์เกี่ยวกับข้อมูลทั่วไปของของประชาชนในเขตพื้นที่ตำบลเชิงทะเล อำเภอถลาง จังหวัดภูเก็ต ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่างเป็นข้อมูลเกี่ยวกับสถานภาพทางสังคมของ ผู้ตอบแบบสอบถาม ได้แก่ เพศ อายุ สถานภาพ ระดับการศึกษา อาชีพ รายได้ ภูมิลำเนาเดิม ระยะเวลา

1.1 จำแนกตามเพศ อายุ สามารถอธิบายได้ดังนี้ ผลการศึกษา พบว่า ประชาชนส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง จำนวน 278 คน และเพศชาย จำนวน 205 คน คิดเป็นร้อยละ 57.50 และ 42.50 ตามลำดับ พบว่า ประชาชน มีอายุระหว่าง 31-45 ปีมีจำนวน 194 คน คิดเป็นร้อยละ 40.00 อายุ 16-30 ปี มีจำนวน 154 คน คิดเป็นร้อยละ 31.80 อายุ 46-60 ปี มีจำนวน 113 คน คิดเป็นร้อยละ 23.3 อายุ 61-75 ปี มีจำนวน 23 คน คิดเป็นร้อยละ 4.70 ตามลำดับ

1.2 จำแนกตามสถานภาพ ระดับการศึกษา สามารถอธิบายได้ดังนี้ ผลการศึกษา ด้านสถานภาพ พบว่า ประชาชนส่วนใหญ่มีสถานภาพสมรส จำนวน 282 คน คิดเป็นร้อยละ 58.30 โสด มีจำนวน 177 คน คิดเป็นร้อยละ 36.70 และหย่าร้าง จำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 2.50 และหม้าย/คู่แต่งงานเสียชีวิต จำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 2.50 ตามลำดับ สำหรับระดับการศึกษา พบว่า ส่วนใหญ่ประชาชนมีระดับการศึกษา ปริญญาตรี จำนวน 169 คน คิดเป็นร้อยละ 35.00 ประถมศึกษาตอนปลาย มีจำนวน 76 คน คิดเป็น ร้อยละ 15.80 และมัธยมศึกษาตอนปลาย/ปวช. จำนวน 73 คน คิดเป็นร้อยละ 15.00 ตามลำดับ

1.3 จำแนกตามอาชีพและรายได้ สามารถอธิบายได้ดังนี้ ผลการศึกษา ด้านอาชีพ พบว่า ส่วนใหญ่มีอาชีพรับจ้าง มีจำนวน 121 คน คิดเป็นร้อยละ 25.00 เกษตรกรรม มีจำนวน 113 คน คิดเป็นร้อยละ 23.30 และข้าราชการ จำนวน 89 คน คิดเป็นร้อยละ 18.30 ตามลำดับ ส่วนรายได้ พบว่า ส่วนใหญ่มีรายได้ 5,001-10,000 บาท จำนวน 209 คน คิดเป็นร้อยละ 43.30 รายได้ 1,000-5,000 บาท จำนวน 137 คน คิดเป็นร้อยละ 28.30 และรายได้ 10,001-15,000 บาท จำนวน 64 คน คิดเป็นร้อยละ 13.30 ตามลำดับ

1.4 จำแนกตามภูมิฐานะเดิมและระยะเวลาที่อาศัยอยู่สามารถอธิบายได้ดังนี้ ผลการศึกษา พบว่า ประชาชนส่วนใหญ่มีภูมิฐานะอยู่ที่จังหวัดภูเก็ต จำนวน 254 คน คิดเป็นร้อยละ 52.58 ภูมิฐานะจังหวัดต่างจังหวัด/ชาวต่างชาติ จำนวน 229 คน คิดเป็นร้อยละ 47.41 และระยะเวลาที่อาศัยอยู่ในชุมชน 31-40 ปี จำนวน 121 คน คิดเป็นร้อยละ 25.00 ระยะเวลา 21-30 ปี จำนวน 117 คน คิดเป็นร้อยละ 24.20 และ ระยะเวลา 1-10 ปี จำนวน 85 คน คิดเป็นร้อยละ 17.50 ตามลำดับ

## 2. การวิเคราะห์เกี่ยวกับความรู้ ความเข้าใจของประชาชนในระบบกักตัวที่บ้าน (Home Isolation)

2.1 ความรู้ ความเข้าใจต่อระบบกักตัวที่บ้าน (Home Isolation) โดยรวม ผลการศึกษา พบว่า ประชาชนมีความรู้ ความเข้าใจต่อระบบกักตัวที่บ้าน โดยรวม มีระดับความรู้ ความเข้าใจในระดับมาก เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน เห็นได้ว่า ประชาชนมีความรู้ ความเข้าใจ ในระบบกักตัวที่บ้าน ความหมายของระบบกักตัวที่บ้าน ในระดับมาก คิดเป็นร้อยละ 87.50, 75.00, 50.00 ยกเว้นด้านสิทธิการรักษา เข้ารักษาโควิด ซึ่งประชาชนมีความรู้ ความเข้าใจในสิทธิการรักษา เข้ารักษาโควิด อยู่ในระดับน้อย คิดเป็นร้อยละ 100.00 ตามลำดับ

2.2 ความรู้ความเข้าใจต่อความหมายของระบบกักตัวที่บ้าน (Home Isolation) ผลการศึกษา พบว่า ประชาชนมีความรู้ ความเข้าใจต่อความหมายของ ระบบกักตัวที่บ้าน (Home Isolation) มีระดับความคิดเห็นภาพรวมอยู่ในระดับมาก มีค่าคะแนนเท่ากับ 6 คะแนน เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า ประชาชนมีความรู้ ความเข้าใจถูกต้องในเรื่อง ระบบกักตัวที่บ้าน (Home Isolation) คือ คือการแยกกักตัวที่บ้านในผู้ที่ติดเชื้อโควิด-19 ซึ่งแพทย์ประเมินแล้วว่า สามารถทำได้ และ ผู้ติดเชื้อโควิด-19 ที่สามารถทำ Home Isolation ได้ คือ ผู้ป่วยกลุ่มสีเขียว หมายถึง ผู้ป่วยโควิด-19 ที่ไม่มีอาการแสดง หรือมีอาการเล็กน้อย นอกจากนี้ยังต้องเป็นผู้ที่อายุต่ำกว่า 60 ปี มีสุขภาพร่างกายแข็งแรง ไม่มีภาวะอ้วน ไม่มีโรคประจำตัวเรื้อรังที่อาจส่งผลกระทบต่อระดับความรุนแรงของโรค และมีสถานที่พักที่เหมาะสม คิดเป็นร้อยละ 85.80, 77.50, 47.50 ส่วนความรู้ ความเข้าใจที่ไม่ใช่ ไม่แน่ใจ ได้แก่ เรื่อง ลักษณะอาการของผู้ป่วยโควิด-19 สีเขียว สีเหลือง และสีแดง แตกต่างกันอย่างใด ของระบบกักตัวที่บ้าน (Home Isolation) คิดเป็นร้อยละ 59.20, 40.00 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาข้อตอบถูก พบว่า ประชาชนตอบถูก เกี่ยวกับระบบกักตัวที่บ้าน (Home Isolation) คือการแยกกักตัวที่บ้านในผู้ที่ติดเชื้อโควิด-19 ซึ่งแพทย์ประเมินแล้วว่า สามารถทำได้มากที่สุด รองลงมา คือ สถานที่พักที่เหมาะสมกับการทำ Home Isolation

2.3 ความรู้ ความเข้าใจต่อระบบการลงทะเบียนในระบบกักตัวที่บ้าน (Home Isolation) ผลการศึกษา พบว่า ประชาชนมีความรู้ ความเข้าใจระบบการลงทะเบียนในระบบกักตัวที่บ้าน (Home Isolation) มีระดับความคิดเห็นภาพรวมอยู่ในระดับน้อย มีค่าคะแนนเท่ากับ 0 คะแนน เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า ในทุกข้อ ประชาชนมีความรู้ความเข้าใจที่ไม่แน่ใจเกี่ยวกับระบบการลงทะเบียนในระบบกักตัวที่บ้าน (Home Isolation) ซึ่งเมื่อพิจารณาแล้วประชาชนไม่แน่ใจเกี่ยวกับการลงทะเบียนในระบบไลน์ หรือการใช้แอปพลิเคชัน คิดเป็นร้อยละ 67.5 ไม่เข้าใจในภาษาที่ใช้ในแอปพลิเคชันเนื่องจากเป็นชาวต่างชาหรือแรงงานต่างด้าว คิดเป็นร้อยละ 58.30 ขั้นตอนของการเตรียมเอกสารเพื่ออัปโหลด คิดเป็นร้อยละ 57.5 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาข้อตอบถูก พบว่า ประชาชนตอบถูก เกี่ยวกับเอกสารที่ต้องใช้อัปโหลด (บัตรประจำตัวประชาชน/ผลตรวจโควิด) มากที่สุด รองลงมา คือ การเลือกสถานพยาบาลในเขตพื้นที่ คิดเป็นร้อยละ 84.2, 81.7, 42.5 ตามลำดับ

2.4 ความรู้ ความเข้าใจต่อขั้นตอนการเข้ารับบริการระบบกักตัวที่บ้าน (Home Isolation) ผลการศึกษา พบว่า ประชาชนมีความรู้ ความเข้าใจต่อขั้นตอนการเข้ารับบริการ โดยมีระดับความคิดเห็นภาพรวมอยู่ในระดับมาก

มีค่าคะแนนเท่ากับ 7 คะแนน เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า ประชาชนมีความรู้ความเข้าใจต่อขั้นตอนการเข้ารับบริการ ในทุกข้อ ยกเว้น ชาวต่างชาติ/แรงงานต่างด้าวที่ยังมีความรู้ความเข้าใจ ที่ยังไม่แน่ใจอยู่ อาจเป็นเพราะเรื่อง ภาษา ซึ่งประชาชนมีความรู้ความเข้าใจในเรื่อง การอ่านผล ATK คิดเป็นร้อยละ 78.30 เมื่อตรวจพบเชื้อสามารถนำผลไปยื่นที่โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล คิดเป็นร้อยละ 62.50 และมีสิทธิขอเข้ารับบริการในโรงพยาบาลรัฐ/โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล/คลินิกอุ่นใจ ได้โดยไม่มีความค่าใช้จ่าย คิดเป็นร้อยละ 61.70 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาข้อตอบถูก พบว่า ประชาชนตอบถูก เกี่ยวกับขั้นตอนการเข้ารับบริการได้ มากที่สุด รองลงมา คือ การรับยาและการจ่าย เป็นร้อยละ 78.30, 62.50, 62.50 ตามลำดับ

2.5 ความรู้ ความเข้าใจต่อขั้นตอนการทำความสะอาดบ้านในระบบกักตัวที่บ้าน (Home Isolation) ผลการศึกษา พบว่า ประชาชนมีความรู้ ความเข้าใจต่อขั้นตอนการทำความสะอาดบ้านในระบบกักตัวที่บ้าน (Home Isolation) โดยมีระดับความคิดเห็นภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง มีค่าคะแนนเท่ากับ 4 คะแนน เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า ประชาชนมีความรู้ความเข้าใจต่อขั้นตอนการทำความสะอาดบ้านในระบบกักตัวที่บ้าน (Home Isolation) ซึ่งประชาชนมีความรู้ ความเข้าใจในเรื่องล้าง เช็ด หรือซักอุปกรณ์ทำความสะอาดด้วยผงซักฟอกหรือน้ำยาฆ่าเชื้อ คิดเป็นร้อยละ 74.20 สวมชุดป้องกัน คิดเป็นร้อยละ 54.20 และขณะทำความสะอาดให้เปิดประตู-หน้าต่างระบายอากาศ ทำความสะอาดอุปกรณ์เครื่องใช้ ห้องน้ำห้องและจุดสัมผัสร่วม เช่น ลูกบิดประตูราวจับ ด้วยน้ำยาทำความสะอาด คิดเป็นร้อยละ 53.30 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาข้อตอบถูก พบว่า ประชาชนตอบถูกเกี่ยวกับมีการจัดตั้งหน่วยบริการผู้ป่วยโควิด ในโรงพยาบาลส่งเสริมตำบลของท่าน มากที่สุด รองลงมา คือ นอกจากจัดตั้งหน่วยบริการผู้ป่วยโควิด ในโรงพยาบาลส่งเสริมตำบลแล้ว ยังมีหน่วยงานอื่นๆ ที่ให้ความช่วยเหลือเกี่ยวกับผู้ป่วยที่ติดเชื้อโควิดและโรงพยาบาลส่งเสริมตำบล เป็นหน่วยงานที่ให้บริการด้านสาธารณสุขประเมินอาการ จ่ายยาติดตามผล คิดเป็นร้อยละ 74.20, 70.00, 58.40 ตามลำดับ

### 3.วิเคราะห์ความคิดเห็นของประชาชนต่อระบบกักตัวที่บ้าน (Home Isolation)

3.1 ความคิดเห็นต่อระบบกักตัวที่บ้าน (Home Isolation) ในภาพรวม ผลการศึกษา พบว่า ประชาชนมีความคิดเห็นต่อการคุ้มครองคนไร้ที่พึ่ง ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.55 เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน โดยเรียงลำดับค่าเฉลี่ย จากมากไปหาน้อย 3 ลำดับแรก ดังนี้ ด้านการส่งเสริมการมีส่วนร่วมของชุมชนต่อระบบกักตัวที่บ้านมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.66 ด้านความเหมาะสม ความจำเป็นที่ต้องการมีระบบกักตัวที่บ้านมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 3.62 ด้านบริการที่จัดระบบกักตัวที่บ้านให้แก่ชาวต่างชาติ/แรงงานต่างด้าว มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.46

3.2 ความคิดเห็นต่อแนวทางระบบกักตัวที่บ้าน (Home Isolation) ผลการศึกษา พบว่า ประชาชนมีความคิดเห็นต่อแนวทางระบบกักตัวที่บ้าน (Home Isolation) ว่าควรมีการให้ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับระบบกักตัวที่บ้าน (Home Isolation) แก่ประชาชนและชุมชน เพื่อที่ประชาชนและชุมชน จะได้ทราบถึงแนวทางการปฏิบัติตนมีความรู้และเข้าใจ ในสิทธิการรักษา เข้ารักษาโควิด และเข้าใจในมาตรการให้มีการแยกกันตัวที่บ้าน (Home Isolation) สำหรับผู้ป่วยโรคโควิด-19 ที่ไม่มีอาการ หรือมีอาการน้อย (จัดอยู่ในระดับสีเขียว) เพื่อให้ผู้ป่วยได้รับการรักษาที่เหมาะสมอย่างรวดเร็ว และหลักเกณฑ์ผู้ป่วยโควิด-19 ที่สามารถทำ Home Isolation ได้ ประชาชนส่วนใหญ่มีความคิดเห็นเห็นว่า ควรแนะวิธีการทำความสะอาดหรือดูแลสถานที่พักที่เหมาะสมกับการทำ Home Isolation ให้เข้าใจ หากสถานที่พักไม่เหมาะสำหรับการทำ Home Isolation ควรหาสถานที่อื่นในการกักตัว เพื่อป้องกันการแพร่เชื้อไปยังผู้ใกล้ชิด รองลงมา คือ ควรช่วยเหลือในกรณีไม่มีที่อยู่อาศัยเป็นของตนเอง และจัดส่งอาหาร

การรักษาพยาบาล เป็นการให้ ความช่วยเหลือเบื้องต้น ประชาชนส่วนใหญ่มีความคิดเห็นว่า ควรได้รับการดูแลจาก  
หน่วยงาน ของรัฐ มากกว่าที่จะเป็นการเน้นให้ชุมชนดูแล

### อภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยเรื่อง “ศึกษาความรู้ความเข้าใจ และความคิดเห็นของประชาชนในระบบกักตัวที่บ้าน (Home Isolation) กรณีศึกษาประชาชนในเขตพื้นที่ตำบลเชิงทะเล อำเภอถลาง จังหวัดภูเก็ต” ผลการศึกษาสามารถนำมา  
อภิปรายเปรียบเทียบกับแนวคิดและทฤษฎี ได้ดังนี้

1. ความรู้ ความเข้าใจของประชาชนในระบบกักตัวที่บ้าน (Home Isolation) ในระบบกักตัวที่บ้าน (Home Isolation) โดยรวม ผลการศึกษา พบว่า ประชาชนมีความรู้ ความเข้าใจต่อระบบกักตัวที่บ้าน (Home Isolation) โดยรวม มีระดับความรู้ ความเข้าใจในระดับมาก

1.1 ความรู้ความเข้าใจของประชาชนในระบบกักตัวที่บ้าน (Home Isolation) ในความหมายของระบบ  
กักตัวที่บ้าน (Home Isolation) ผลการศึกษา พบว่า ประชาชนมีความรู้ ความเข้าใจต่อความหมายของ ระบบกักตัวที่  
บ้าน (Home Isolation) มีระดับความคิดเห็นภาพรวมอยู่ในระดับมาก มีค่าคะแนนเท่ากับ 6 คะแนน

1.2 ความรู้ ความเข้าใจของประชาชนในระบบกักตัวที่บ้าน (Home Isolation) ในระบบการลงทะเบียนใน  
ระบบกักตัวที่บ้าน (Home Isolation) ผลการศึกษา พบว่า ประชาชนมีความรู้ ความเข้าใจระบบการลงทะเบียนใน  
ระบบกักตัวที่บ้าน (Home Isolation) มีระดับความคิดเห็นภาพรวมอยู่ในระดับน้อย มีค่าคะแนนเท่ากับ 0 คะแนน

1.3 ความรู้ ความเข้าใจของประชาชนในระบบกักตัวที่บ้าน (Home Isolation) ในขั้นตอนการเข้ารับบริการ  
ระบบกักตัวที่บ้าน (Home Isolation) ผลการศึกษา พบว่า ประชาชนมีความรู้ ความเข้าใจต่อขั้นตอนการเข้ารับบริการ  
โดยมีระดับความคิดเห็นภาพรวมอยู่ในระดับมาก มีค่าคะแนนเท่ากับ 7 คะแนน

1.4 ความรู้ ความเข้าใจของประชาชนขั้นตอนการทำความสะอาดบ้านในระบบกักตัวที่บ้าน (Home Isolation) ผลการศึกษา พบว่า ประชาชนมีความรู้ ความเข้าใจต่อขั้นตอนการทำความสะอาดบ้านในระบบกักตัวที่  
บ้าน (Home Isolation) โดยมีระดับความคิดเห็นภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง มีค่าคะแนนเท่ากับ 4 คะแนน  
ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ นิสากร วินูลชัย และชาติ ไทยเจริญ (2563) กล่าวว่า การเยี่ยมบ้านเป็นกิจกรรม  
หลักที่สำคัญในการพยาบาลผู้ป่วยและครอบครัวที่บ้านที่มุ่งเน้นการพยาบาลเพื่อ ตอบสนองกับปัญหาสุขภาพและ  
ความต้องการของผู้รับบริการและครอบครัวโดยปฏิบัติการพยาบาลผสมผสานเป็น องค์รวมด้านส่งเสริมสุขภาพ  
การป้องกันโรค การรักษาพยาบาลและการฟื้นฟูสภาพ ในสถานการณ์การระบาดของ โรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019  
หรือโรคโควิด-19 พยาบาลที่ปฏิบัติงานในหน่วยบริการปฐมภูมิจำเป็นต้องมีสมรรถนะ เฉพาะด้านในการประยุกต์องค์  
ความรู้และทักษะการดูแลที่เหมาะสมในการเยี่ยมบ้านให้สอดคล้องกับสถานการณ์และ บริบทที่เปลี่ยนแปลง ทั้งใน  
ระยะก่อนเยี่ยม ขณะเยี่ยม และหลังเยี่ยม เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพและความปลอดภัยในการ เยี่ยมบ้าน ส่งผลให้  
ผู้ป่วยครอบครัวและชุมชนได้รับการดูแลที่บ้านอย่างครอบคลุมทั้งในมิติทางกายใจจิตวิญญาณและ สังคม

2. ความคิดเห็นของประชาชนของประชาชนในระบบกักตัวที่บ้าน (Home Isolation) ความคิดเห็นของ  
ประชาชนของประชาชนในระบบกักตัวที่บ้าน (Home Isolation) โดยรวม พบว่า 1) ความคิดเห็นต่อระบบกักตัวที่บ้าน  
(Home Isolation) ในภาพรวม ประชาชน มีความคิดเห็นต่อการคุ้มครองคนไร้ที่พึ่ง ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก

มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.55 เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน โดยเรียงลำดับค่าเฉลี่ย จากมากไปหาน้อย 3 ลำดับแรก ดังนี้ ด้านการส่งเสริมการมีส่วนร่วมของชุมชนต่อระบบกักตัวที่บ้าน (Home Isolation) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.66 ด้านความเหมาะสม ความจำเป็นที่ต้องการมีระบบกักตัวที่บ้าน (Home Isolation) มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 3.62 ด้านบริการที่จัดระบบกักตัวที่บ้าน (Home Isolation) ให้แก่ชาวต่างชาติ/แรงงานต่างด้าว มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.46 และความคิดเห็นต่อแนวทางระบบกักตัวที่บ้าน (Home Isolation)

### ข้อเสนอแนะการวิจัย

#### 1. ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

1.1 ควรมีการประชาสัมพันธ์ในระบบการลงทะเบียนออนไลน์ และจัดให้มีเจ้าหน้าที่คอยบริการในขณะที่ย้ำมารับบริการ

1.2 ควรจัดทำคู่มือประชาสัมพันธ์ให้ความรู้เรื่องของการปฏิบัติตนและทำความสะอาดบ้านให้เหมาะสมกับระบบกักตัวที่บ้าน (Home Isolation)

1.3 คนในชุมชนควรปรับทัศนคติต่อระบบกักตัวที่บ้าน (Home Isolation) และให้คำแนะนำใน การช่วยเหลือให้กับภาคประชาชนเพิ่มขึ้น

#### 2. ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

ควรศึกษาการเตรียมความพร้อมของชุมชน ในกรณีที่ผู้รับบริการมี ความพร้อมที่จะกลับปรับปรุงแก้ไขเพื่อ สุขภาพอนามัยชุมชนได้

### เอกสารอ้างอิง

สำนักงานคณะกรรมการข้อมูลข่าวสารของราชการ. (ม.ป.ป.). ข้อมูลข่าวสารเพื่อสร้างการรับรู้สู่ชุมชน ครั้งที่ 12 / 2565 วันที่ 25 มีนาคม 2565: แนวทางการตรวจ ATK สำหรับผู้เดินทางในระบบ Test & Go. <http://www.oic.go.th/FILEWEB/CABINFOCENTER15/DRAWER048/GENERAL/DATA0001/00001096.PDF>

นิสากร วัฒนชัย และชาติ ไทยเจริญ. (2563, พฤษภาคม-สิงหาคม). การเยี่ยมบ้าน: บทบาทพยาบาลในสถานการณ์การระบาดของโรคโควิด-19 (Home Visit: Nurse Role in the COVID-19 Outbreak). *วารสารโรงพยาบาลมหาสารคาม*, 17(2). 119-127.

กรมสุขภาพจิต. (2564, สิงหาคม). *เปิดวิธีเตรียมตัวเมื่อต้องเข้าสู่ Home Isolation*. <https://www.dmh.go.th/news-dmh/view.asp?id=30983>

เจาะลึกระบบสุขภาพ. (2564, สิงหาคม 5). สสส. ร่วมฝ่าวิกฤตโควิด-19 จัดทำ “คู่มือการแยกกักตัวที่บ้าน (Home Isolation)” สำหรับผู้ป่วยสีเขียว. <https://www.hfocus.org/content/2021/08/22578>

สวทช. (2564, ตุลาคม 4). เจาะลึก AMED Telehealth แพลตฟอร์มหลังบ้าน “Home Isolation” “เตียงเสมือน” แนวรับใหม่ของบุคลากรทางการแพทย์. [https://www.nstda.or.th/home/news\\_post/amed-telehealth-20210804/](https://www.nstda.or.th/home/news_post/amed-telehealth-20210804/)

Likert, R. A. (1932). Technique for the Measurement of Attitude. *Archives Psychological*. 3(1), 42-48.

โครงสร้างสังคมพืช การกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดิน และการเปลี่ยนแปลงลักษณะ  
ทางกายภาพของผิวดินบางประการ ภายหลังจากการฟื้นฟูป่า  
ในโครงการปลูกป่าอย่างยั่งยืนของ ปตท. ในพื้นที่วังจันทร์ จังหวัดระยอง  
Ecological Structure, Above-Ground Carbon Storage  
and Some Physical Properties of Surface Soil Changes after Restoration  
in PTT's Sustainable Forest Project at Wang Chan Area, Rayong Province

คุณพงษ์ งามเนตร, ศศากร ทีจันทิก และ สมพร แมลิม  
Kanupong Ngamned\*, Sakhan Teejuntuk and Somporn Maelim

สาขาเทคโนโลยีวนวัฒน วัฒนธรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์  
Silviculture Technology, Faculty of Forestry, Kasetsart University

\*Corresponding author. E-mail: kanupong.ng@ku.th

### บทคัดย่อ

วิธีการฟื้นฟูความหลากหลายทางชีวภาพและความอุดมสมบูรณ์ของดินมีบทบาทสำคัญต่อการลดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาโครงสร้างสังคมพืช การกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดินและการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของผิวดินภายหลังจากการฟื้นฟู โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มตัวอย่างตามชั้นภูมิ ขนาด 20 ตารางเมตร ตามรูปแบบการปลูกฟื้นฟูป่า พบว่า ป่าเชิงนิเวศ (Miyawaki Forest) มีค่าดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพและความหนาแน่นของต้นไม้ มากกว่าป่าคาร์บอนต้นแบบ สวนป่าผสม และสวนผลไม้ โดยมีการกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดินของการฟื้นฟูป่าเชิงนิเวศและสวนป่าผสมมากกว่าป่าคาร์บอนต้นแบบและสวนผลไม้ เท่ากับ 8.23, 6.40, 2.47 และ 0.32 ตันต่อไร่ ตามลำดับ หลังจากการปลูกฟื้นฟูป่าความหนาแน่นรวมของดิน ป่าเชิงนิเวศและสวนป่าผสมมีค่าความหนาแน่นรวมของดินลดลง แตกต่างจากค่าเฉลี่ยของความหนาแน่นรวมของดินในป่าคาร์บอนต้นแบบและสวนผลไม้ซึ่งมีค่าเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ป่าเชิงนิเวศ ที่มีค่าความหนาแน่นรวมของดินลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินชั้นบนของการฟื้นฟูป่าแต่ละรูปแบบมีการเปลี่ยนแปลงหลังจากการฟื้นฟู โดยมีความเป็นกรดลดลงในป่าคาร์บอนต้นแบบและป่าเชิงนิเวศ แต่ในสวนป่าผสมดินกลับมีความเป็นกรดมากขึ้น ในภาพรวมการฟื้นฟูป่าที่มีสังคมพืชที่แตกต่างกันส่งผลต่อโครงสร้างทางกายภาพของผิวดินและการกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดิน

**คำสำคัญ:** การฟื้นฟูป่า มิยาซากิ การกักเก็บคาร์บอน การเปลี่ยนแปลงผิวดิน



## ABSTRACT

This Study was to estimate above-ground Carbon Sequestration and physical properties of Surface Soil Changes after a 6-years forest restoration. A total of 21 plots were Stratified random Sampling with 20 x 20 Square Meters plot Size, according to the reforestation Model. The Importance Value Index of Species each a plot and tree biomass was determined. In addition, topsoil Samples were Collected at 0-5 Cm. depth. The results of the Study revealed that Miyawaki Forests had the highest Shannon indexes, density of trees, and understory which were higher than the forest plantation, Mixed plantations, and orchards. Difference of ecological Structure had been Shown an average of above-ground Carbon Sequestration (AGC) on Significantly different ( $P < 0.001$ ), with Miyawaki Forests and Mixed plantations having an AGC of 8.23 and 6.40 tons per rai, More than the forest plantation and orchard with AGC of 2.47 tons per rai and 0.32 tons per rai, respectively. Miyawaki forests were Showed Soil physical Characteristics which bulk density was Significantly decreased ( $P < 0.05$ ) and all forest restoration Models were presented a reduction of Soil acid with a pH increase different inversely from Mixed-plantation, which was decreased. Overview, Community plants from different restoration types were affected AGC and were improved Some physical Structures of the topsoil.

**Keywords:** Miyawaki forest, Above-ground Carbon Sequestration, Surface Soil Change

## บทนำ

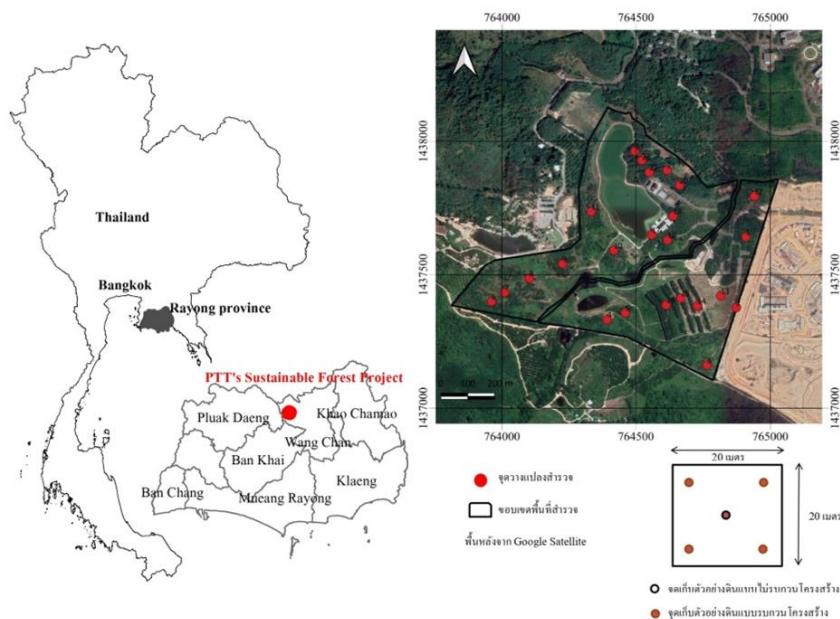
การฟื้นฟูป่าเป็นกลยุทธ์หนึ่งในการบรรลุเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนตามกรอบทิศทางการพัฒนาของโลกที่องค์การสหประชาชาติ ในเป้าหมายที่ 13 คือ การรับมือกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (SDG 13) โดยจะบรรลุได้ต้องอาศัยหลักวิทยาศาสตร์การฟื้นฟูป่า ซึ่งการฟื้นฟูป่าที่ดินมีบทบาทสำคัญต่อการลดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ วิธีการฟื้นฟูป่าโดยอาศัยความหลากหลายทางชีวภาพและเทคนิคที่เหมาะสม เป็นสิ่งจำเป็นต่อการป้องกันการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพและความอุดมสมบูรณ์ของดิน และเป้าหมายที่ 15 คือ การใช้ประโยชน์จากระบบนิเวศทางบก (SDG 15) ว่าด้วยเรื่องของการป้องกัน ฟื้นฟูป่าและส่งเสริมการใช้ประโยชน์จากระบบนิเวศทางบกอย่างยั่งยืนโดยอาศัยหลักการของการจัดการป่าไม้อย่างยั่งยืน ในการต่อสู้กับการเสื่อมสภาพของที่ดินและการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพ ซึ่งปัจจัยที่สำคัญก็คือการฟื้นฟูป่าที่เสื่อมโทรม

ในปี พ.ศ. 2523 อากิระ มียาวากิ (Professor Akira Miyawaki) เริ่มคิดค้นนวัตกรรมการฟื้นฟูป่าในประเทศญี่ปุ่น ที่จะฟื้นฟูป่าระบบนิเวศและบรรเทาการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งสามารถช่วยเร่งกระบวนการฟื้นฟูป่าที่เสื่อมโทรมโดยเฉพาะอย่างยิ่งในพื้นที่ที่มีปริมาณน้ำฝนสูง (Schirone et al., 2011) และในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ อเมริกาใต้ และสาธารณรัฐประชาชนจีน สามารถปรับปรุงฟื้นฟูป่าระบบนิเวศป่าไม้ให้มีหลายชั้นเรือนยอดในเวลา 20 ถึง 30 ปี (Miyawaki, 1999) โดยพื้นฐานคือการฟื้นฟูป่าพื้นที่ที่ถูกทำลายโดยการรักษาสังคมสิ่งมีชีวิตในพื้นที่ให้ทำหน้าที่ตามโครงสร้างของระบบนิเวศ เป็นความท้าทายในการฟื้นฟูป่าให้มีความซับซ้อนของระบบนิเวศและมีหลายชั้นเรือนยอด (Miyawaki, 2004) ซึ่งเป็นเทคนิคในการปลูกป่าฟื้นฟูระยะเวลาโดยใช้พืชพรรณพื้นเมืองในการสร้าง

ระบบนิเวศ ในขณะที่สวนป่าใช้หลักการทางนิเวศวิทยาและวนวัฒนวิธีในการจัดการโครงสร้างป่าและผลผลิต ให้เหมาะสมตามลักษณะภูมิประเทศและภูมิอากาศของแต่ละพื้นที่ (Hartley, 2002) โดยทั่วไปวงจรการฟื้นตัวของป่าในพื้นที่แห้งแล้งจะปกคลุมด้วยไม้เบิกนำและพุ่มหญ้าที่ทนแดดและเติบโตเร็ว (Late Successional Species) จนกลายเป็นป่าธรรมชาติในที่สุด โดยอาจใช้เวลาเป็นทศวรรษและอาจเกิดขึ้นหลังจาก 20 ปีขึ้นไป ในโครงการปลูกป่าทดแทนส่วนใหญ่จะให้การปลูกผสมไม้โตเร็วมากกว่าหนึ่งสายพันธุ์ จนถูกแทนที่ด้วยไม้เรือนยอดชั้นกลาง (Intermediate Species) ซึ่งจำลองกระบวนการทางธรรมชาติของนิเวศวิทยาเพื่อให้ถึงจุดที่ป่าเจริญเติบโตสูงสุดโดยใช้วนวัฒนวิธี ส่วนในทฤษฎีการปลูกป่าเชิงนิเวศ (Miyawaki Forest) ปลูกไม้ท้องถิ่นที่มีลักษณะทางนิเวศวิทยาเป็นไม้ระดับกลาง (Intermediate Species) และไม้เด่น (Late Successional Species) ผสมผสานกันและปรับปรุงโครงสร้างดิน เพื่อลดระยะเวลาในการฟื้นฟูป่า (Schirone et al., 2011) ดินมีบทบาทสำคัญต่อการทำงานของระบบนิเวศ ลักษณะทางกายภาพของดิน มีบทบาทสำคัญต่อความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืช การทำหน้าที่ของราก และการถ่ายเทความร้อนและอากาศ และยังส่งผลต่อลักษณะทางเคมีและชีวภาพ (Phogat et al., 2015) และมีบทบาทอย่างยิ่งในการหายใจของรากพืชและจุลินทรีย์ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของแร่ธาตุและการย่อยสลาย

ความสำเร็จของการฟื้นฟูป่าขึ้นอยู่กับความเข้าใจในเรื่องของความสัมพันธ์ของระบบนิเวศที่มีความซับซ้อนแตกต่างกันในแต่ละระบบนิเวศ และการจัดการที่ดินที่แตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ ดังนั้น การศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาโครงสร้างสังคมพืช การกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดิน และการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางกายภาพของผิวดินภายหลังจากการฟื้นฟูป่า ในโครงการปลูกป่าอย่างยั่งยืนของ ปตท. ในพื้นที่วังจันทร์ จังหวัดระยอง เพื่อทำความเข้าใจประโยชน์ของการฟื้นฟูป่าในมิติของทรัพยากรดิน การจัดการหลังการฟื้นฟูป่าที่ถูกต้องและแม่นยำ และเป็นต้นแบบของการฟื้นฟูป่าที่ยั่งยืน

### วิธีดำเนินการวิจัย



ภาพที่ 1 พื้นที่ศึกษาและการวางแปลงตัวในโครงการปลูกป่าอย่างยั่งยืนของ ปตท. ในพื้นที่วังจันทร์ จังหวัดระยอง

พื้นที่ศึกษาอยู่ในโครงการปลูกป่าอย่างยั่งยืนของ ปตท. ในพื้นที่วังจันทร์ จังหวัดระยอง เป็นโครงการลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจตามมาตรฐานของประเทศไทย (Thailand Voluntary Emission Reduction) เริ่มปลูกพื้นที่ป่าเมื่อเดือนกรกฎาคม พ.ศ.2557 หลากหลายรูปแบบ ได้แก่ พื้นที่วิจัยรูปแบบการปลูกป่าซึ่งใช้เทคนิคการปลูกรูปแบบของวนเกษตรที่มีต้นสักและไม้มีค่าเป็นหลัก แปลงพื้นที่ป่าธรรมชาติซึ่งใช้เทคนิคการปลูกป่าเชิงนิเวศ (Miyawaki Method) และป่าคาร์บอนต้นแบบ ลักษณะดินก่อนการฟื้นฟู ความอุดมสมบูรณ์ของดิน อยู่ในระดับต่ำถึงปานกลาง (คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์, 2557) รวบรวมข้อมูลจากเอกสารทางวิชาการ งานวิจัย และข้อมูลการสำรวจต่างๆ รวมไปถึงข้อมูลลักษณะดิน สมบัติทางกายภาพและเคมีของดินก่อนการฟื้นฟู วางแผนการทดลองแบบสุ่มตัวอย่างตามชั้นภูมิ (Stratified Random Sampling) ตามรูปแบบการปลูกพื้นที่ป่า ได้แก่ ป่าคาร์บอนต้นแบบป่าเชิงนิเวศ สวนผลไม้ และสวนป่าผสม (ภาพที่ 1) โดยใช้โปรแกรมทางระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ วางแปลงตัวอย่างขนาด 20 ตารางเมตร ทั้งสิ้น 21 แปลง จำแนกชนิดพันธุ์ที่พบตามหลักอนุกรมวิธาน และวัดขนาดความโตที่ระดับ 1.3 เมตร ของไม้ที่มีขนาดเส้นศูนย์กลางเพียงอก (Diameter at Breast Height, DBH) ตั้งแต่ 4.5 เซนติเมตร และวัดความสูง วางแปลงตัวอย่างขนาด 4 ตารางเมตร บริเวณมุมแปลง สำหรับสำรวจไม้หนุ่ม (Sapling) โดยจำแนกชนิดพันธุ์ไม้ที่สูงกว่า 1.3 เมตร แต่ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเพียงอกไม่ถึง 2 เซนติเมตร และวางแปลง 1 ตารางเมตร บริเวณมุมแปลงตัวอย่างเพื่อสำรวจกล้าไม้ (Seeding) แล้วบันทึกข้อมูล เก็บตัวอย่างดินชั้นบนแบบไม่รบกวนโครงสร้างโดยใช้กระบอกลูกเต๋าดินขนาด 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร จำนวน 3 จุด สำหรับวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ เก็บตัวอย่างดินชั้นบนที่ระดับความลึก 0 - 5 เซนติเมตร

การวิเคราะห์ดินในห้องปฏิบัติการ วิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพของดิน ค่าความหนาแน่นรวม (Bulk Density) คำนวณจากสัดส่วนระหว่างน้ำหนักดินแห้งและปริมาตรดิน ความพรุน (Porosity) เป็นสัดส่วนระหว่างปริมาตรของสิ่งที่ไม่ใช่ของแข็งและวิเคราะห์ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (Soil pH) วัดโดยเครื่องวัด pH (pH Meter) โดยใช้อัตราส่วนระหว่างดินและน้ำ เท่ากับ 1:1 (รุ่งเรือง พูลศิริ, 2558)

วิเคราะห์ความถี่สัมพัทธ์ (Relative Frequency) ความหนาแน่นสัมพัทธ์ (Relative Density) ความเด่นสัมพัทธ์ (Relative Dominance) และดัชนีความสำคัญทางนิเวศวิทยา (Important Value Index, IVI) (อุทิศ, 2542) ค่าความหลากหลายของชนิดพันธุ์คำนวณได้จากค่า Shannon-Wiener Index of Diversity ตามวิธีการของ (Krebs, 1972) และคำนวณหามวลชีวภาพเหนือพื้นดินในแปลงตัวอย่าง โดยใช้สมการอัลโลเมตรีสำหรับคำนวณหามวลชีวภาพของต้นไม้ใน ป่าดิบแล้ง ป่าดิบเขา (Tsutsumi et al., 1983) รูปแบบสมการดังนี้

$$W_s = 0.0509(D2H)^{0.919} \dots\dots\dots \text{มวลชีวภาพส่วนของลำต้น (กิโลกรัม)}$$

$$W_b = 0.00893(D2H)^{0.977} \dots\dots\dots \text{มวลชีวภาพส่วนของลำต้น (กิโลกรัม)}$$

$$W_i = 0.0140(D2H)^{0.669} \dots\dots\dots \text{มวลชีวภาพส่วนของใบ (กิโลกรัม)}$$

โดยที่ D = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับอก (เซนติเมตร)

$$H = \text{ความสูงของต้นไม้ถึงปลายยอด (เมตร)}$$

จากนั้นประเมินการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพเหนือพื้นดินในแปลงตัวอย่างได้จากค่าสัดส่วนของคาร์บอนในมวลชีวภาพของเนื้อไม้ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 47 ของ IPCC (Change, 2006)

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยโปรแกรม RStudio ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของการกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดิน ค่าความพรุนของดิน (Porosity) และความหนาแน่นของอนุภาคดิน (Particle Density) โดยใช้

วิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกทางเดียว (one-way ANOVA) และทดสอบความแตกต่างระหว่างกลุ่มด้วย HSD Test ในส่วนการเปลี่ยนแปลง Bulk Density และ Soil pH ก่อนการฟื้นฟูจากผลการศึกษาทรัพยากรดิน โครงการวิจัยข้อมูลฐานด้านสิ่งแวดล้อมและชุมชนสำหรับโครงการปลูกป่าอย่างยั่งยืนของ ปตท. ในพื้นที่วังจันทร์ (คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์, 2557) และหลังการฟื้นฟูมาทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ T-test จากนั้นเปรียบเทียบความต่าง (Contrast Comparison) ระหว่างกลุ่มด้วยสถิติ Bonferroni Test

## ผลการวิจัยและอภิปรายผล

### 1. ลักษณะของหมูไม้และการกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดิน

จากการวางแผนตัวอย่าง หมูไม้มีอายุ 6 ปี จำนวน 21 แปลง พบว่า พรรณไม้ จำนวน 41 วงศ์ 134 ชนิด แบ่งตามระดับของพรรณไม้ ได้แก่ พรรณไม้ระดับไม้ใหญ่ (Tree) จำนวน 113 ชนิด พรรณไม้ระดับไม้หนุ่ม (Sapling) จำนวน 76 ชนิด และมีพรรณไม้ระดับกล้าไม้ (Seedling) จำนวน 7 ชนิด โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1.1 ป่าคาร์บอนต้นแบบ มีแปลงตัวอย่าง จำนวน 10 แปลง ประกอบด้วยพรรณไม้ระดับไม้ใหญ่ 51 ชนิด ค่าดัชนีความหลากหลาย (Shanon Index) ตั้งแต่ 0.83 ถึง 2.21 ปรากฏไม้เด่น เช่น ยางนา (*Dipterocarpus Alatus* Roxb. ex G. Don), ชี้เหล็กบ้าน (*Senna Surattensis* (Burm. f.) H. S. Irwin & Barneby), ซ้อย (*Streblus Asper*). ประดู่ป่า (*Pterocarpus Macrocarpus* Kurz), มะค่าโมง (*Azelia Xylocarpa* (Kurz) Craib), สาหร (Millettia *Leucantha* Kurz var. *Buteoides* (Gagnep.) P. K. Lóc), พะยุง (*Dalbergia Cochinchinensis* Pierre), อินทรีชิต (*Lagerstroemia Loudonii* Teijsm. & Binn.) และ สัก (*Tectona Grandis* L. f.) เป็นต้น มีความหนาแน่นของต้นไม้  $52.40 \pm 5.16$  ต้นต่อแปลง คิดเป็น 209.6  $\pm$  21.76 ต้นต่อไร่ มีขนาดความสูงของหมูไม้ เฉลี่ย  $6.75 \pm 1.88$  เมตร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง เฉลี่ย  $8.51 \pm 3.38$  เซนติเมตร พื้นที่หน้าตัด  $0.37 \pm 0.03$  ตารางเมตรต่อแปลง และมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน  $1,314.35 \pm 194.69$  กิโลกรัมต่อแปลง คิดเป็นปริมาณคาร์บอนสะสม เท่ากับ  $617.75 \pm 91.50$  กิโลกรัมต่อแปลง นอกจากนี้ พบว่า ไม้หนุ่มมีความหนาแน่นของต้นไม้  $142.50$  ต้นต่อไร่ ประกอบด้วยพรรณไม้ 22 ชนิด เช่น ประดู่ป่า มะขามป้อม อินทรีชิต ตะแบกนา สีเสียดแก่น อินทนิลน้ำ อีต่า ทองกวาว พะยอม พะยุง และมะค่าโมง และกล้าไม้มีความหนาแน่นของต้นไม้ 1,120 ต้นต่อไร่ ประกอบด้วยพรรณไม้ 3 วงศ์ 4 ชนิด คือ มะขามป้อม เม็ก ตะแบกนา และอินทรีชิต

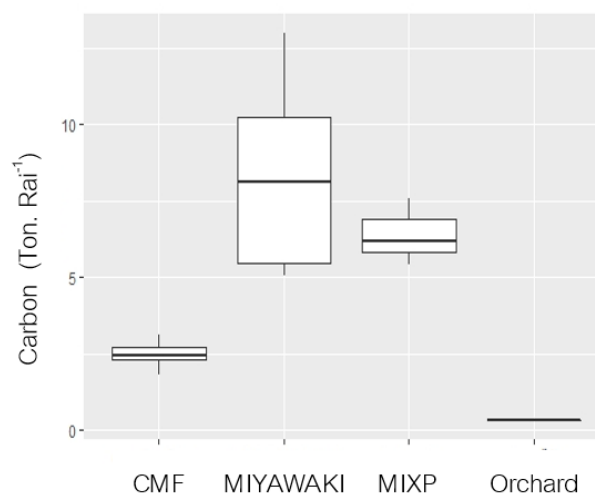
1.2 สวนป่าผสม มีแปลงตัวอย่าง จำนวน 3 แปลง ประกอบด้วยพรรณไม้ระดับไม้ใหญ่ 6 ชนิด ค่าดัชนีความหลากหลาย (Shanon Index) ตั้งแต่ 0.37 ถึง 1.12 ปรากฏไม้เด่น เช่น กระถินเทพา (*Acacia Mangium* Willd.) และ สัก (*Tectona Grandis* L. f.) มีความหนาแน่นของต้นไม้  $19.33 \pm 3.40$  ต้นต่อแปลง คิดเป็น  $77.33 \pm 16.65$  ต้นต่อไร่ มีขนาดความสูงของหมูไม้ เฉลี่ย  $11.15 \pm 5.06$  เมตร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง เฉลี่ย  $16.02 \pm 10.13$  เซนติเมตร พื้นที่หน้าตัด  $0.54 \pm 0.05$  ตารางเมตรต่อแปลง และมวลชีวภาพ  $3,405.96 \pm 587.67$  กิโลกรัมต่อแปลง คิดเป็นปริมาณคาร์บอนสะสม เท่ากับ  $1,600.80 \pm 276.25$  กิโลกรัมต่อแปลง นอกจากนี้ พบว่า ไม้หนุ่มมีความหนาแน่นของต้นไม้ 75.00 ต้นต่อไร่ ประกอบด้วยพรรณไม้ 4 ชนิด คือ ประดู่ป่า พะยุง มะค่าโมง และสัก ไม่พบพรรณไม้ระดับลูกไม้ในแปลงตัวอย่าง

1.3 ป่าเชิงนิเวศ (MIYAWAKI) มีแปลงตัวอย่าง จำนวน 7 แปลง ประกอบด้วยพรรณไม้ระดับไม้ใหญ่ 83 ชนิด ค่าดัชนีความหลากหลาย (Shanon Index) ตั้งแต่ 2.00 ถึง 3.10 ปรากฏไม้เด่น เช่น มะเดื่ออุทุมพร (*Ficus Racemosa*

L.), จีวป่า (*Bombax Ancaps Pierre*) ชี้เหล็กบ้าน (*Senna Surattensis (Burm. f.)*) สมพง (*Tetrameles Nudiflora R. Br.*) ปออีแก้ง (*Pterocymbium Tinctorium (Blanco) Merr.*) สะแกนา (*Combretum Quadrangulare Kurz*) และ ชงโค (*Bauhinia Purpurea L.*) เป็นต้น มีความหนาแน่นของต้นไม้  $43.20 \pm 16.30$  ต้นต่อแปลงตัวอย่าง คิดเป็น  $366.28 \pm 72.77$  ต้นต่อไร่ มีขนาดความสูงของหมู่ไม้ เฉลี่ย  $8.13 \pm 2.63$  เมตร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง เฉลี่ย  $9.98 \pm 5.70$  เซนติเมตร พื้นที่หน้าตัด  $0.76 \pm 0.18$  ตารางเมตรต่อแปลง และมวลชีวภาพ  $4,379.77 \pm 1,689.37$  กิโลกรัมต่อแปลง คิดเป็นปริมาณคาร์บอนสะสม เท่ากับ  $2,058.49 \pm 793.99$  กิโลกรัมต่อแปลง นอกจากนี้ พบว่า ไม้หนุ่มมีความหนาแน่นของต้นไม้  $892.86$  ต้นต่อไร่ ประกอบด้วยพรรณไม้ 63 ชนิด เช่น ตะเคียนทอง มะเกลือ เม่าช้าง กระเบาหลัก ชำมะเลียง ไทรย้อยใบแหลม ประคำไก่ พะยอม กระท่อมหมู แก้ว ชันทองพยับบาท และตะแบกนา กล้าไม้มีความหนาแน่นของต้นไม้  $342.86$  ต้นต่อไร่ ประกอบด้วยพรรณ 3 ชนิด คือ จิกสวน ข่อย และมะเกลือ

1.4. สวนผลไม้ มีแปลงตัวอย่าง จำนวน 1 แปลง พบไม้ใหญ่ 7 วงศ์ 7 ชนิด ค่าดัชนีความหลากหลาย (Shanon Index) เท่ากับ 1.77 ปรากฏไม้เด่น เช่น มะม่วง (*Mangifera Indica L.*), สะเดา (*Azadirachta Indica A. Juss.*) และ ยอด (*Spinacia Oleracea L.*) มีความหนาแน่นของต้นไม้ 11 ต้นต่อแปลงตัวอย่าง คิดเป็น 44 ต้นต่อไร่ มีขนาดความสูงของหมู่ไม้ เฉลี่ย  $3.93 \pm 1.22$  เมตร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง เฉลี่ย  $8.44 \pm 4.03$  เซนติเมตร พื้นที่หน้าตัด  $0.07$  ตารางเมตร และมวลชีวภาพ  $170.25$  กิโลกรัม คิดเป็นปริมาณคาร์บอนสะสม เท่ากับ  $80.02$  กิโลกรัมต่อแปลง ไม่พบพรรณไม้ระดับไม้หนุ่มและลูกไม้ เนื่องจากมีการไถพรวนกำจัดวัชพืช

เมื่อเปรียบเทียบความหลากหลายทางชีวภาพ จะเห็นว่า การปลูกป่าเชิงนิเวศและป่าคาร์บอนต้นแบบมีความหลากหลายทางชนิดพันธุ์และความหนาแน่นของหมู่ไม้ มากกว่าสวนป่าผสมและสวนผลไม้ ตามลำดับ รูปแบบการฟื้นฟูทั้งหมดยังมีค่าความหลากหลายทางชนิดพันธุ์น้อยกว่าในแปลงตัวอย่างถาวรของป่าธรรมชาติ ในอุทยานแห่งชาติเขาชะเมา เขาวง (ธรรมนุญ เต็มไชย และ ชุมพล แก้วเกตุ, 2556) มีค่าความหลากหลาย (Shanon Index) เท่ากับ 3.86 แต่การปลูกป่าเชิงนิเวศ ก็มีค่าความหลากหลายใกล้เคียงกับ ป่าดิบแล้งเขากระโคง-เขาขาด จังหวัดตราด ที่มีค่าความหลากหลาย เท่ากับ 2.82 (อนุชา ทะรา, 2552)

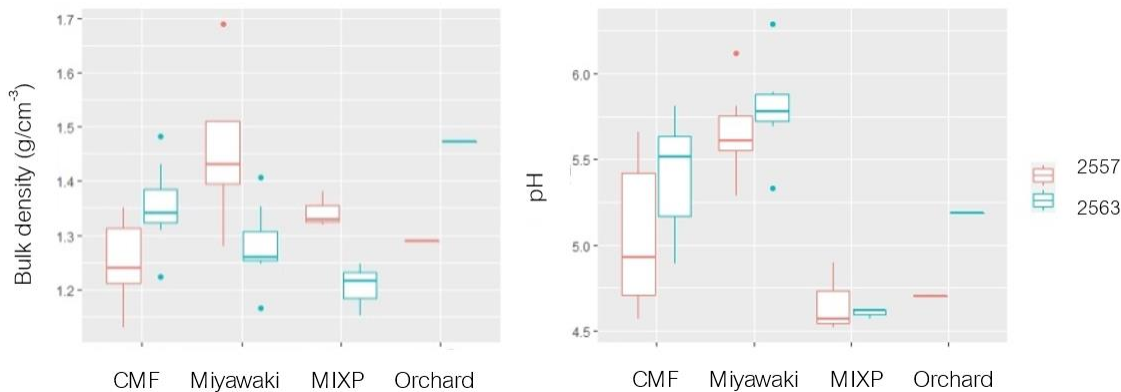


ภาพที่ 2 แสดงการกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดิน (ซ้าย) และการสะสมคาร์บอนบริเวณผิวดิน (ขวา) ตามรูปแบบการฟื้นฟูที่แตกต่างกัน (CMF = ป่าคาร์บอนต้นแบบ, MIYAWAKI = ป่าเชิงนิเวศ, MIXP = สวนป่าผสม และ Orchard = สวนผลไม้)

เมื่อเปรียบเทียบการกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดินของหมุ่ไม้อายุ 6 ปี จากการใช้รูปแบบการฟื้นฟูที่ต่างกัน พบว่า การสะสมคาร์บอนเหนือพื้นดินแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.001$ ) โดยรูปแบบการฟื้นฟูป่าเชิงนิเวศและสวนป่าผสมมีการกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดินมากกว่าป่าคาร์บอนต้นแบบ โดยมีค่าเฉลี่ยของการกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดิน เท่ากับ  $8.23 \pm 3.18$ ,  $6.40 \pm 1.10$  และ  $2.47 \pm 0.37$  ตันต่อไร่ ตามลำดับ ดังภาพที่ 2 การฟื้นฟูป่าทุกแปลงสำรวจมีปริมาณการกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดินมากกว่าสวนผลไม้ซึ่งมีการกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดิน 0.32 ตันต่อไร่เท่านั้น เมื่อเปรียบเทียบการกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดินกับโครงการปลูกป่า FPT 49 จังหวัดนครราชสีมา ซึ่งปลูกตั้งแต่ปี พ.ศ. 2538 – 2552 (14 ปี) มีค่าการสะสมคาร์บอนเฉลี่ยเท่ากับ 6.05 ตันต่อไร่ (กานต์นภัส ดวงกลาง และคณะ, 2561) พบว่า รูปแบบการฟื้นฟูป่าเชิงนิเวศและสวนป่าผสมสามารถกักเก็บคาร์บอนได้มากกว่าโครงการปลูกป่า FPT 49 และเมื่อนำมาคำนวณเป็นค่าเฉลี่ยการกักเก็บคาร์บอนรายปี พบว่า การปลูกฟื้นฟูป่าเชิงนิเวศและสวนป่าผสมนั้นมีค่าเฉลี่ยการกักเก็บคาร์บอนเท่ากับ 1.37 และ 1.07 ตันต่อไร่ต่อปี มีค่ามากกว่าการกักเก็บคาร์บอนในโครงการปลูกป่า FPT 49 ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 0.43 ตันต่อไร่ต่อปี ซึ่งมีความใกล้เคียงกับค่าเฉลี่ยการกักเก็บคาร์บอนของป่าคาร์บอนต้นแบบ 0.43 ตันต่อไร่ต่อปี ทั้งนี้ป่าคาร์บอนต้นแบบ มีปริมาณการกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดิน ในระดับเดียวกันกับการฟื้นฟูป่าธรรมชาติ อายุ 5 ปี โดยมีการกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดิน 2.87 ตันต่อไร่ (Viégas et al., 2019) ซึ่งปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณการสะสมคาร์บอนเหนือพื้นดินต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ คือความสัมพันธ์ค่าความหนาแน่นของต้นไม้ในหมุ่ไม้ (Billard et al., 2020) นอกจากนี้ สวนป่าผสม ซึ่งปรากฏไม้เด่น คือ กระจิงเตพา และ สัก มีความหนาแน่นของต้นไม้ น้อยกว่า 100 ตันต่อไร่ มีปริมาณการกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดินน้อยกว่า ในสวนป่ากระจิงเตพา อายุ 6 ปี ในประเทศอินโดนีเซีย ซึ่งมีปริมาณคาร์บอนเหนือพื้นดินสะสม เท่ากับ 14.25 ตันต่อไร่ (คำนวณจากค่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดิน เท่ากับ 30.32 ตันต่อไร่) (Nambiar and Harwood, 2014) และ ในสวนป่ากระจิงเตพา ในจังหวัดนครราชสีมา ซึ่งมีปริมาณคาร์บอนเหนือพื้นดินสะสม 14.79 ตันต่อไร่ (เสริมพงศ์ นวลงาม และ จงรัก วัชรินทร์รัตน์, 2543) ทั้งนี้ เนื่องจากสวนป่ามีการปลูกผสม โดยมีประดู่ป่า พะยุง มะค่าโมง และสัก ซึ่งเป็นไม้ที่มีอัตราการเติบโตช้าถึงปานกลาง

## 2. ลักษณะทางกายของดินชั้นบนและเปลี่ยนแปลงภายหลังจากการฟื้นฟู

หลังจากการปลูกฟื้นฟูป่าเป็นเวลา 6 ปี เนื้อดินบางแปลงตัวอย่างปรากฏการเปลี่ยนแปลงสัดส่วนระหว่างอนุภาคทราย อนุภาคทรายแป้ง และอนุภาคดินเหนียว โดยเปลี่ยนเนื้อดินจากดินร่วนปนทราย (Sandy Loam) เป็นดินทรายปนดินร่วน (Loamy Sand) โดยเฉพาะในป่าเชิงนิเวศ ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินชั้นบนของการฟื้นฟูป่าแต่ละรูปแบบ มีความเป็นกรดลดลง โดยที่ป่าคาร์บอนต้นแบบ และป่าเชิงนิเวศ มีค่าค่าเฉลี่ยของความเป็นกรดเป็นด่างของดินชั้นบน เพิ่มขึ้นจาก  $5.04 \pm 0.413$  เป็น  $5.42 \pm 0.316$  และ  $5.66 \pm 0.26$  เป็น  $5.80 \pm 0.29$  แต่ในสวนป่าผสมมีค่าลดลงจาก  $4.66 \pm 0.20$  เป็น  $4.60 \pm 0.03$  ตามลำดับ และในสวนผลไม้ไม่มีความเป็นกรดลดลงเช่นกันโดยมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินชั้นบน เพิ่มขึ้นจาก 4.70 เป็น 5.19 ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 แสดงลักษณะทางกายภาพและทางเคมีของดิน ก่อนและหลังจากการใช้รูปแบบการฟื้นฟูที่ต่างกัน (CMF = ป่าคาร์บอนต้นแบบ, MIYAWAKI = ป่าเชิงนิเวศ, MIXP = สวนป่าผสม และ Orchard = สวนผลไม้)

ค่าความพรุนของดิน (Porosity) ของแต่ละรูปแบบการปลูกฟื้นฟูมีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.01$ ) โดยสวนป่าผสมมีค่าเฉลี่ยของความพรุนในดินมากที่สุด  $57.9 \pm 6.37\%$  รองลงมาเป็นป่าเชิงนิเวศ ( $51.5 \pm 3.26\%$ ) และป่าคาร์บอนต้นแบบ ( $48.4 \pm 3.24\%$ ) ซึ่งทั้งหมดมีค่าเฉลี่ยของความพรุนในดินมากกว่าค่าความพรุนในดินของสวนผลไม้ ( $44.5\%$ ) ความหนาแน่นของอนุภาคดิน (Particle Density) ของแต่ละรูปแบบการปลูกฟื้นฟูมีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) โดยสวนป่าผสมมีค่าเฉลี่ยของความหนาแน่นของอนุภาคดิน  $2.63 \pm 0.05$  กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร มากกว่าป่าเชิงนิเวศ ( $2.64 \pm 0.034$  กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร) และป่าคาร์บอนต้นแบบ ( $3.08 \pm 0.67$  กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร) และค่าความหนาแน่นของอนุภาคดินของสวนผลไม้ ( $2.66$  กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร) ซึ่งมีค่าที่ใกล้เคียงกัน ในส่วนของค่าเฉลี่ยของความหนาแน่นรวมของดิน (Bulk Density) แตกต่างกันตามรูปแบบการฟื้นฟูป่า

ค่าเฉลี่ยของความหนาแน่นรวมของดินในป่าคาร์บอนต้นแบบและค่าความหนาแน่นรวมของดินในสวนผลไม้ซึ่งมีค่าเพิ่มขึ้น จาก  $1.25 \pm 0.07$  เป็น  $1.35 \pm 0.07$  และ  $1.29$  เป็น  $1.47$  กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ตามลำดับ แตกต่างจากป่าเชิงนิเวศและสวนป่าผสมมีค่าความหนาแน่นรวมของดินลดลงจาก  $1.46 \pm 0.13$  เป็น  $1.28 \pm 0.08$  และ  $1.34 \pm 0.03$  เป็น  $1.20 \pm 0.05$  กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ตามลำดับ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ป่าเชิงนิเวศที่มีค่าความหนาแน่นรวมของดินลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) ดังภาพที่ 3 เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาของ Guo (2018) พบว่า มีค่าความหนาแน่นรวมของดินอยู่ในระดับเดียวกัน มีความสอดคล้องกันในเรื่องของการฟื้นฟูป่าที่มีวิธีแตกต่างกันส่งผลกระทบต่อลักษณะทางกายภาพของดินที่แตกต่างกัน โดยรูปแบบการฟื้นฟูป่าเชิงนิเวศ (Miyawaki forest) ปรากฏดินที่ความหนาแน่นรวมน้อยกว่าป่าที่ปลูกตามประเพณีรวมไปถึงแปลงควบคุมในการทดลองนั้น

### สรุปผล

โครงการปลูกป่าอย่างยั่งยืนของ ปตท. ในพื้นที่วังจันทร์ จังหวัดระยอง มีการปลูกฟื้นฟูป่า อายุ 6 ปี ได้แก่ ป่าคาร์บอนต้นแบบ ป่าเชิงนิเวศ สวนผลไม้ และสวนป่าผสม จากการวางแปลงตัวอย่าง จำนวน/แปลง พบว่า พรรณไม้ จำนวน 41 วงศ์ 134 ชนิด โดยป่าเชิงนิเวศ (Miyawaki Forest) มี ค่าดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพมากกว่าป่า

คาร์บอนดินแบบ สวนป่าผสม และสวนผลไม้ โดยป่าเชิงนิเวศ มีความหนาแน่นของต้นไม้ 366.28 ต้นต่อไร่ ไม้หนุ่ม 892.86 ต้นต่อไร่ กล้าไม้ 342.86 ต้นต่อไร่ ป่าคาร์บอนดินแบบมีความหนาแน่นของต้นไม้ 209.6 ต้นต่อไร่ ไม้หนุ่ม 142.50 ต้นต่อไร่ กล้าไม้ 1,120 ต้นต่อไร่ สวนป่าผสมมีความหนาแน่นของต้นไม้ 77.33 ต้นต่อไร่ ไม้หนุ่ม 75.00 ต้นต่อไร่ และสวนผลไม้มีความหนาแน่นของต้นไม้ 44 ต้นต่อไร่ การกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดินของการฟื้นฟูป่าเชิงนิเวศ และสวนป่าผสมมีมากกว่าป่าคาร์บอนดินแบบ เท่ากับ 8.23, 6.40 และ 2.47 ต้นต่อไร่ มากกว่าสวนผลไม้ซึ่งมีค่าการกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดิน 0.32 ต้นต่อไร่เท่านั้น

หลังจากการปลูกฟื้นฟูป่า เนื้อดินบางแปลงตัวอย่างมีการเปลี่ยนแปลงจากดินร่วนปนทราย เป็นดินทรายปนดินร่วน สวนป่าผสมมีความพรุนในดินและความหนาแน่นของอนุภาคดิน มากกว่าป่าเชิงนิเวศ ป่าคาร์บอนดินแบบ และสวนผลไม้ ในส่วนของความหนาแน่นรวมของดิน ป่าเชิงนิเวศและสวนป่าผสมมีค่าลดลง แตกต่างจากค่าเฉลี่ยของความหนาแน่นรวมของดินในป่าคาร์บอนดินแบบและสวนผลไม้ซึ่งมีค่าเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ป่าเชิงนิเวศที่มีค่าความหนาแน่นรวมของดินลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินชั้นบนของการฟื้นฟูป่าแต่ละรูปแบบมีการเปลี่ยนแปลงหลังจากการฟื้นฟูมีความเป็นกรดลดลงในป่าคาร์บอนดินแบบและป่าเชิงนิเวศ แต่ในสวนป่าผสมดินกลับมีความเป็นกรดมากขึ้น

### กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณผู้บริหารและ เจ้าหน้าที่ศูนย์เรียนรู้ป่าวังจันทร์ สถาบันปลูกป่า ปตท. ในพื้นที่ตำบลป่ายุบใน อำเภอวังจันทร์ จังหวัดระยอง ที่ให้การช่วยเหลือด้านข้อมูล เอื้อเฟื้อสถานที่ทำวิจัย และอำนวยความสะดวกในการเก็บข้อมูลภาคสนาม ขอขอบคุณพี่ๆ น้องๆ โดยเฉพาะ คุณสุวิทย์ นวะระคำ คุณจักรพงษ์ ทองสวี คุณพงศ์รินทร์ ไชยกรด คุณพิชญสิทธิ์ เล็กโสฬี และอีกหลายท่านที่ให้คำปรึกษาทั้งทางด้านวิชาการและช่วยเก็บข้อมูลภาคสนาม

### เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กานต์นภัส ดวงกลาง, สคาร ทีจันทร์ทิ และ สมพร แมลิม. (2561, มีนาคม 9). การเปลี่ยนแปลงและการกักเก็บคาร์บอนของสังคมพืชในแปลงตัวอย่างป่าฟื้นฟูระบบนิเวศ ป่าเขาภูหลวง จังหวัดนครราชสีมา ใน *การประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาแห่งชาติ ครั้งที่ 19 บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยขอนแก่น*. (น. 478-486). ขอนแก่น.

คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์. (2557). รายงานการวิจัย โครงการวิจัยข้อมูลฐานด้านสิ่งแวดล้อมและชุมชนสำหรับโครงการปลูกป่าอย่างยั่งยืนของ ปตท. ในพื้นที่วังจันทร์. คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, กรุงเทพฯ.

ธรรมบุญ เต็มไชย และ ทรงธรรม สุขสว่าง. (2556). ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดแปลงตัวอย่างกับดัชนีความหลากหลาย:กรณีศึกษาป่าดงดิบชื้นในภาคตะวันออกและป่าเบญจพรรณในภาคตะวันตกของประเทศไทย, ใน *การประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิชาการเครือข่ายงานวิจัยนิเวศวิทยาป่าไม้ประเทศไทย ครั้งที่ 2 มหาวิทยาลัยแม่โจ้* (น. 13-26). เชียงใหม่.



- รุ่งเรือง พูลศิริ. (2558) การสำรวจดินป่าไม้ ใน ดวงใจ ศุขเฉลิม, สันติ สุขสะอาด และ ยงยุทธ ไตรสุรัตน์ (บ.ก.), *คู่มือการศึกษาป่าไม้ไทย*. (น. 279-298). กองทุนจัดพิมพ์ตำราป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- เสริมพงศ์ นวลงาม และ จงรัก วัชรินทร์รัตน์. (2543). บทบาทของการปลูกสร้างสวนป่าต่อการเก็บกักคาร์บอนที่สถานีวิจัยและฝึกอบรมการปลูกสร้างสวนป่า จังหวัดนครราชสีมา. *วารสารวนศาสตร์*, 19(21), 96-103.
- อนุชา ทะรา. (2552). *การจำแนกสังคมพืชเพื่อการฟื้นฟูป่าเสื่อมโทรมภายหลังการทำสัมปทานป่าไม้ ณ เขาคะโลงเขาขาด จังหวัดตราด*. [วิทยานิพนธ์ ปริญญาโทมหาบัณฑิต 'ไม่ได้ตีพิมพ์'] มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- อุทิศ กุญชรินทร์. (2542). *นิเวศวิทยาพื้นฐานเพื่อการป่าไม้*. คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- Billard, A., R. Bauer, F. Mothe, M. Jonard, F. Colin and F. Longuetaud. (2020). Improving aboveground biomass estimates by taking into account density variations between tree Components. *Annals of Forest Science*, 77(4), 1-18.
- Guo, x. (2018). Effects of different forest reconstruction Methods on Characteristics of understory vegetation and Soil quality. *Applied Ecology and Environmental Research*, 16, 7501-7517.
- Hartley, M.J. (2002). Rationale and Methods for Conserving biodiversity in plantation forests. *Forest Ecology and Management*, 155, 81-95.
- Change. (2006). *ipcc guidelines for national greenhouse gas inventories*. Institute for Global Environmental Strategies.
- Krebs, C. J. (1972). *Ecology: the experimental analysis of distribution and abundance*. Harper & Row.
- Miyawaki, A. (1999), Creative ecology. *Plant Biotechnology*, 16, 15-25.
- . (2004). Restoration of living environment based on vegetation ecology: Theory and practice. *Ecological Research*, 19, 83-90.
- Nambiar, E. & Harwood, C. (2014). Productivity of acacia and eucalypt plantations in Southeast Asia. 1. Bio-physical determinants of production: opportunities and Challenges. *International Forestry Review*, 16(2), 225-248.
- Phogat, V.K., V.S. Tomar and R. Dahiya. (2015). Soil physical properties. In Rattan, R.K., J.C. Katyal, B.S. Dwivedi, A.K. Sarkar, T. Bhattachatyans and J.C. Tarafdar (Eds.), *Soil Science: An Introduction*. (pp. 135-171). Indian Society of Soil Science.
- Schirone, B., A. Salis and F. Vessella. (2011). Effectiveness of the Miyawaki Method in Mediterranean forest restoration programs. *Landscape and Ecological Engineering*, 7, 81-92.
- Tsutsumi, T., Yoda, K., Dhanmanonda, P. & Prachaiyo, B. (1983). Forest: Felling, burning and regeneration. In K. Kyuma and C. Pairntra (Eds.). *Shifting Cultivation: An experiment at Nam Phrom, Northeast Thailand and Its Implications for Upland Farming in the Monsoon Tropics*. (pp.13-62). Kyoto University.
- Viégas, L.B., J.M.S.d. Silva, M.d.C. Pala and F.C.M. Piña-Rodrigues. (2019). Restoring ecological functions using agroforestry Systems in riparian forests. *Floresta e Ambiente*, 26(4), 1-14.

## สมบัติทางความร้อนและทางกายภาพของฉนวนกันความร้อนจากวัสดุผสมระหว่าง เส้นใยตะไคร้กับน้ำยางพารา

### Thermal and Physical Properties of Thermal Insulation from Lemongrass Fiber and Natural Rubber Latex Composite Material

ปริญ นิลแสงรัตน์

Pariya Nilsaengrat

สาขาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

Department of Physics, Faculty of Science and Technology Rajabhat Mahasarakham University

Corresponding author. E-mail: pariya\_nil@hotmail.co.th

#### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและทางความร้อนของฉนวนกันความร้อนจากวัสดุผสมระหว่างเส้นใยตะไคร้และน้ำยางพาราโดยอัตราส่วนเส้นใยตะไคร้และน้ำยางพาราที่ใช้คือ 140:450 150:450 และ 160:450 โดยน้ำหนัก คุณสมบัติที่ทำการศึกษามีดังนี้ ค่าการนำความร้อน ค่าความร้อนจำเพาะ การลามไฟ ความหนาแน่น การดูดซับน้ำ และสมบัติการโค้งงอ พบว่าฉนวนกันความร้อนจากวัสดุผสมระหว่างเส้นใยตะไคร้กับน้ำยางพาราในอัตราส่วน 160:450 โดยน้ำหนัก มีค่าการนำความร้อนเท่ากับ  $0.145 \text{ W/m}\cdot\text{K}$  ซึ่งต่ำกว่าอัตราส่วนอื่น ค่าความร้อนจำเพาะเท่ากับ  $1.383 \text{ MJ/m}^3\cdot\text{K}$  ซึ่งสูงกว่าอัตราส่วนอื่น และไม่ติดไฟ ส่วนความหนาแน่นและการดูดซับน้ำ มีแนวโน้มสูงขึ้นตามปริมาณเส้นใยที่เพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบค่าการนำความร้อนจากวัสดุผสมระหว่างเส้นใยตะไคร้กับน้ำยางพาราในอัตราส่วน 160:450 โดยน้ำหนัก ( $0.145 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ ) กับฉนวนใยแก้วที่ได้จากเชิงพาณิชย์มีค่าเท่ากับ  $0.035 \text{ W/m}\cdot\text{K}$  จะเห็นได้ว่าฉนวนกันความร้อนจากวัสดุผสมระหว่างเส้นใยตะไคร้กับน้ำยางพารามีค่าการนำความร้อนที่สูงกว่าฉนวนใยแก้ว

**คำสำคัญ:** เส้นใยตะไคร้, น้ำยางพารา, ฉนวนกันความร้อน, การนำความร้อน

### Abstract

This research was the study of the physical and thermal properties of thermal insulation made from lemongrass fiber and natural rubber latex composite material. The research used lemongrass fiber with natural rubber latex in the ratio of 140:450 150:450 and 160:450 by weight. The studied qualifications were as follows: the thermal conductivity, specific heat, fire spread, density, water absorption and flexural strength. It was found that the thermal insulation made from lemongrass fiber and natural rubber latex composite material at the ratio of 160:450 by weight had the thermal conductivity of 0.145 W/m K, which was lower than other ratios. The specific heat value was 1.383 MJ/m<sup>3</sup>.K, which was higher than other ratios and was non-flammable. Density and water absorption tend to increase with increasing fiber content. When comparing the thermal insulation made from lemongrass fiber and natural rubber latex composite material at the ratio of 160:450 by weight (0.145 W/m.K) with the commercially produced fiberglass insulator equal to 0.035 W/m.K, it can be seen that the insulation from the composite material between lemongrass fiber and latex had a higher thermal conductivity than glass fiber insulation.

**Keywords :** lemongrass fiber, natural rubber, thermal insulation, thermal conductivity

### บทนำ

ปัจจุบันประเทศไทยมีอุณหภูมิสูงขึ้นส่งผลกระทบต่ออาคารที่อยู่อาศัยที่ต้องคำนึงถึงการป้องกันความร้อนจากแสงอาทิตย์ที่จะเข้าสู่ภายในตัวอาคารบ้านเรือนตลอดจนการป้องกันอันตรายจากความร้อนและช่วยประหยัดพลังงานไฟฟ้า ผนวกันความร้อนเป็นวัสดุชนิดนิยมนำมาประกอบบนผ้าเพื่อป้องกันความร้อนจากดวงอาทิตย์แต่ราคาผนวกันความร้อนในท้องตลาดมีราคาแพง เพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับวัสดุธรรมชาติในท้องถิ่นเราจึงใช้เส้นใยธรรมชาติและยางธรรมชาติในการผลิตผนวกันความร้อน

สืบศิริ แซ่ลี และคณะ (2555, น.15-24) ได้ศึกษาคุณลักษณะของเส้นใยธรรมชาติ พบว่า หญ้าค้ำ ฐปฤษา และกระถินยักษ์มีความเหนียวอยู่ในตัวเหมาะสมที่จะพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ ซึ่งสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ เช่น ทำสี ทำกถลิน และนำไปผลิตวิธีการถักทอ การอัดเป็นแผ่น บั่น และการหล่อขึ้นรูป ในด้านการพัฒนาแผ่นผ้าและผนวกันความร้อน พบว่าตัวประสานที่เหมาะสมคือน้ำยางธรรมชาติ ถือเป็นวัสดุประสานที่มีความโปร่งใส มีน้ำหนักเบา กันน้ำ กันแมลง ส่วนกรรมกรหล่อขึ้นรูป สำหรับแผ่นผ้าและผนวกันความร้อนจากเส้นใยพืชที่ได้จากการวิเคราะห์และทดสอบสมบัติของวัสดุต้านแรงดึงสูงสุด พบว่า วัสดุเส้นใยพืชผสมกับยูรีเทน มีค่าเฉลี่ยความต้านแรงดึง 0.84 MPa และมีค่าเฉลี่ยการยืดตัว ณ จุดขาดร้อยละ 3.36 วัสดุเส้นใยพืชผสมกับยางพารา มีค่าเฉลี่ยความต้านแรงดึงสูงสุด 1.00 MPa และมีค่าเฉลี่ยการยืดตัว ณ จุดขาด 5.22 วัสดุเส้นใยพืชผสมกับกาวลาเท็กซ์ มีค่าเฉลี่ยความต้านแรงดึงสูงสุด 1.06 MPa และมีค่าเฉลี่ยตัว ณ จุดขาด เท่ากับ 6.50% และการวิเคราะห์และทดสอบสมบัติของวัสดุสภาพนำความร้อน พบว่า วัสดุ มีค่าเฉลี่ยร้อนอุณหภูมิ 100 °C ในช่วง 23.560 W/m.K และมีค่าเฉลี่ยสภาพนำความร้อน ณ อุณหภูมิ เท่ากับ 0.043%

โรสลีนา จาราแวน (2559) ทดสอบสมบัติทางกายภาพ และสมบัติเชิงกลความร้อนของฉนวนกันความร้อนที่ผลิตจากเส้นใยหญ้าคา ใยตะไคร้ กาบกล้วย ฟางข้าว และกาบหมาก และใช้น้ำยางพาราเป็นตัวประสานให้วัสดุสามารถยึดติด จากผลการทดสอบพบว่า ฉนวนกันความร้อนจากเส้นใยธรรมชาติ มีความหนาแน่นอยู่ในช่วง 0.020-0.021 g/cm<sup>3</sup> ค่าการดูดซับน้ำอยู่ในช่วง 3.12-7.08% ค่าทนต่อแรงดึงสูงสุดที่ฉนวนกันความร้อนจากเส้นใยธรรมชาติอยู่ในช่วง 0.0006-0.0016 MPa ค่าการนำความร้อนมีค่าอยู่ในช่วง 0.017-0.028 W/m.K ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบค่าการนำความร้อนของฉนวนกาบหมาก (0.017 W/m.K) กับฉนวนใยแก้วที่ได้จากเชิงพาณิชย์มีค่าเท่ากับ 0.035 W/m.K จะเห็นได้ว่าฉนวนกันความร้อนจากเส้นใยธรรมชาติมีค่าการนำความร้อนที่น้อยกว่าฉนวนใยแก้ว จากผลการวิจัยพบว่าสามารถนำวัสดุธรรมชาติทั้ง 5 ชนิด มาผลิตเป็นฉนวนกันความร้อนได้และผลการวิเคราะห์สภาพพื้นผิวจากภาพถ่าย SEM โดยพื้นผิวของเส้นใยกาบหมากที่มีรูพรุนมาก ซึ่งสามารถทำให้อากาศถ่ายเทและไหลได้สะดวก จึงส่งผลให้ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนต่ำเมื่อเทียบกับเส้นใยอื่น ๆ ได้ผลสอดคล้องว่าฉนวนกันความร้อนจากกาบหมากเป็นฉนวนที่ดีที่สุด

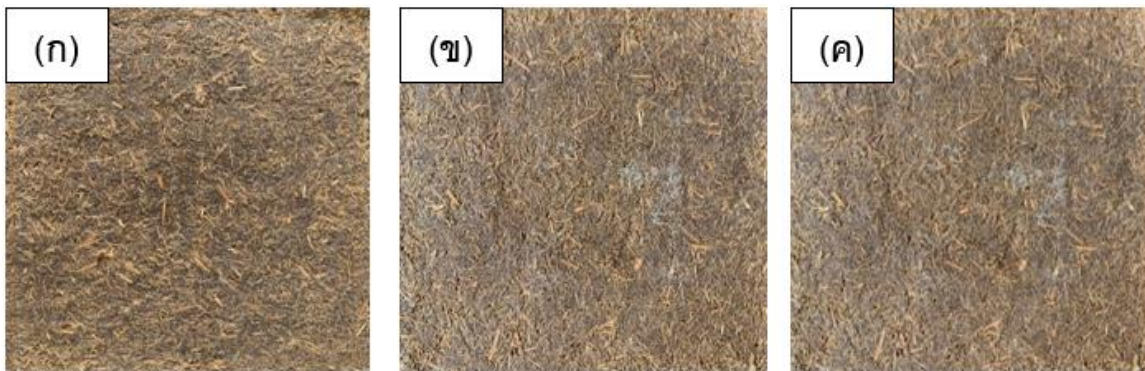
โนมา และคณะ (Belayachi, 2017) ทำการศึกษาการลามไฟและการเสื่อมสภาพทางความร้อนของฉนวนกันความร้อนจากฟางข้าวสาลีและฟางข้าวบาร์เลย์ที่ผ่านการปรับสภาพและไม่ผ่านการปรับสภาพผสมกับปูนขาวหรือปูนปลาสเตอร์ ซึ่งฟางข้าวสาลีและฟางข้าวบาร์เลย์จะถูกปรับสภาพโดยนำไปแช่น้ำต้มและน้ำมันเมล็ดฝ้าย การลามไฟของฉนวนกันความร้อนฟางข้าวที่ผ่านการปรับสภาพและไม่ผ่านการปรับสภาพจะทดสอบตามมาตรฐาน NF EN 11925-2 และการเสื่อมสภาพทางความร้อนของฉนวนกันความร้อนวิเคราะห์โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของสารโดยอาศัยคุณสมบัติทางความร้อน (Thermo Gravimetric Analysis หรือ TGA) และเทคนิคการวัดปริมาณความร้อนด้วยการกราดวิเคราะห์เชิงผลต่าง (Differential Scanning Calorimetry หรือ DSC) ซึ่งการลามไฟและการเสื่อมสภาพทางความร้อนของฉนวนกันความร้อนจากเส้นใยฟางข้าวที่ผ่านการปรับสภาพและไม่ผ่านการปรับสภาพมีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน

จากปัญหาคาของฉนวนกันความร้อนและวัสดุภายในท้องถิ่นอย่างใบตะไคร้ที่มีจำนวนมากผู้วิจัยจึงมีการศึกษาค้นคว้าความรู้ของสมบัติฉนวนกันความร้อนกับป้องกันความร้อนโดยใช้วัสดุภายในท้องถิ่นที่หาได้ง่ายอย่างใบตะไคร้ เนื่องจากใบตะไคร้เป็นวัสดุลิกโนเซลลูโลสซึ่งประกอบด้วยไฮโดรเซลลูโลส (68.51%) แอลฟา-เซลลูโลส (35.0-44.16%) และลิกนิน (17.39-27.38%) (Kaur และคณะ, 2013) ซึ่งเซลลูโลสสามารถนำมาทำเป็นฉนวนได้เป็นอย่างดี หาได้ง่าย ไม่เป็นมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม นอกจากนี้เซลลูโลสยังมีคุณสมบัติการหลอมตัวสูง และไม่สามารถละลายได้ในสารอินทรีย์ทั่วไป และใช้น้ำยางพาราเป็นตัวประสานในการผลิตฉนวนกันความร้อน เนื่องจากน้ำยางพาราในประเทศนั้นมีราคาที่ถูกต่ำจึงได้นำน้ำยางพารามาเป็นตัวประสานเพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับน้ำยางพาราเพิ่มมากขึ้น สมบัติทางความร้อนและทางกายภาพที่ทำการศึกษาค้นคว้า ได้แก่ การนำความร้อน ค่าความร้อนจำเพาะ การลามไฟ ความหนาแน่น การดูดซับน้ำ และคุณสมบัติการโค้งงอ เพื่อเป็นพื้นฐานสำหรับการพัฒนาฉนวนที่ผลิตจากวัสดุธรรมชาติทดแทนการใช้ฉนวนสังเคราะห์ที่ติดตั้งได้หลังคา นอกจากนี้ยังเพิ่มมูลค่าให้กับวัสดุเหลือใช้จากการเกษตร

### วัสดุ อุปกรณ์และวิธีวิจัย

1. วัสดุและอุปกรณ์ เส้นใยตะไคร้ น้ำยางพาราหล่อแบบ และบอแรกซ์ ( $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ , Borax Sodium Tetra borate Dec hydrate 99.9%) เป็นสารหน่วงไฟ เครื่องทดสอบค่าการนำความร้อน Hot Disk Conductivity Analyzer (Hot Disk AB), เครื่องทดสอบสมบัติเชิงกล (Universal Testing Machine : UTM), หัวปืนพ่นไฟและแก๊สธรรมชาติ, เครื่องชั่งดิจิตอล ละเอียด 0.01 g, ถ้วยยูเรก้า

2. วิธีวิจัย ตัดใบตะไคร้ให้สั้นประมาณ 5 เซนติเมตร แล้วนำไปปั่นโดยใช้เวลาในการปั่น 1 นาที เมื่อได้เส้นใยตะไคร้แล้วนำไปตากแดดให้แห้ง ผสมบอแรกซ์กับน้ำ 10% โดยมวล นำเส้นใยไปแช่ในสารละลายบอแรกซ์เป็นเวลา 30 นาที แล้วไปตากให้แห้ง จากนั้นนำเส้นใยที่แห้งแล้วผสมกับน้ำยางพาราโดยวิธีปั่นกวนในอัตราส่วน 140:450, 150:450 และ 160:450 โดยน้ำหนัก เทลงในถาดอลูมิเนียมเพื่อขึ้นรูปแผ่นจนวนกันความร้อนขนาดกว้าง 20.0 เซนติเมตร ยาว 20.0 เซนติเมตร สูง 1.5 เซนติเมตร รอให้แผ่นจนวนกันความร้อนแห้ง จากนั้นนำแผ่นจนวนไปอบที่อุณหภูมิ 100°C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง เพื่อให้น้ำยางพาราคงรูปอย่างสมบูรณ์ แผ่นจนวนกันความร้อนผลิตจากเส้นใยตะไคร้และน้ำยางพาราแสดงดังภาพที่ 1



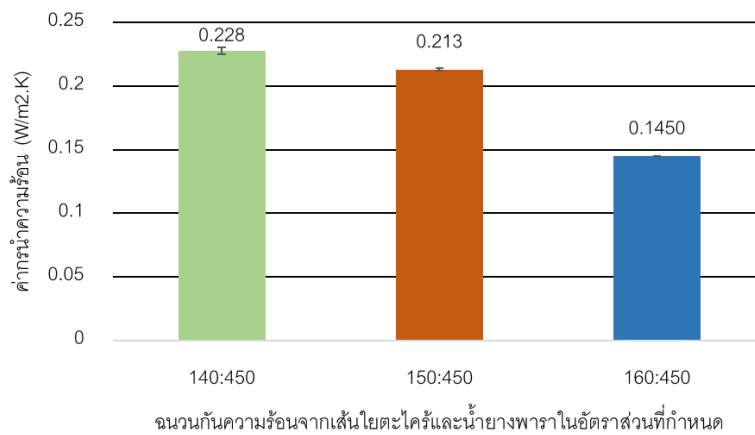
ภาพที่ 1 แสดงจนวนกันความร้อนจากวัสดุผสมระหว่างเส้นใยตะไคร้กับน้ำยางพารา (ก) อัตราส่วน 140:450 โดยน้ำหนัก (ข) อัตราส่วน 150:450 โดยน้ำหนัก (ค) อัตราส่วน 160:450 โดยน้ำหนัก

ค่าการนำความร้อนและค่าความร้อนจำเพาะของจนวนกันความร้อนจากวัสดุผสมระหว่างเส้นใยตะไคร้กับน้ำยางพารา ทำการทดสอบด้วยเครื่องทดสอบการนำความร้อน (Hot Disk TCA) ตามมาตรฐาน ASTM C177-19 ความหนาแน่นของจนวนกันความร้อนจากวัสดุผสมระหว่างเส้นใยตะไคร้กับน้ำยางพารา ทดสอบโดยการชั่งมวลและวัดขนาดเพื่อคำนวณหาปริมาตรของตัวอย่าง

อัตราการลามไฟของจนวนกันความร้อนจากวัสดุผสมระหว่างเส้นใยตะไคร้กับน้ำยางพารา ทดสอบตามมาตรฐาน ASTM D 635-18 โดยทำการทดสอบภายในห้องทดสอบ ซึ่งมีอุณหภูมิประมาณ 23-25 °C และมีความชื้นสัมพัทธ์ 50-55 % ใช้ก๊าซหุงต้ม ( $\text{C}_3\text{H}_8$ ) ขนาดของตัวอย่างที่ใช้ทดสอบคือ กว้าง 1.5 เซนติเมตร ยาว 10.0 เซนติเมตร หนา 1.5 เซนติเมตร การดูดซับน้ำทดสอบตามมาตรฐาน ASTM D570 โดยแช่ตัวอย่างในน้ำที่มีอุณหภูมิ 23°C นาน 24 ชั่วโมง ขนาดของตัวอย่างที่ใช้ทดสอบคือ กว้าง 5.0 เซนติเมตร ยาว 5.0 เซนติเมตร หนา 1.5 เซนติเมตร สมบัติการโค้งงอทดสอบตามมาตรฐาน ASTM D790 การทดสอบจะใช้เครื่องมือทดสอบสมบัติเชิงกล (Universal Testing Machine : UTM) โดยเงื่อนไขในการทดสอบคือ โหลดเซลล์ (Load Cell) เท่ากับ 0.5 kN ความเร็วในการกด (Compression Speed) เท่ากับ 2 มิลลิเมตร/นาที และระยะห่างของขารองรับชิ้นงาน (Span Length) เท่ากับ 48 มิลลิเมตร

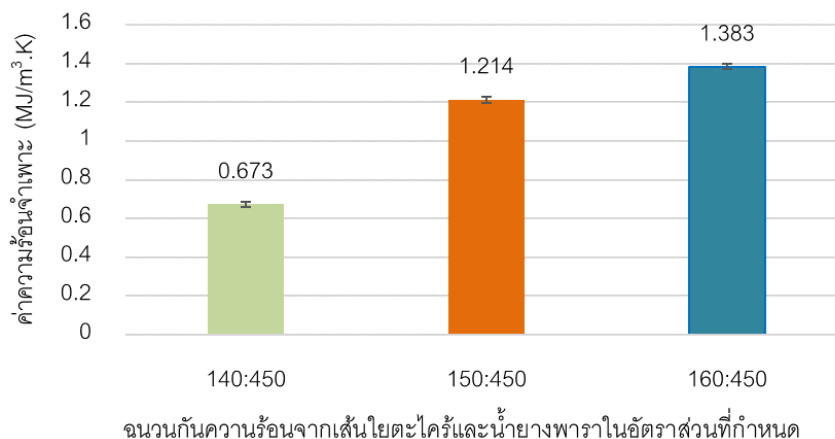
### ผลการทดลองและอภิปรายผล

1. ค่าการนำความร้อน ผลการวิเคราะห์ค่าการนำความร้อนของฉนวนกันความร้อนจากวัสดุผสมระหว่างเส้นใยตะไคร้กับน้ำยางพาราดังภาพที่ 2 แสดงให้เห็นว่าค่าการนำความร้อนของฉนวนกันความร้อนจากวัสดุผสมระหว่างเส้นใยตะไคร้กับน้ำยางพาราทั้งสามอัตราส่วนมีแนวโน้มที่ลดลงตามปริมาณเส้นใยที่เพิ่มขึ้นหรือปริมาณเซลลูโลสเพิ่มขึ้นนั่นเองซึ่งส่งผลต่อความเป็นฉนวนกันความร้อน เมื่อเทียบกับฉนวนกันความร้อนเส้นใยธรรมชาติอื่น ๆ กับน้ำยางพารา (โรสดีนา จาราวแวง, 2559) (0.017 – 0.028 W/m.K) ค่าการนำความร้อนของฉนวนกันความร้อนจากวัสดุผสมระหว่างเส้นใยตะไคร้กับน้ำยางพารามีค่าที่สูงกว่า



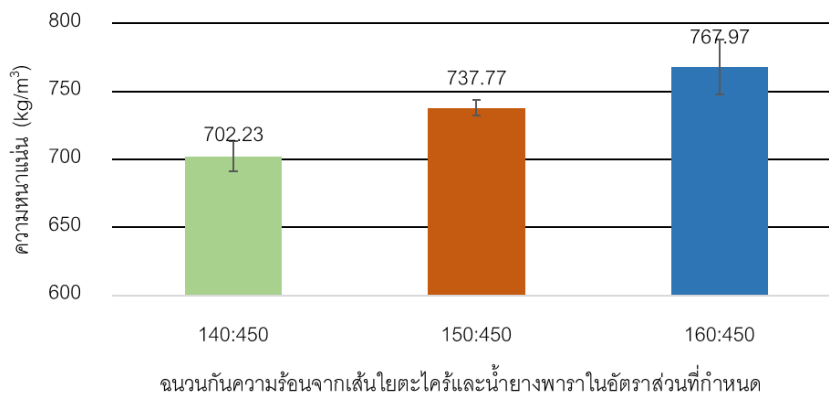
ภาพที่ 2 ค่าการนำความร้อนของฉนวนกันความร้อนจากวัสดุผสมระหว่างเส้นใยตะไคร้กับน้ำยางพารา ในอัตราส่วน 140:450, 150:450 และ 160:450 โดยน้ำหนัก

2. ค่าความร้อนจำเพาะ ผลการวิเคราะห์ค่าความร้อนจำเพาะของฉนวนกันความร้อนจากวัสดุผสมระหว่างเส้นใยตะไคร้กับน้ำยางพาราดังภาพที่ 3 แสดงให้เห็นว่าค่าความร้อนจำเพาะของฉนวนกันความร้อนจากวัสดุผสมระหว่างเส้นใยตะไคร้กับน้ำยางพาราทั้งสามอัตราส่วนมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นตามปริมาณเส้นใยที่เพิ่มขึ้นหรือปริมาณเซลลูโลสเพิ่มขึ้นนั่นเองซึ่งส่งผลต่อความเป็นฉนวนกันความร้อน ฉนวนที่ดีจะมีความจุความร้อนจำเพาะสูงกว่าเพราะต้องใช้เวลาในการดูดซับความร้อนมากขึ้นก่อนที่ฉนวนจะมีอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นเพื่อถ่ายเทความร้อน (Yousefi, 2021)



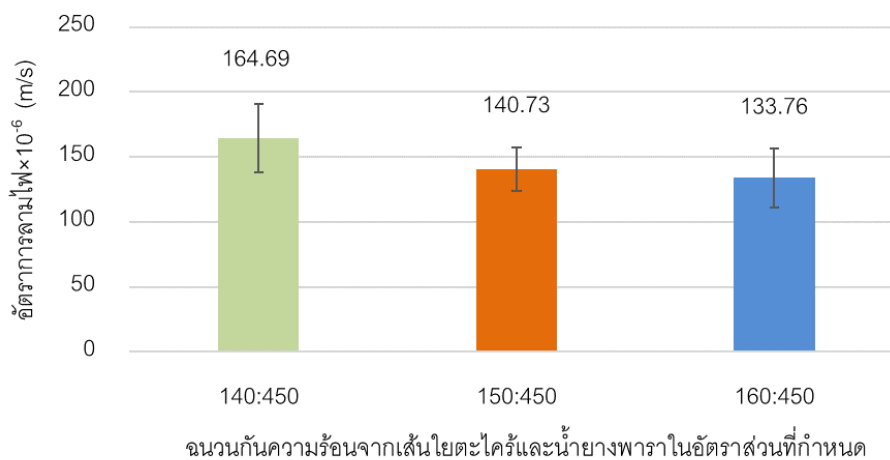
ภาพที่ 3 ค่าความร้อนจำเพาะของฉนวนกันความร้อนจากวัสดุผสมระหว่างเส้นใยตะไคร้กับน้ำยางพารา ในอัตราส่วน 140:450, 150:450 และ 160:450 โดยน้ำหนัก

3. ความหนาแน่น จากภาพที่ 4 จะเห็นว่าฉนวนกันความร้อนเส้นใยตะไคร้กับน้ำยางพาราเมื่อเพิ่มปริมาณเส้นใยมากขึ้น ความหนาแน่นก็จะมีค่ามากขึ้น ค่าความหนาแน่นของแผ่นฉนวนกันความร้อนทั้งสามอัตราส่วนมีค่าที่สูงกว่ารายงานวิจัยของบุญญารัตน์ พิมพ์มรรณและคณะ (บุญญารัตน์ พิมพ์มรรณและคณะ, 2560, น. 358-367) ( $200.00-600.00 \text{ kg/m}^3$ )



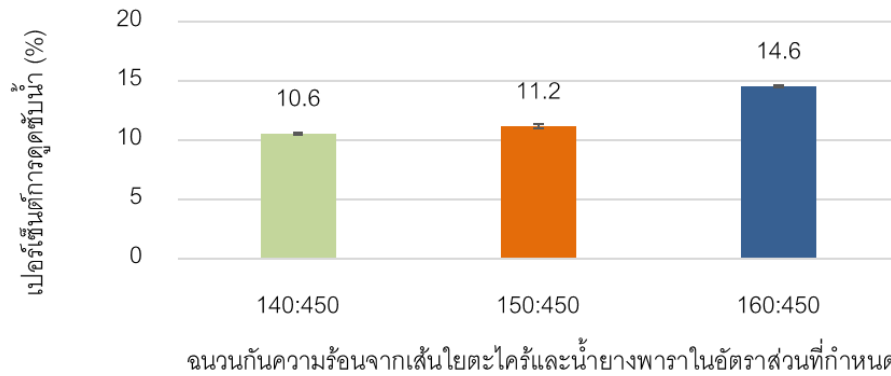
ภาพที่ 4 ค่าความหนาแน่นของฉนวนกันความร้อนจากวัสดุผสมระหว่างเส้นใยตะไคร้กับน้ำยางพารา ในอัตราส่วน 140:450, 150:450 และ 160:450 โดยน้ำหนัก

4. อัตราการลามไฟ ค่าอัตราการลามไฟของฉนวนกันความร้อนจากวัสดุผสมระหว่างเส้นใยตะไคร้กับน้ำยางพารา มีแนวโน้มลดลงดังภาพที่ 5 เมื่อปริมาณเส้นใยเพิ่มขึ้นแต่ปริมาณน้ำยางพาราคงเดิม เนื่องจากการเตรียมเส้นใยได้นำเส้นใยไปแช่สารหน่วงไฟเมื่อปริมาณเส้นใยเพิ่มขึ้นจะทำให้ปริมาณบอแรกซ์ ซึ่งเป็นสารหน่วงไฟที่เคลือบบนผิวของเส้นใยมากขึ้น จึงส่งผลให้ติดไฟยากและค่าอัตราการลามไฟของฉนวนกันความร้อนจากเส้นใยใบตะไคร้และน้ำยางพาราให้มีค่าลดลงตามปริมาณเส้นใยที่เพิ่มขึ้น ค่าอัตราการลามไฟของฉนวนกันความร้อนจากวัสดุผสมระหว่างเส้นใยตะไคร้กับน้ำยางพารา มีค่าที่ต่ำกว่ารายงานวิจัยของวิศิษฎ์ ไล่เจริญรัตน์ (2548, น. 32-45) ( $1,000.00-3,200.00 \times 10^{-6} \text{ m/s}$ ) และสอดคล้องกับรายงานวิจัยของโนมาและคณะ (Belayachi, 2017)



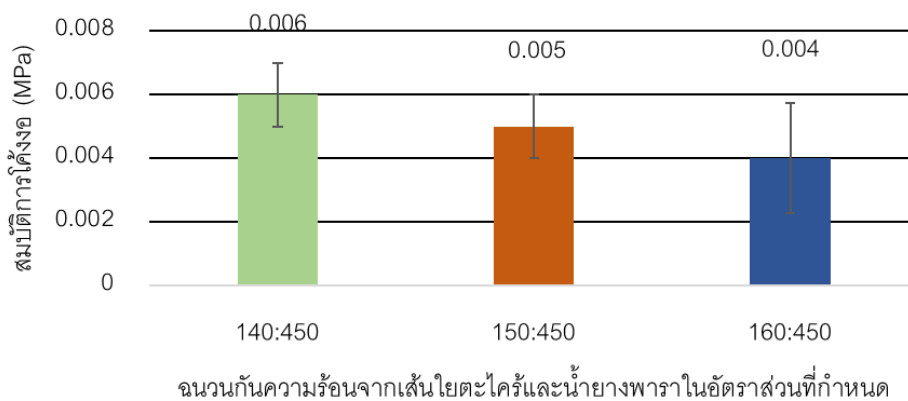
ภาพที่ 5 ค่าอัตราการลามไฟของฉนวนกันความร้อนจากวัสดุผสมระหว่างเส้นใยตะไคร้กับน้ำยางพารา ในอัตราส่วน 140:450, 150:450 และ 160:450 โดยน้ำหนัก

5. การดูดซับน้ำ ค่าเปอร์เซ็นต์การดูดซับน้ำของฉนวนกันความร้อนจากวัสดุผสมระหว่างเส้นใยตะไคร้กับน้ำยางพาราทั้งสามอัตราส่วนมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นตามปริมาณเส้นใยดังภาพที่ 6 และมีค่าการดูดซับน้ำสูงกว่ารายงานวิจัยของโรสมินา จาราแวน (โรสลีน่า จาราแวน, 2559) (3.12%) เนื่องจากปริมาณเส้นใยที่เพิ่มขึ้นแต่น้ำยางพาราคงเดิมจากกระบวนการขึ้นรูปแผ่นฉนวนมีการปั่นเส้นใยซึ่งทำให้เส้นใยและน้ำยางมีช่องว่างจึงส่งผลให้ชิ้นงานดูดซับน้ำได้มากขึ้น



ภาพที่ 6 ค่าการดูดซับน้ำของฉนวนกันความร้อนจากวัสดุผสมระหว่างเส้นใยตะไคร้กับน้ำยางพาราในอัตราส่วน 140:450, 150:450 และ 160:450 โดยน้ำหนัก

66. สมบัติการโค้งงอ ความต้านแรงดัดโค้งของแผ่นฉนวนกันความร้อนจากวัสดุผสมระหว่างเส้นใยตะไคร้กับน้ำยางพาราทั้งสามอัตราส่วนมีแนวโน้มที่จะลดลงเมื่อปริมาณเส้นใยเพิ่มขึ้น เนื่องจากเส้นใยเป็นตัวเสริมแรงแต่เมื่อปริมาณเส้นใยที่เพิ่มขึ้นปริมาณน้ำยางพาราคงที่ทำให้ให้น้ำยางพาราที่เป็นตัวประสานเกาะเส้นใยได้ไม่ดีเพราะน้ำยางพารามีปริมาณน้อยเมื่อเทียบกับปริมาณเส้นใยที่เพิ่มขึ้น จึงทำให้แรงยึดเหนี่ยวระหว่างเส้นใยลดลง ดังนั้นเมื่อมีแรงมากกระทำจึงทำให้แผ่นฉนวนกันความร้อนเกิดการเปลี่ยนแปลง (หัก) ได้ง่ายขึ้น สอดคล้องกับรายงานวิจัยของปานใจ สือประเสริฐสิทธิ์และคณะ (ปานใจ สือประเสริฐสิทธิ์ และคณะ, 2564, น. 664-671)



ภาพที่ 7 สมบัติการโค้งงอของฉนวนกันความร้อนจากวัสดุผสมระหว่างเส้นใยตะไคร้กับน้ำยางพาราในอัตราส่วน 140:450, 150:450 และ 160:450 โดยน้ำหนัก



### สรุปผลและเสนอแนะ

การผลิตจนวนกันความร้อนจนวนต้องมืค่าการนำความร้อนที่ต่ำ ไมติดีไฟ น้ำหนักเบา ดูดซับน้ำได้น้อย และ แข็งแรง ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้เปรียบเทียบค่าการนำความร้อน ค่าความร้อนจำเพาะ ความหนาแน่น อัตราการลามไฟ และการดูดซับน้ำของจนวนกันความร้อนจากวัสดุผสมระหว่างเส้นใยตะไคร้กับน้ำยางพาราในอัตราส่วน 140:450, 150:450 และ 160:450 โดยน้ำหนัก พบว่าจนวนกันความร้อนจากวัสดุผสมระหว่างเส้นใยตะไคร้กับน้ำยางพาราใน อัตราส่วน 160:450 โดยน้ำหนัก มีค่าการนำความร้อนต่ำที่สุด คือ 0.145 W/m.K ค่าความร้อนจำเพาะสูงที่สุด คือ 1.383 MJ/m<sup>3</sup>.K ไมติดีไฟ ค่าความหนาแน่นสูงที่สุด คือ 767.97 kg/m<sup>3</sup> และการดูดซับน้ำมีแนวโน้มสูงขึ้นตามปริมาณ เส้นใยที่เพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบค่าการนำความร้อนของจนวนกันความร้อนจากวัสดุผสมระหว่างเส้นใยตะไคร้กับน้ำ ยางพาราในอัตราส่วน 160:450 กับจนวนใยแก้วที่ได้จากเชิงพาณิชย์มีค่าเท่ากับ 0.035 W/m.K และจนวนกันความ ร้อนเส้นใยธรรมชาติชนิดต่าง ๆ กับน้ำยางพารา (0.017 – 0.018 W/m.K) (โรสลีนา จาราแวง, 2559) จะเห็นได้ว่า จนวนกันความร้อนจากเส้นใยตะไคร้กับน้ำยางพารามีค่าการนำความร้อนที่สูงกว่าจนวนใยแก้วและจนวนกันความ ร้อนเส้นใยธรรมชาติชนิดอื่น มีความเป็นไปได้ในการพัฒนาจนวนกันความร้อนจากวัสดุผสมระหว่างเส้นใยตะไคร้กับ น้ำยางพาราให้มีค่าการนำความร้อนที่น้อยลง เพื่อพัฒนาจนวนที่ทำจากวัสดุธรรมชาติทดแทนการใช้จนวน สังเคราะห์

### กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณสาขาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามเป็นอย่าง ยิ่งสำหรับความสะดวกในการใช้เครื่องมือและสถานที่ในการทำวิจัย

### เอกสารอ้างอิง

- บุญญารัตน์ พิมพรม, ปิยวิภา แดงนา และปานใจ สื่อประเสริฐสิทธิ. (2560, กันยายน 7-8). การพัฒนาจนวนกันความ ร้อนจากฟางข้าว. ใน จากท้องถิ่นสู่สากลในบริบทประเทศไทย 4.0: การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัย มหาสารคามวิจัย ครั้งที่ 13 มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. (น.358-367). มหาสารคาม
- ปานใจ สื่อประเสริฐสิทธิ, ชิตชนนตรี บุญเฉลียว และ สุรชาติพิทย์ จันทรศิริ. (2564). ความเป็นไปได้ทางเทคนิคสำหรับการ ผลิตแผ่นจนวนกันความร้อนจากเปลือกทุเรียน. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัย มหาสารคาม, 39(6), 664-671.
- โรสลีนา จาราแวง. (2559). การพัฒนาจนวนกันความร้อนจากพืชในเขตท้องถิ่น. มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา.
- วิศิษฎ์ ไล่เจริญรัตน์. (2548). การผลิตจนวนความร้อนจากเส้นใยฟางข้าวและน้ำยางธรรมชาติ. วิศวกรรมสาร มก., 19(57), 32-45.
- สืบศิริ แซ่ลี่ และศักดิ์ชาย ลิกขา. (2555) การพัฒนาผลิตภัณฑ์แผ่นผ้าและผนังจนวนกันความร้อนจากพืชในเขตพื้นที่ ประเทศไทย. วารสารวิชาการศิลปะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร, 3(1), 15-24.

ASTM International. (2019). *ASTM C177-19: Standard Test Method for Steady-State Heat Flux Measurements and Thermal Transmission Properties by Means of the Guarded-Hot-Plate Apparatus*. West Conshohocken.

ASTM International. (2018) *ASTM D635-18: Standard Test Method for Rate of Burning of Plastics in Horizontal Position*. West Conshohocken.

Belayachi, N., D. Hoxha, and B. Ismail. (2017). Impact of fiber treatment on the fire reaction and thermal degradation of building insulation straw composite. *Energy Procedia*, 139, 544-549.

Kaur, H., and Dutt, D. (2013). Anatomical, morphological and chemical characterization of lignocellulosic by-products of lemon and sofia grasses obtained after recuperation of essential oils by steam distillation. *Cellulose Chem: Technol*, 47(1-2), 83-94.

Yousefi Y., and F Tariku. (2021). Thermal Conductivity and Specific Heat Capacity of Insulation materials at Different Mean Temperatures. *Journal of Physics: Conference Series*, 2069.

## ความรอบรู้และความต้องการใช้กัญชาทางการแพทย์ของประชาชน บ้านหนองบก ตำบลขามป้อม อำเภอวาปีปทุม จังหวัดมหาสารคาม

Health Literacy and Demand for Medical Cannabis of People in Nong Bok  
Village, Kham Pom Sub-district, Wapi Pathum District, Maha Sarakham Province

อรนุช วงศ์วัฒนาเสถียร\*, มณฑิรา จันทวารีย์

Oranuch Wongwattanasathien, Montira Juntavaree

สาขาสาธารณสุขชุมชน คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

Community Public Health, Faculty of Science and Technology, Rajabhat Maha Sarakham University

\*Corresponding author. \* E-mail : [wongnuc@yahoo.com](mailto:wongnuc@yahoo.com)

### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงพรรณนาแบบภาคตัดขวาง มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาความรอบรู้และความต้องการใช้เกี่ยวกับกัญชาทางการแพทย์ของประชาชนบ้านหนองบก ตำบลขามป้อม อำเภอวาปีปทุม จังหวัดมหาสารคาม กลุ่มตัวอย่างจำนวน 200 คน โดยใช้การสุ่มแบบบังเอิญ เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลวิจัยครั้งนี้ใช้แบบสอบถามความรอบรู้และความต้องการใช้เกี่ยวกับกัญชาทางการแพทย์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ร้อยละ

ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นเพศชายร้อยละ 56.0 มีช่วงอายุที่ 50-59 ปี ร้อยละ 33.5 ความรอบรู้เกี่ยวกับการใช้กัญชาทางการแพทย์ของประชาชนพบดังนี้ 1) ด้านความรู้เกี่ยวกับกัญชาทางการแพทย์ พบว่าประชาชนสามารถวิเคราะห์ ข้อดี/ข้อเสีย เกี่ยวกับการใช้กัญชาทางการแพทย์ได้ คิดเป็นร้อยละ 55.5 2) ด้านการเข้าถึงข้อมูล พบว่าประชาชนสามารถขอคำปรึกษาจากบุคคลากรทางการแพทย์ได้ทุกเมื่อที่ต้องการ หากมีข้อสงสัยเกี่ยวกับกัญชาทางการแพทย์ คิดเป็นร้อยละ 78.0 3) ด้านทักษะการสื่อสาร พบว่าประชาชนกล้าที่จะซักถามในสิ่งที่ท่านสงสัยกับผู้รู้เกี่ยวกับกัญชาในการแพทย์ได้ คิดเป็นร้อยละ 74.5 4) ด้านการจัดการตนเอง พบว่าประชาชนทราบว่าในประเทศไทย กัญชาจัดสิ่งเสพติดผิดกฎหมาย สามารถใช้ในทางการแพทย์เท่านั้น ยังไม่สามารถใช้เพื่อการนันทนาการหรือซื้อขายกันได้อย่างเสรี คิดเป็นร้อยละ 80.5 5) ด้านการตัดสินใจ พบว่าประชาชนเลือกที่จะเข้ารับบริการที่คลินิกกัญชามากกว่าเข้ารับบริการที่โรงพยาบาล คิดเป็นร้อยละ 71.0 6) ด้านการรู้เท่าทันสื่อ พบว่าประชาชนติดตามข่าวสารเกี่ยวกับกัญชาทางการแพทย์เฉพาะข้อมูลที่ได้มาจากทางการแพทย์เท่านั้น คิดเป็นร้อยละ 68.0 ความต้องการใช้กัญชาทางการแพทย์ พบว่าประชาชนส่วนใหญ่ไม่เคยใช้กัญชา ร้อยละ 64.5 แต่เห็นด้วยในการนำกัญชามาใช้ในทางการแพทย์ ร้อยละ 93.0 ซึ่งมีเหตุผลที่เลือกใช้กัญชาทางการแพทย์ เพราะมีปัญหาทางด้านสุขภาพ ร้อยละ 42.5

**คำสำคัญ:** ความรอบรู้/กัญชาทางการแพทย์/ความต้องการใช้กัญชาทางการแพทย์

## Abstract

This cross-sectional descriptive research aimed to study health literacy and demand of medical use of cannabis of people in Nong-Bok Village, Kham Pom Sub-district, Wapi Pathum District, Maha Sarakham Province. The samples were 200 people, which were selected by simple random sampling. The instrument was the questionnaire about health literacy and demand for medical cannabis. The statistic used were percentage.

The study found that most of the sample were male (56.0%), aged between 50-59 years old (33.5%). Health literacy for medical use of cannabis revealed as the following; 1) For cognitive skill, it was found that people can analyzed the advantages/disadvantages about medical cannabis (55.5 %), 2) For access skill, it was showed that people were able to seek advice from healthcare professionals, if they had any questions about medical cannabis (78.0%), 3) For communication skill, it was indicated that people dared to ask questions about medical cannabis (74.5%), 4) For self-management skill, it was reported that cannabis was classified as an illegal but it was only used in medicine, it cannot use for recreation or free trading in Thailand (80.5%), 5) For decision skill, it was found that people chose to attend cannabis clinic rather than to hospital (71.0%), 6) For media literacy skill, it was showed that people followed news about medical cannabis only from the official information (68.0%). For the demand of medical cannabis usage, it was found that most people had never used cannabis (64.5%), but they agreed with medical cannabis usage (93.0%), and for the reason for choosing medical cannabis, it was due to the people had health problems (42.5%).

**Keywords:** Health literacy, Medicinal cannabis, Demand for medicinal cannabis

## บทนำ

ปัจจุบันกัญชาได้ถูกอนุญาตให้นำมาใช้ในทางการแพทย์ เพื่อเป็นยารักษาโรค เนื่องจาก มีการศึกษาวิจัยสนับสนุนถึงประโยชน์ และโทษของกัญชามากขึ้น และได้มีประกาศพระราชบัญญัติยาเสพติดให้โทษ (ฉบับที่ 7) พ.ศ. 2562 จัดกัญชาเป็นยาเสพติดให้โทษประเภทที่ 5 แต่อนุญาตให้ใช้กัญชาเฉพาะในทางการแพทย์เพื่อการดูแลรักษาผู้ป่วย และการศึกษาวิจัย โดยมีกรวิจัย พบว่าโรคที่ใช้กัญชารักษาได้ มีดังนี้ 1) อาการแข็งเกร็ง จากโรคของสมองหรือไขสันหลัง ทั้งในเด็กและผู้ใหญ่ 2) อาการปวดทรมาน ข้อ เส้นเอ็นและกล้ามเนื้อ 3) ภาวะของการปฏิเสธอาหารทั้งจากโรคทางจิตประสาท และโรคทางกาย 4) โรคพาร์กินสันและโรคสมองเสื่อม เช่น อัลไซเมอร์ ใช้ป้องกัน ชะลอและบรรเทา 5) โรคลมชัก ทั้งในเด็กและผู้ใหญ่ 6) โรคจิตเภท 7) โรคมะเร็ง (กรมการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข, 2564) สำหรับยาแผนไทยโบราณมีบันทึกไว้ตั้งแต่สมัยอยุธยาว่า การมีกัญชาผสมอยู่นั้นรู้กันมานานหลายร้อยปี สามารถช่วยการนอนหลับได้ แต่ก็ไม่ได้ผสมให้มากจนเกิดอาการหวาดกลัวหรือออกฤทธิ์ทางจิตประสาท มีนเมาปวดศีรษะ ซึ่งจะเห็นได้ว่าตำรับยาไทยที่มีส่วนผสมกัญชานั้นมักจะผสมพริกไทยเพื่อขับลมออกประการหนึ่ง อีกประการหนึ่งคือ มักจะทำให้เกิดความสุขหลังการใช้ตำรับยาที่ผสมกัญชา อีกทั้งยังมีความปลอดภัยในระดับ

ทูลเกล้าฯ ถวายพระมหากรุณาธิคุณมาช้านานแล้ว จึงถือเป็นตำรับยาที่เก่าแก่ที่สุดที่เกิดขึ้นในสมัยสมเด็จพระนารายณ์มหาราช (กรมสุขภาพจิต, 2562) ความรอบรู้ทางสุขภาพ (Health Literacy) ได้รับการยอมรับว่ามีส่วนสำคัญในการสร้างและพัฒนาให้ประชาชนมีพฤติกรรมที่ถูกต้องในการดำรงไว้ซึ่งสุขภาพที่ดี ทั้งนี้ ดอน นัทบีม ได้อธิบายความรอบรู้ทางสุขภาพ ประกอบด้วย ความรู้ ความเข้าใจ และทักษะทางสังคมที่กำหนดแรงจูงใจและความสามารถเฉพาะบุคคลในการเข้าถึง ทำความเข้าใจ และใช้ข้อมูลเพื่อให้เกิดสุขภาพที่ดี (Nutbeam, 2008) จากการศึกษาความรอบรู้ด้านสุขภาพของนักศึกษามหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ต่อการใช้กัญชาทางการแพทย์ พบว่า ความรอบรู้ด้านสุขภาพต่อการใช้กัญชาทางการแพทย์อยู่ในระดับน้อย คิดเป็นร้อยละ 34.8 (ศิริลักษณ์ อัครพิน และคณะ, 2562)

เนื่องจากในตอนนี้ได้มีการเปิดให้บริการคลินิกกัญชาทางการแพทย์แผนไทยทั่วประเทศ ทำให้ประชาชนสามารถเข้ารับบริการแพทย์ทางเลือกได้ง่ายมากยิ่งขึ้น จังหวัดมหาสารคามก็ได้มีการเปิดให้บริการคลินิกกัญชาทางการแพทย์แล้วที่โรงพยาบาลมหาสารคาม ให้บริการให้คำปรึกษาด้านการใช้สารสกัดจากกัญชา ผู้ป่วยที่ประสงค์รับยากัญชาต้องได้รับการพิจารณาจากแพทย์เจ้าของไข้ และกรณีเป็นผู้ป่วยรายใหม่ต้องนำประวัติการรักษามาให้แพทย์พิจารณา ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาความรอบรู้และความต้องการใช้กัญชาทางการแพทย์ของประชาชนบ้านหนองบก ตำบลขามป้อม อำเภอกวาปีปทุม จังหวัดมหาสารคาม การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาเชิงพรรณนาแบบภาคตัดขวาง ซึ่งมีเนื้อหาประกอบไปด้วย ความรอบรู้เกี่ยวกับกัญชา และความต้องการใช้กัญชาทางการแพทย์เพื่อนำผลมาใช้ส่งเสริมและพัฒนาความรอบรู้ทางสุขภาพเกี่ยวกับกัญชาทางการแพทย์

### วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

ศึกษาความรอบรู้และความต้องการใช้กัญชาทางการแพทย์ของประชาชน บ้านหนองบก ตำบลขามป้อม อำเภอกวาปีปทุม จังหวัดมหาสารคาม

### วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงพรรณนาแบบภาคตัดขวาง (Cross sectional descriptive) เพื่อศึกษาความรอบรู้และศึกษาความต้องการใช้กัญชาทางการแพทย์ของประชาชนบ้านหนองบก ตำบลขามป้อม อำเภอกวาปีปทุม จังหวัดมหาสารคาม

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ ประชากรบ้านหนองบก ตำบลขามป้อม อำเภอกวาปีปทุม จังหวัดมหาสารคาม โดยกลุ่มประชากรอายุ 30 – 70 ปี จำนวน 400 คน การวิจัยครั้งนี้ได้ใช้สูตรการคำนวณขนาดตัวอย่างของทาโร ยามาเน่ (Yamane, 1973) โดยมี จำนวนประชากรบ้านหนองบก ตำบลขามป้อม อำเภอกวาปีปทุม จังหวัดมหาสารคามปี พ.ศ. 2563 อายุ 30 – 70 ปี มีจำนวน 400 คน วิธีคำนวณตามสูตรดังนี้

$$n = \frac{N}{1+Ne^2}$$

- เมื่อ n = ขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ต้องการ  
N = ขนาดของประชากร  
e = ความคลาดเคลื่อนของการสุ่มตัวอย่างที่ระดับ 0.05

แทนค่าสูตร ดังนี้

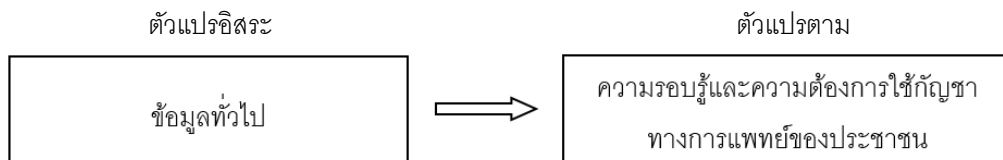
$$n = \frac{400}{1+(400)0.05^2}$$

$$n = 200 \text{ คน}$$

ดังนั้นได้ประชากรกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้คือ 200 คน

**2. การสุ่มตัวอย่าง** การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างทำการสุ่มแบบบังเอิญโดยได้ข้อมูลจากกลุ่มงานเวชศาสตร์ครอบครัว โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพบ้านหนองแวง ตำบลขามป้อม อำเภอวาปีปทุม จังหวัดมหาสารคาม โดยมีเกณฑ์ดังนี้ 1) เป็นบุคคลที่มีอายุ 30 – 70 ปี และ 2) ยินดีให้ความร่วมมือในการศึกษาวิจัย ส่วนเกณฑ์ในการคัดออกจากการศึกษา คือ 1) ผู้ป่วยติดเตียง และ 2) ผู้ป่วยที่มีปัญหาในการสื่อสารและการได้ยิน

### 3. กรอบแนวคิดการวิจัย



**4. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย** ผู้วิจัยเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลวิจัยครั้งนี้ใช้แบบสอบถามปรับปรุงจาก ศิริลักษณ์ อัครพิน และคณะ (2562) มีส่วนประกอบเนื้อหาที่สำคัญ ดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป ประกอบด้วยคำถามจำนวน 13 ข้อ เช่น เพศ อายุ ระดับการศึกษา สถานภาพสมรส อาชีพ รายได้เฉลี่ยต่อเดือน น้ำหนักส่วนสูง โรคประจำตัว บุคคลในครอบครัวมีโรคประจำตัว การดื่มแอลกอฮอล์ การสูบบุหรี่ สิทธิการรักษา และการออกกำลังกาย

ส่วนที่ 2 ความรู้ด้านสุขภาพ (Health literacy) ของกองสุขภาพ กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ กระทรวงสาธารณสุข ประกอบด้วย 6 ด้าน ได้แก่ ด้านความรู้ ด้านการเข้าถึงข้อมูลสุขภาพ ด้านทักษะการสื่อสาร ด้านการจัดการตนเอง ด้านการตัดสินใจ และด้านการรู้เท่าทันสื่อ โดยการศึกษาวิจัยครั้งนี้ คณะผู้วิจัยศึกษาเกี่ยวกับความรู้ที่ถูกต้องของประชาชนบ้านหนองบก ตำบลขามป้อม อำเภอวาปีปทุม จังหวัดมหาสารคาม โดยผู้วิจัยได้ดัดแปลงแบบสอบถาม รวมคำถามทั้งหมดเป็น 30 ข้อ ลักษณะคำตอบเป็นใช่ ไม่ใช่ แปลผลโดยใช้ความถี่ และร้อยละ ใช้องค์ประกอบความรู้ทั้ง 6 ด้าน ได้แก่ ด้านความรู้ (คำถาม 5 ข้อ) ด้านการเข้าถึงข้อมูล (คำถาม 5 ข้อ) ด้านทักษะการสื่อสาร (คำถาม 5 ข้อ) ด้านการจัดการตนเอง (คำถาม 5 ข้อ) ด้านการตัดสินใจ (คำถาม 5 ข้อ) และด้านการรู้เท่าทันสื่อ (คำถาม 5 ข้อ)

ส่วนที่ 3 แบบประเมินความต้องการใช้กัญชาทางการแพทย์ของประชาชน ประกอบด้วยคำถามจำนวน 10 ข้อ แปลผลโดยใช้ความถี่ และร้อยละ

**5. การหาคุณภาพเครื่องมือ** การตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบถาม หาดชนีความเที่ยงตรง (Content Validity) โดยผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ จำนวน 3 ท่าน จากนั้นนำไปหาค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบสอบถามกับวัตถุประสงค์ด้วยการหาค่า IOC: Index of Item Objective Congruence นำผลคะแนนที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญมาคำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้อง ได้ค่า IOC เท่ากับ 0.66 ถึง 1 จึงยอมรับว่าแบบสอบถามนำไปใช้ได้ คำนวณหาความเชื่อมั่น (Reliability) คณะผู้วิจัยได้นำแบบสอบถามมาทดลองใช้ (Try-Out) กับประชาชนบ้านหนองจิก ตำบลหนองจิก อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม ซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน แล้วนำค่าคะแนนที่ได้ไปคำนวณหา

ความเชื่อมั่น ของแบบสอบถามด้วยวิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาครอนบาค (Alpha Coefficient) ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม เท่ากับ 0.87

**6. การเก็บรวบรวมข้อมูล** มีขั้นตอนดังต่อไปนี้ 1) ขอหนังสือจากคณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ถึงผู้อำนวยการโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบ้านหนองแขวงเพื่อขอความอนุเคราะห์ในการเก็บข้อมูล จำนวน 200 ฉบับ 2) ผู้วิจัยนำหนังสือขออนุเคราะห์พร้อมแบบสอบถามจำนวน 200 ฉบับ ลงพื้นที่เพื่อเก็บข้อมูลจากประชาชน บ้านหนองบก และ 3) คณะผู้วิจัยเก็บรวบรวมแบบสอบถามและทำการตรวจสอบความสมบูรณ์ของแบบทดสอบ ก่อนที่จะนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ตามวิธีการทางสถิติต่อไป

**7. การวิเคราะห์ข้อมูล** การวิจัยในครั้งนี้วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for windows โดยได้นำข้อมูลแบบสอบถาม ที่เก็บรวบรวมได้มาเปลี่ยนเป็นรหัสตัวเลข (Code) แล้วบันทึกลงในโปรแกรม เพื่อดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยหาค่าความถี่ (Frequency) และค่าร้อยละ (Percentage)

**8. การพิทักษ์สิทธิกลุ่มตัวอย่าง** ผู้วิจัยมีความเคารพศักดิ์ศรีและสิทธิของบุคคลที่ใช้เป็นตัวอย่างในการวิจัย มีการอธิบายจุดมุ่งหมายของการวิจัยแก่บุคคลที่เป็นตัวอย่าง โดยไม่หลอกลวงหรือบีบบังคับ และไม่ละเมิดสิทธิส่วนบุคคลรวมถึงการไม่เปิดเผยข้อมูลส่วนตัว เช่น ชื่อ นามสกุล ของตัวอย่างที่ศึกษา

#### ผลการทดลอง

จากการศึกษาพบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นเพศชายคิดเป็นร้อยละ 56.0 มีอายุอยู่ระหว่าง 50 -59 ปี คิดเป็นร้อยละ 33.5 ระดับการศึกษาเป็นประถมศึกษา คิดเป็นร้อยละ 32.5 ประกอบอาชีพเกษตรกร คิดเป็นร้อยละ 48.5 มีรายได้เฉลี่ยต่อเดือนอยู่ 1,001 – 5,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 43.0 น้ำหนัก 41-60 กิโลกรัม คิดเป็นร้อยละ 51.0 ส่วนสูง 161 – 180 เซนติเมตร คิดเป็นร้อยละ 60.5 ส่วนใหญ่ไม่มีโรคประจำตัว คิดเป็นร้อยละ 55.5 บุคคลในครอบครัวส่วนใหญ่มีโรคประจำตัว คิดเป็นร้อยละ 55.5 ไม่ดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ คิดเป็นร้อยละ 53.5 ไม่สูบบุหรี่ คิดเป็นร้อยละ 71.5 ใช้สิทธิบัตรทอง คิดเป็นร้อยละ 69.5 และมีการออกกำลังกายนานๆครั้ง 1-2 ครั้ง/สัปดาห์ คิดเป็นร้อยละ 37.5

ความรู้เกี่ยวกับกัญชาทางการแพทย์ของประชาชนบ้านหนองบก ตำบลขามป้อม อำเภอวาปีปทุม จังหวัดมหาสารคาม ทั้ง 6 ด้านพบดังนี้ 1) ด้านความรู้เกี่ยวกับกัญชาทางการแพทย์ พบว่าประชาชนสามารถวิเคราะห์ ข้อดี/ข้อเสีย เกี่ยวกับการใช้กัญชาทางการแพทย์ได้ (55.5%) 2) ด้านการเข้าถึงข้อมูล พบว่าประชาชนสามารถขอคำปรึกษาจากบุคลากรทางการแพทย์ได้ทุกเมื่อที่ต้องการ หากมีข้อสงสัยเกี่ยวกับกัญชาทางการแพทย์ (78.0%) 3) ด้านทักษะการสื่อสาร พบว่าประชาชนกล้าที่จะซักถามในสิ่งที่ท่านสงสัยกับผู้รู้เกี่ยวกับกัญชาในการแพทย์ได้ (74.5%) 4) ด้านการจัดการตนเอง พบว่าประชาชนทราบว่าในประเทศไทย กัญชาจัดสิ่งเสพติดผิดกฎหมาย สามารถใช้ในทางการแพทย์เท่านั้น ยังไม่สามารถใช้เพื่อการนันทนาการหรือซื้อขายกันได้อย่างเสรี (80.5%) 5) ด้านการตัดสินใจ พบว่าประชาชนเลือกที่จะเข้ารับบริการที่คลินิกกัญชามากกว่าเข้ารับบริการที่โรงพยาบาล (71.0%) 6) ด้านการรู้เท่าทันสื่อ พบว่าประชาชนติดตามข่าวสารเกี่ยวกับกัญชาทางการแพทย์เฉพาะข้อมูลที่มาจากทางการแพทย์เท่านั้น (68.0%) ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 จำนวนและร้อยละของความรอบรู้เกี่ยวกับกัญชาทางการแพทย์ของประชาชนบ้านหนองบก  
ตำบลขามป้อม อำเภอกวาปีปทุม จังหวัดมหาสารคาม ทั้ง 6 ด้าน (n = 200)

ข้อความ	ใช่ จำนวน (ร้อยละ)	ไม่ใช่ จำนวน (ร้อยละ)
1. ด้านความรู้เกี่ยวกับกัญชาทางการแพทย์ของประชาชนบ้านหนองบก		
1.1 ท่านเข้าใจข้อมูลและสามารถสรุปประเด็นเกี่ยวกับกัญชาทางการแพทย์ได้ด้วยตนเอง	107 (53.5)	93 (46.5)
1.2 ท่านสามารถสรุปข้อมูลเกี่ยวกับกัญชาทางการแพทย์ และอธิบายให้เพื่อน คนในครอบครัว หรือคนใกล้ชิดฟังได้	80 (40.0)	120 (60.0)
1.3 ท่านสามารถวิเคราะห์ ข้อดี/ข้อเสีย เกี่ยวกับการใช้กัญชาทางการแพทย์ได้	111 (55.5)	89 (44.5)
1.4 เมื่อมีผู้ใช้กัญชาในทางนันทนาการมาขอคำปรึกษาจากท่านเกี่ยวกับกฎหมายกัญชาในปัจจุบัน และขอคำแนะนำการเลิกใช้กัญชา ท่านสามารถอธิบายถึงข้อกฎหมาย และให้คำแนะนำได้	68 (34.0)	132 (66.0)
1.5 เมื่อท่านต้องการเข้ารับบริการที่คลินิกกัญชาใกล้บ้าน ท่านสามารถเข้ารับบริการได้ทุกวันจันทร์ – วันศุกร์ ในเวลาราชการ	107 (53.5)	93 (46.5)
2. ด้านการเข้าถึงข้อมูลเกี่ยวกับกัญชาทางการแพทย์ของประชาชนบ้านหนองบก		
2.1 ท่านสามารถค้นหาข้อมูลเกี่ยวกับกัญชาทางการแพทย์ที่ถูกต้องและเป็นปัจจุบันได้	129 (64.5)	71 (35.5)
2.2 ท่านสามารถขอคำปรึกษาจากบุคลากรทางการแพทย์ได้ทุกเมื่อที่ต้องการ หากมีข้อสงสัยเกี่ยวกับกัญชาทางการแพทย์	156 (78.0)	44 (22.0)
2.3 ท่านสามารถค้นหาคลินิกบริการสุขภาพที่เกี่ยวข้องกับกัญชาทางการแพทย์ที่น่าเชื่อถือ ปลอดภัย และถูกกฎหมายได้	106 (53.0)	94 (47.0)
2.4 ท่านได้รับข้อมูลเกี่ยวกับกัญชาทางการแพทย์จากบุคคลใกล้ชิดด้วยตลอด	71 (35.5)	129 (64.5)
2.5 ท่านเข้าถึงข้อมูลเกี่ยวกับการกัญชาทางการแพทย์ได้ง่ายและสะดวกรวดเร็ว	98 (49.0)	102 (51.0)
3. ด้านทักษะการสื่อสารกับกัญชาทางการแพทย์ของประชาชนบ้านหนองบก		
3.1 ท่านสามารถพูดคุย แลกเปลี่ยนข้อมูลเกี่ยวกับกัญชาทางการแพทย์กับบุคคลอื่นได้	81 (40.5)	119 (59.5)
3.2 ท่านกล้าที่จะซักถามในสิ่งที่ท่านสงสัยกับผู้รู้เกี่ยวกับกัญชาในการแพทย์ได้	149 (74.5)	51 (25.5)
3.3 ท่านสามารถกระจายข้อมูล ข่าวสารเกี่ยวกับกัญชาในการแพทย์ ผ่าน Social Media ให้กับบุคคลอื่นๆ ได้รับรู้ เช่น Facebook Line E-mail เป็นต้น	78 (39.0)	122 (61.0)
3.4 ท่านสามารถเป็นวิทยากร หรือผู้ให้ความรู้เกี่ยวกับกัญชาในการแพทย์ให้กับบุคคลอื่นได้	38 (19.0)	162 (81.0)
3.5 เมื่อคนใกล้ชิดของท่านเจ็บป่วย ท่านจะแนะนำหรือให้ข้อมูลเกี่ยวกับคลินิกกัญชาทางการแพทย์ได้	85 (42.5)	115 (57.5)
4. ด้านการจัดการตนเองเกี่ยวกับกัญชาทางการแพทย์ของประชาชนบ้านหนองบก		
4.1 ท่านสามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับการใช้กัญชาทางการแพทย์ทั้งกับตนเองและบุคคลอื่น	76 (38.0)	124 (62.0)
4.2 ท่านจะเลือกใช้กัญชาทางการแพทย์กับตัวท่านเองหรือคนในครอบครัวแน่นอน	82 (41.0)	118 (59.0)
4.3 ท่านทราบว่าโรคใดบ้างที่สามารถรักษาด้วยกัญชาทางการแพทย์ได้	90 (45.0)	110 (55.0)



ข้อความ	ใช่	ไม่ใช่
	จำนวน (ร้อยละ)	จำนวน (ร้อยละ)
4.4 ท่านทราบว่าในประเทศไทย ภัยสุขภาพจัดสิ่งเสพติดผิดกฎหมาย สามารถใช้ในทางการแพทย์เท่านั้น ยังไม่สามารถใช้เพื่อการนันทนาการหรือซื้อขายกันได้อย่างเสรี	161 (80.5)	39 (19.5)
4.5 ท่านสามารถปฏิบัติตามคำแนะนำเกี่ยวกับการใช้ภัยสุขภาพทางการแพทย์ได้อย่างถูกต้อง ตามที่แพทย์หรือเภสัชกรแนะนำ	160 (80.0)	40 (20.0)
5. ด้านการตัดสินใจเกี่ยวกับภัยสุขภาพทางการแพทย์ของประชาชนบ้านหนองบก		
5.1 เมื่อท่านเจ็บป่วย ท่านจะเข้ารับบริการที่คลินิกภัยสุขภาพมากกว่าเข้ารับบริการที่โรงพยาบาล	142 (71.0)	58 (29.0)
5.2 ท่านมักตรวจสอบความน่าเชื่อถือ และความถูกต้องของข้อมูล เมื่อมีข้อมูลเกี่ยวกับการใช้ภัยสุขภาพทางการแพทย์ใหม่ๆ เข้ามา	107 (53.5)	93 (46.5)
5.3 ท่านสามารถวิเคราะห์ได้ว่าข้อมูลที่รับมาเกี่ยวกับการใช้ภัยสุขภาพทางการแพทย์ เป็นข้อมูลที่ถูกต้องหรือเป็นโฆษณาชวนเชื่อ	113 (56.5)	87 (43.5)
5.4 ท่านสามารถใช้เหตุผลในการวิเคราะห์ข้อดีหรือข้อเสียของภัยสุขภาพทางการแพทย์ เพื่อเลือกรับข้อมูลจากสื่อเว็บไซต์ต่างๆ ไปปฏิบัติตาม	124 (62.0)	76 (38.0)
5.5 ท่านศึกษาเปรียบเทียบข้อมูลเกี่ยวกับภัยสุขภาพทางการแพทย์จากหลายแหล่งเพื่อยืนยันความถูกต้องก่อนที่จะส่งต่อหรือบอกต่อคนอื่น	102 (51.0)	98 (49.0)
6. ด้านการรู้เท่าทันสื่อเกี่ยวกับภัยสุขภาพทางการแพทย์ของประชาชนบ้านหนองบก		
6.1 ท่านติดตามข่าวสารเกี่ยวกับภัยสุขภาพทางการแพทย์โดยเฉพาะข้อมูลจากทางการเท่านั้น	136 (68.0)	64 (32.0)
6.2 ท่านมีการตรวจสอบแหล่งที่มาของข้อมูลเกี่ยวกับภัยสุขภาพทางการแพทย์ก่อนแชร์หรือส่งต่อให้บุคคลอื่นเสมอ	116 (58.0)	84 (42.0)
6.3 ท่านสามารถนำข้อมูลจากแหล่งต่างๆ ที่ได้อ่านมาเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียเกี่ยวกับการใช้ภัยสุขภาพทางการแพทย์ได้	136 (68.0)	64 (32.0)
6.4 ท่านสามารถวิเคราะห์และทำความเข้าใจเกี่ยวกับข้อมูลภัยสุขภาพทางการแพทย์ว่ามีคุณภาพ และความน่าเชื่อถือมากน้อยเพียงใด	111 (55.5)	89 (44.5)
6.5 เมื่อท่านได้รับข่าวเกี่ยวกับการใช้ภัยสุขภาพทางการแพทย์จนเกิดอันตรายแก่ชีวิต ท่านมีการค้นหาข้อมูลเกี่ยวกับภัยสุขภาพทางการแพทย์เพื่อความถูกต้องและความน่าเชื่อถือของข่าว	102 (51.0)	98 (49.0)

ความต้องการใช้ภัยสุขภาพทางการแพทย์ พบว่าประชาชนส่วนใหญ่ไม่เคยใช้ภัยสุขภาพร้อยละ 64.5 รองลงมาคือใช้ในการปรุงอาหาร ร้อยละ 31.5 ใช้ในการนันทนาการ (สูบ/เสพ) ร้อยละ 3.5 ใช้ในการรักษาโรค ร้อยละ 1.0 ตามลำดับ การรับบริการภัยสุขภาพทางการแพทย์พบว่าประชาชนต้องการรับบริการภัยสุขภาพทางการแพทย์ ร้อยละ 73.7 เหตุผลในการใช้ภัยสุขภาพทางการแพทย์ของประชาชนส่วนใหญ่คือ มีปัญหาทางด้านสุขภาพ ร้อยละ 42.5 วัตถุประสงค์ที่ประชาชนต้องการใช้ภัยสุขภาพส่วนใหญ่ใช้ในการรักษาโรค ร้อยละ 57.0 วัตถุประสงค์ในการปลูกภัยสุขภาพของประชาชนพบว่า ต้องการปลูกใช้ในการรักษาโรค ร้อยละ 52.0 การใช้ภัยสุขภาพทางการแพทย์ใช้ในการรักษาโรค พบว่าประชาชนมีความคิดเห็นว่าภัยสุขภาพรักษาโรคมะเร็ง ร้อยละ 43.0 การต้องการความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับการใช้ภัยสุขภาพทางการแพทย์

พบว่าประชาชนต้องการความรู้เพิ่มเติม ร้อยละ 76.5 ในด้านประโยชน์ ข้อห้ามใช้หรือข้อควรระวัง ร้อยละ 58.5 ด้านการแนะนำบุคคลอื่นให้ใช้กัญชาทางการแพทย์ พบว่ามีการแนะนำบุคคลอื่นให้ใช้กัญชาทางการแพทย์ ร้อยละ 72.0 และประชาชนเห็นด้วยในการนำกัญชามาใช้ในทางการแพทย์ ร้อยละ 93.0 ดังแสดงในตารางที่ 2

**ตารางที่ 2** จำนวนและร้อยละของความต้องการใช้กัญชาทางการแพทย์ (n = 200)

ความต้องการใช้กัญชาทางการแพทย์	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ท่านเคยใช้กัญชาหรือไม่ (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)		
ไม่เคยใช้	129	64.5
เคยใช้ในการปรุงอาหาร	63	31.5
เคยใช้ในการนันทนาการ (สูบ/เสฟ)	7	3.5
เคยใช้ในการรักษาโรค	2	1.0
ท่านจะรับบริการกัญชาทางการแพทย์หรือไม่		
ไม่รับบริการ	53	26.5
รับบริการ	147	73.5
เพราะเหตุผลใด ท่านถึงจะใช้กัญชาทางการแพทย์ (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)		
ไม่ใช้	38	19.0
อยากรู้ อยากลอง	23	11.5
เพื่อนแนะนำ	14	7.0
มีปัญหาทางด้านสุขภาพ	85	42.5
ใช้ในการนันทนาการ	16	8.0
ใช้ตามแพทย์สั่ง	81	40.5
หากในอนาคตกัญชาถูกเปิดใช้อย่างเสรี ท่านต้องการใช้ด้วยวัตถุประสงค์ใด		
ไม่ใช้	55	27.5
ใช้ในการปรุงอาหาร	76	38.0
ใช้ในการนันทนาการ (สูบ/เสฟ)	14	7.0
ใช้ในการรักษาโรค	114	57.0
หากกฎหมายอนุญาตให้ท่านปลูกกัญชาได้อย่างเสรี ท่านจะปลูกไว้เพื่อวัตถุประสงค์ใด (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)		
ไม่ปลูก	66	33.0
ปลูกไว้ใช้ในการปรุงอาหาร	83	41.5
ปลูกไว้ใช้ในการนันทนาการ (สูบ/เสฟ)	12	6.0
ปลูกไว้ใช้ในการรักษาโรค	104	52.0
ปลูกไว้เพื่อขาย	16	8.0
กัญชาทางการแพทย์สามารถรักษาโรคใดได้บ้าง(ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)		
ปวดเรื้อรัง	39	19.5
ภาวะกล้ามเนื้อหดเกร็ง	30	15.0
ไมเกรน	31	15.5

ความต้องการใช้กัญชาทางการแพทย์	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ช่วยให้นอนหลับ	85	42.5
โรคซึมเศร้า	65	32.5
ลมชัก	18	9.0
ลดความวิตกกังวล	41	20.5
พาร์กินสัน	20	10.0
โรคจิตเภท	8	4.0
โรคมะเร็ง	86	43.0
ท่านต้องการความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับการใช้กัญชาทางการแพทย์หรือไม่		
ไม่ต้องการ	47	23.5
ต้องการ	153	76.5
ท่านต้องการความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับการใช้กัญชาทางการแพทย์ในด้านใด (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)		
ไม่ต้องการ	49	24.5
ประโยชน์ / ข้อห้ามใช้หรือข้อควรระวัง	117	58.5
งานวิจัยทางการแพทย์	44	22.0
ข้อมูลทางด้านกฎหมาย	64	32.0
เพิ่มในหลักสูตรการเรียนการสอน	23	11.5
ท่านจะแนะนำบุคคลอื่นให้ใช้กัญชาทางการแพทย์หรือไม่		
ไม่แนะนำ	56	28.0
แนะนำ	144	72.0
ท่านมีความคิดเห็นอย่างไร เกี่ยวกับการนำกัญชามาใช้ในทางการแพทย์		
ไม่เห็นด้วย	14	7.0
เห็นด้วย	186	93.0

### อภิปรายผล

ความรอบรู้เกี่ยวกับการใช้กัญชาทางการแพทย์ พบว่า **ด้านความรู้เกี่ยวกับการใช้กัญชาทางการแพทย์** ประชาชนสามารถวิเคราะห์ ข้อดี/ข้อเสีย เกี่ยวกับการใช้กัญชาทางการแพทย์ได้ คิดเป็นร้อยละ 55.5 อาจเนื่องจากระดับการศึกษาเป็นประถมศึกษา คิดเป็นร้อยละ 32.5 ซึ่งเป็นข้อจำกัดในการเรียนรู้ และการได้รบบของค์ความรู้เรื่องกัญชาทางการแพทย์ยังมีอย่างจำกัด ซึ่งไม่สอดคล้องกับ ศิริลักษณ์ อัครพิณ และคณะ (2562) ศึกษาเรื่องความรอบรู้ด้านสุขภาพของนักศึกษามหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ต่อการใช้กัญชาในทางการแพทย์ พบว่าระดับความรู้ด้านสุขภาพต่อการใช้กัญชาทางการแพทย์ของนักศึกษาอยู่ในระดับปานกลาง **ด้านการเข้าถึงข้อมูล** ประชาชนสามารถขอคำปรึกษาจากบุคคลากรทางการแพทย์ได้ทุกเมื่อที่ต้องการ หากมีข้อสงสัยเกี่ยวกับกัญชาทางการแพทย์ คิดเป็นร้อยละ 78.0 อาจเนื่องจากประชาชนมีความสนใจเกี่ยวกับการนำกัญชามาใช้ในทางการแพทย์สูง ส่งผลให้ประชาชนขอคำปรึกษาจากบุคคลากรทางการแพทย์เมื่อมีข้อสงสัย เพื่อที่จะได้รับข้อมูลที่ถูกต้อง และน่าเชื่อถือ **ด้านการสื่อสาร** ประชาชนกล้าที่จะซักถามสิ่งที่สงสัยกับผู้รู้เกี่ยวกับกัญชาในการแพทย์ คิดเป็นร้อยละ 74.5 อาจเนื่องจากประชาชน

ต้องการข้อมูลเกี่ยวกับกัญชาทางการแพทย์ที่มีความน่าเชื่อถือ จึงเลือกที่จะซักถามสิ่งที่สงสัยกับผู้รู้ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้อง และชัดเจน **ด้านการจัดการตนเอง** ประชาชนทราบว่าในประเทศไทยกัญชาจัดเป็นสิ่งเสพติดผิดกฎหมายสามารถใช้ในทางการแพทย์เท่านั้น ยังไม่สามารถใช้เพื่อการนันทนาการหรือซื้อขายกันได้อย่างเสรี คิดเป็นร้อยละ 80.5 สอดคล้องกับ ชลิดา อุบุญญ์ (2561) ศึกษาเรื่องสถานะทางกฎหมายและมาตรการควบคุมเพื่อใช้ประโยชน์จากกัญชา/กัญชง ของประเทศไทย พบว่ากัญชามีสถานะทางกฎหมายคือยาเสพติดซึ่งมีโทษตามพระราชบัญญัติยาเสพติดให้โทษ พ.ศ.2522 เช่นเดิม แต่หากเป็นกรณีที่อยู่ภายใต้เงื่อนไขที่กำหนดโดยกฎหมายการใช้ประโยชน์จากกัญชา/กัญชงย่อมเป็นการกระทำที่ชอบด้วยกฎหมายและผู้กระทำย่อมไม่มีความรับผิดชอบทางอาญา เช่น การใช้กัญชารักษาโรคหรือการวิจัยกัญชาเพื่อวัตถุประสงค์ทางการแพทย์ **ด้านการตัดสินใจ** หากมีการเจ็บป่วย ประชาชนจะเข้ารับการรักษาที่คลินิกกัญชามากกว่าการรักษาที่โรงพยาบาล คิดเป็นร้อยละ 71.0 ซึ่งแสดงว่าประชาชนบ้านหนองบกต้องการใช้สมุนไพรเพื่อรักษาอาการเจ็บป่วย สอดคล้องกับ ณัฐธญา พัฒนะวาณิชนันท์ และคณะ (2563) ศึกษาเรื่องการพัฒนาคุณภาพกำลังคนเพื่อสนับสนุนการนำนโยบายกัญชาทางการแพทย์สู่การปฏิบัติ พบว่านโยบายกัญชาทางการแพทย์ไม่ได้เป็นนโยบายที่เกิดจากความต้องการและแรงผลักดันทางฝ่ายการเมืองของรัฐบาลหรือรัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุขเท่านั้น แต่เป็นนโยบายที่เป็นความต้องการของประชาชนด้วย และ **ด้านการรู้เท่าทันสื่อ** ประชาชนมีการติดตามข่าวสารเกี่ยวกับกัญชาทางการแพทย์ที่มาจากทางโทรทัศน์ คิดเป็น ร้อยละ 68.0 อาจเนื่องจากข้อมูลจากทางโทรทัศน์เป็นข้อมูลที่มีความชัดเจน และน่าเชื่อถือ

ความต้องการใช้กัญชาทางการแพทย์ ประชาชนบ้านหนองบกส่วนใหญ่ไม่เคยใช้กัญชา ร้อยละ 64.5 แต่เห็นด้วยในการนำกัญชามาใช้ในทางการแพทย์ ร้อยละ 93 ซึ่งเหตุผลที่เลือกใช้กัญชาเพราะประชาชนส่วนใหญ่มีปัญหาทางด้านสุขภาพและต้องการใช้ในการรักษาโรคและการเลือกใช้รักษาโรคพบว่าประชาชนส่วนมากเลือกรักษาโรคมะเร็งร้อยละ 43 เนื่องจากคิดว่าสามารถรักษาโรคมะเร็งได้ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ วีรยา ธาตุปชิต และ นุศราพร เกษสมบุญ (2560) เรื่องการนำกัญชาไปใช้ในการรักษาโรคมะเร็ง พบว่ามีการศึกษาทั้งในระดับห้องปฏิบัติการคือในหลอดทดลองและศึกษาในสัตว์ทดลอง โดยมีกลไกเกี่ยวกับการยับยั้งการเติบโตของเซลล์มะเร็งรวมทั้งการทำให้เซลล์มะเร็งตาย Carlos และคณะพบว่ากัญชาสามารถยับยั้งการเติบโตของเซลล์มะเร็ง Gliomas ได้ และพบว่า สาร Cannabinoids มีความสามารถในการฆ่าเซลล์มะเร็งแบบเฉพาะเจาะจง หรือกล่าวได้ว่า ทำให้เซลล์มะเร็งตายโดยไม่ทำลายเซลล์ปกติ นอกจากนี้ประชาชนต้องการความรู้เกี่ยวกับกัญชาทางการแพทย์ด้านประโยชน์และข้อควรระวัง ข้อห้ามใช้มากที่สุด ร้อยละ 58.5 เนื่องจากประชาชนส่วนใหญ่ไม่เคยใช้กัญชาแต่มีความสนใจที่จะนำกัญชามาใช้ในทางการแพทย์ และต้องการความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับประโยชน์ของกัญชาที่จะนำมาใช้ในทางการแพทย์ในการรักษาโรค และข้อควรระวังของการนำกัญชามาใช้ เพราะการใช้กัญชาช่วยในการรักษาถึงถือเป็นแนวทางที่ค่อนข้างใหม่ ทำให้ขาดข้อมูลเกี่ยวกับผลข้างเคียงในระยะยาว

### สรุปผล

ความรู้เกี่ยวกับการใช้กัญชาทางการแพทย์ของประชาชนพบว่า 1) ด้านความรู้เกี่ยวกับกัญชาทางการแพทย์ พบว่าประชาชนสามารถวิเคราะห์ ข้อดี/ข้อเสีย เกี่ยวกับการใช้กัญชาทางการแพทย์ได้ (55.5%) 2) ด้านการเข้าถึงข้อมูล พบว่าประชาชนสามารถขอคำปรึกษาจากบุคคลากรทางการแพทย์ได้ทุกเมื่อที่ต้องการ หากมีข้อ

สงสัยเกี่ยวกับกัญชาทางการแพทย์ (78.0%) 3) ด้านทักษะการสื่อสาร พบว่าประชาชนกล้าที่จะซักถามในสิ่งที่ท่านสงสัยกับผู้รู้เกี่ยวกับกัญชาในการแพทย์ได้ (74.5%) 4) ด้านการจัดการตนเอง พบว่าประชาชนทราบว่าในประเทศไทยกัญชาจัดเป็นสิ่งผิดกฎหมาย สามารถใช้ในทางการแพทย์เท่านั้น ยังไม่สามารถใช้เพื่อการนันทนาการหรือซื้อขายกันได้อย่างเสรี (80.5%) 5) ด้านการตัดสินใจ พบว่าประชาชนเลือกที่จะเข้ารับบริการที่คลินิกกัญชามากกว่าเข้ารับบริการที่โรงพยาบาล (71.0%) 6) ด้านการรู้เท่าทันสื่อ พบว่าประชาชนติดตามข่าวสารเกี่ยวกับกัญชาทางการแพทย์เฉพาะข้อมูลที่มาจกทางการแพทย์เท่านั้น (68.0%) ความต้องการใช้กัญชาทางการแพทย์ พบว่าประชาชนส่วนใหญ่ไม่เคยใช้กัญชาร้อยละ 64.5 แต่เห็นด้วยในการนำกัญชามาใช้ในทางการแพทย์ ร้อยละ 93.0 ซึ่งมีเหตุผลที่เลือกใช้กัญชาทางการแพทย์ เพราะมีปัญหาทางด้านสุขภาพร้อยละ 42.5

### ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้ จากผลการศึกษา ความรู้และความต้องการใช้กัญชาทางการแพทย์ โดยผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะดังนี้ 1) อบรมให้ความรู้เรื่องกัญชาทางการแพทย์แก่ประชาชนทั่วไป และ 2) ควรเพิ่มบุคลากรทางการแพทย์ที่มีความรู้เกี่ยวกับกัญชาทางการแพทย์ในโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพใกล้บ้าน เพื่อให้ความรู้แก่ประชาชน

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป ควรทำการศึกษาวิจัยเชิงคุณภาพในประเด็นความต้องการใช้กัญชาทางการแพทย์ซึ่งจะได้ข้อมูลที่ละเอียดมากยิ่งขึ้นเพื่อนำไปใช้ประโยชน์

### เอกสารอ้างอิง

- กรมการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข. (2564). *คำแนะนำการใช้กัญชาทางการแพทย์ (Guidance on cannabis for medical use)* (ฉบับปรับปรุงครั้งที่ 4). กระทรวงสาธารณสุข.
- กรมสุขภาพจิต. (2562). *กัญชาเพื่อการแพทย์*. กรมสุขภาพจิต
- ชลิดา อุบุญญ์. (2561). สถานะทางกฎหมายและมาตรการควบคุมเพื่อใช้ประโยชน์จากกัญชา/กัญชงของประเทศไทย. *วารสารนิติศาสตร์ มหาวิทยาลัยอัสสัมชัญ*. 9(2), 126 - 150.
- ณัฐฐญา พัฒนะวาณิชนันท์, และคณะ. (2563). การพัฒนาคุณภาพกำลังคนเพื่อสนับสนุนการกำหนดนโยบายกัญชาทางการแพทย์สู่การปฏิบัติ. *วารสารวิชาการสาธารณสุข*, 29(3), 455 - 466.
- วีรยา ฤกษ์ขจร, และนุศราพร เกษสมบุญรณ์. (2560). การใช้กัญชาทางการแพทย์. *วารสารเภสัชศาสตร์อีสาน*, 13(ฉบับพิเศษ) ม.ค. - มี.ค., 228 - 240.
- ศิริลักษณ์ อัครพิน และคณะ. (2562, มกราคม 24). ความรอบรู้ด้านสุขภาพของนักศึกษามหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ต่อการใช้กัญชาในทางการแพทย์. ใน *สังคมสงเคราะห์และสวัสดิการสังคม การปลดล็อกความเหลื่อมล้ำสู่ความยั่งยืน: การประชุมสัมมนาวิชาการ เนื่องในโอกาสครบรอบ 66 ปี คณะสังคมสงเคราะห์ศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์* (น.211-222). กรุงเทพฯ.
- Nutbeam, D. (2008). The evolving concept of health literacy. *Social science and medicine*, 67, 2072-2078.
- Yamane, T. (1973). *Statistics: an introductory analysis*. Harper & Row.

## การศึกษาความเข้มแสงจากหลอดแอลอีดีและช่วงเวลาการให้แสง ต่อการเจริญเติบโตของผักกวางตุ้งในระบบไฮโดรโปนิคส์

### Study of Light Intensity and Duration LEDs Light on The Growth of Chinese Cabbage in Hydroponic System

พงศธร กองแก้ว

Pongsathorn Kongkaew

สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

\*Corresponding author. E-mail: Pongsathorn.ko@rmu.ac.th

#### บทคัดย่อ

ในงานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษานิตความเข้มแสงจากหลอดแอลอีดีต่อการเจริญเติบโตผักกวางตุ้ง โดยใช้ความยาวคลื่นที่ต่างกัน คือ แอลอีดีสีแดง (600-700 นาโนเมตร) และแอลอีดีสีน้ำเงิน (400-500 นาโนเมตร) และการเจริญเติบโตของผักกวางตุ้งและคุณภาพน้ำ ซึ่งเก็บข้อมูล ได้แก่ จำนวนของใบ ความกว้างของใบ ความยาวของใบ ความสูงของต้น ความยาวของราก อุณหภูมิ น้ำ ค่าความเป็นกรดต่าง (pH) และค่าการนำไฟฟ้า (EC)

ผลการศึกษา พบว่า 1) ความเข้มแสงจากหลอดแอลอีดีสีแดงมีค่าน้อยกว่าความเข้มแสงหลอดแอลอีดีสีน้ำเงิน 2) ในด้านการเจริญเติบโตของผักกวางตุ้ง พบว่า ความเข้มแสงจากหลอดแอลอีดีสีแดงส่งผลต่อความยาวของใบ ความสูงของต้น และความยาวราก ( $p < 0.05$ ) ส่วนคุณภาพของน้ำภายใต้ระบบไฮโดรโปนิคส์ พบว่า ความเข้มแสงจากหลอดแอลอีดีสีแดงมีผลต่ออุณหภูมิของน้ำ และค่า pH ของน้ำ ( $p < 0.05$ )

**คำสำคัญ** : ความเข้มแสงหลอด LED; การเจริญเติบโตผักกวางตุ้ง; ระบบไฮโดรโปนิคส์

### Abstract

In this research, the study of light intensity type from LED lamps on the growth of Cantonese vegetables was studied by using different wavelengths, red LED (600-700 nm) and blue LED (400-500 nm), and the growth of Chinese cabbage and water quality. Data was collected and analyzed for number of leaves, leaf width, leaf length, plant height, root length, water temperature, pH, and EC values.

The results showed that (1) the light intensity from red LED lamps was lower than that of blue LED lamps, (2) red LEDs affect leaf length, height of the plant and root length ( $p < 0.05$ ). For water quality under hydroponics system, it was found that light intensity from red LED lamps influenced water temperature and water pH ( $p < 0.05$ ).

**Keywords:** LED lamp light intensity, Growing Cantonese vegetables, Hydroponic system

### บทนำ

ประเทศไทยมีการนำแสงอาทิตย์เทียมไปใช้ทดแทนแสงธรรมชาติ ในด้านงานวิจัยมีการทดลองใช้แสงจากไดโอดเปล่งแสงหรือแอลอีดี (light-emitting diode; LED) ในการเพาะเนื้อเยื่อ การเจริญเติบโตของกล้วยไม้ และพืชสวนครัว เป็นต้น การปลูกพืชโดยใช้แสงเทียมสามารถปรับเปลี่ยนให้มีความเหมาะสมกับการเจริญเติบโตของพืชแต่ละชนิดได้ และควบคุมอุณหภูมิ ความชื้น คุณภาพน้ำ และสารอาหารได้อย่างเหมาะสม ระบบดังกล่าวเรียกว่าการเกษตรแม่นยำ (precision agriculture) (นภัทร วัจนเทพินทร์ และ ไชยยันต์ บุญมี, 2560)

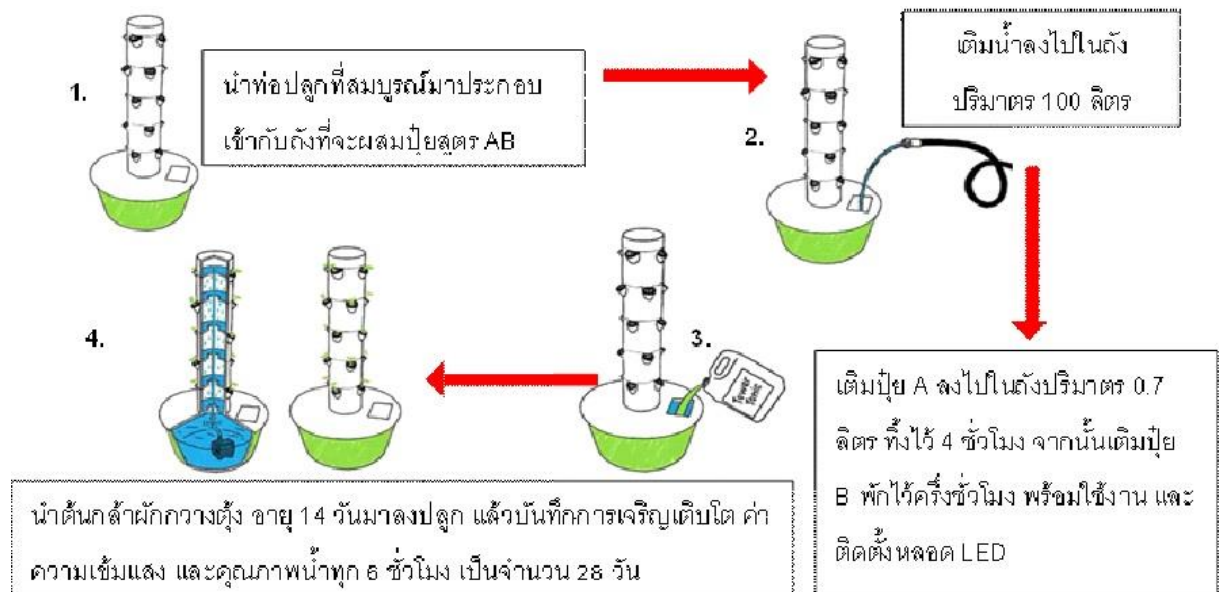
ปัจจุบันมีการเพาะปลูกพืชในเชิงอุตสาหกรรม พืชแต่ละชนิดมีความต้องการแสงที่แตกต่างกัน ทำให้การควบคุมสภาวะของแสงมีความซับซ้อนมากขึ้น รวมถึงการปรับลักษณะของแสงให้เหมาะสมกับพืชแต่ละชนิดตามช่วงอายุที่แตกต่างกัน โดยพืชส่วนใหญ่ใช้เวลาในการสังเคราะห์แสงประมาณ 16 ชั่วโมงต่อวัน (Hideaki, et al., 2018). แต่ปกติแสงอาทิตย์ที่ส่องให้พืชตามธรรมชาติใช้เวลาไม่เกิน 10 ชั่วโมงต่อวัน (สังคม เตชะวงศ์เสถียร, 2559). หลอดแอลอีดีมีความน่าสนใจในการนำมาใช้เป็นแหล่งกำเนิดแสงในการเพาะปลูกพืช เนื่องจากแสงของหลอดแอลอีดีไม่ต้องใช้การเผาไหม้ของไส้หลอดทำให้มีอายุใช้งานนานกว่า มีอัตราการสูญเสียพลังงานความร้อนต่ำและพลังงานส่วนใหญ่จะเปลี่ยนเป็นพลังงานแสงทั้งหมด ทำให้มีอายุการใช้งานที่ยาวนานและสิ้นเปลืองพลังงานน้อยกว่าหลอดแบบอื่น ส่วนแสงจากหลอดฟลูออเรสเซนต์หรือแสงของไฟแบบมีไส้อื่น ๆ นั้นเกิดจากการเผาไส้หลอดจนแดงทำให้สูญเสียพลังงานจำนวนมาก (Bula, et al., 1991) ดังนั้นแสงของหลอดแอลอีดีจึงมีแนวโน้มว่าจะถูกใช้ปลูกพืชในอนาคต ด้วยเหตุนี้จึงเป็นจุดเริ่มต้นของการทำวิจัยนี้ โดยใช้ผักกวางตุ้ง (*Brassica rapa var. parachinensis*) เป็นพืชทดลองเนื่องจากเป็นผักที่นิยมบริโภค เพราะสามารถปลูกได้ทุกฤดู เจริญเติบโตเร็ว อายุการเก็บสั้น (สังคม เตชะวงศ์เสถียร, 2559).

การนำแสงจากหลอดแอลอีดีมาประยุกต์ใช้กับการวิจัยเพื่อศึกษาเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของผักกวางตุ้งโดยใช้แสงจากหลอดแอลอีดีที่มีความยาวคลื่นต่างกัน จะเป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาข้อจำกัดเรื่องแสงอาทิตย์ไม่เพียงพอ ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาผลของความเข้มแสงจากหลอดแอลอีดีที่ประกอบด้วยแอลอีดีสีแดง ความยาวคลื่น 600-700 นาโนเมตร และแอลอีดีสีน้ำเงิน ความยาวคลื่น 400-500 นาโนเมตร และช่วงเวลาการให้แสงต่อการเจริญเติบโต

ของผักวางตุ้งและคุณภาพน้ำภายใต้ระบบไฮโดรโปนิคส์ เพื่อพัฒนาการเกษตรภายใต้ระบบไฮโดรโปนิคส์ให้มีศักยภาพมากขึ้นและสามารถปลูกได้ตลอดทั้งปี อีกทั้งช่วยให้พืชมีคุณภาพตามต้องการ และเป็นการลดต้นทุนด้านพลังงานอีกด้วย

### วิธีดำเนินการวิจัย

1. เพาะเมล็ดผักวางตุ้งในฟองน้ำขนาด 3x3 เซนติเมตร เป็นเวลา 14 วัน
2. เตรียมระบบน้ำของไฮโดรโปนิคส์ ดังภาพที่ 1 ใช้ปุ๋ยสูตร AB ในอัตราส่วน ปุ๋ย A : ปุ๋ย B : น้ำ (ปุ๋ย A 0.7 ลิตร : ปุ๋ย B 0.7 ลิตร : 100 ลิตร) จากนั้นนำต้นกล้าผักวางตุ้งจากข้อที่ 1 ใส่กระถาง เพราะเลี้ยงจนต้นกล้ามีขนาดใกล้เคียงกันจึงนำมาปลูกในระบบไฮโดรโปนิคส์แนวตั้ง ติดตั้งท่อปลูกจะแยกออกเป็น 2 ชุด โดยชุดที่ 1 ติดตั้งหลอด LED สีแดง และชุดที่ 2 ติดตั้งหลอด LED สีน้ำเงิน โดยทำการทดลองและเก็บข้อมูลตัวอย่างละ 3 ซ้ำ
3. บันทึกประจำวันโดยเก็บข้อมูลทุก ๆ 6 ชั่วโมง คือเวลา 06.00 น. 12.00 น. และ 18.00 น. บันทึกการเจริญเติบโตของผักวางตุ้ง ได้แก่ จำนวนใบ ความกว้างของใบ ความยาวใบ ความสูงของต้น ความยาวของราก ค่า pH ค่า EC และค่าความเข้มแสง เป็นเวลา 28 วัน นำข้อมูลทั้งหมดมาวิเคราะห์ และสรุปผลการทดลอง



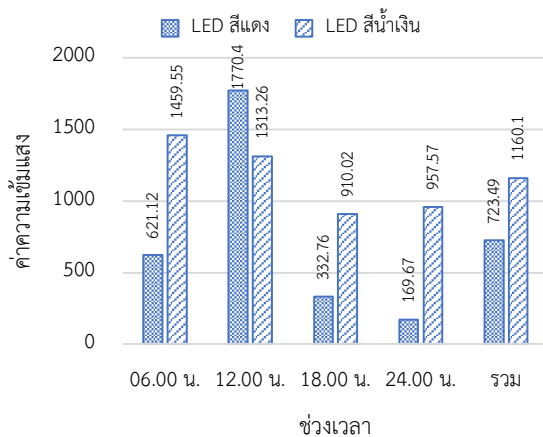
ภาพที่ 1 ขั้นตอนการทดลองความเข้มแสงที่มีผลต่อการเจริญเติบโตผักวางตุ้ง ภายใต้ระบบไฮโดรโปนิคส์

### ผลการวิจัยและอภิปรายผล

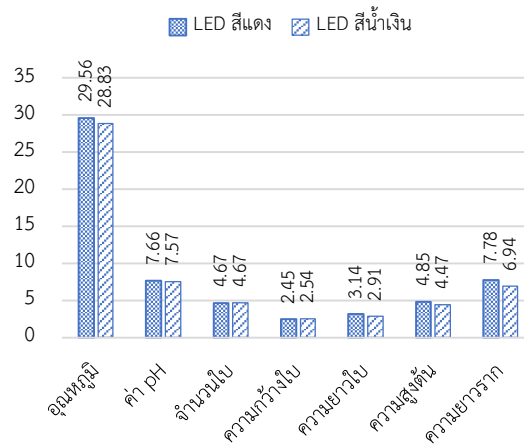
1. ผลของความเข้มแสงของหลอดแอลอีดีและช่วงเวลาในการให้แสง จากภาพที่ 2 พบว่า ในแต่ละช่วงเวลามีการให้แสงจากหลอดแอลอีดีสีแดง และ สีน้ำเงิน ที่แตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิในแต่ละช่วงเวลา โดยค่าเฉลี่ยตลอดการทดลองจำนวน 28 วัน หลอดแอลอีดีสีแดง มีความเข้มแสง 732.49 lux ส่วน หลอดแอลอีดีสีน้ำเงิน มีความเข้มแสง 1160.10 lux โดยทั่วไปพืชจะสังเคราะห์แสงได้ดี เมื่อได้รับแสงเป็นเวลานานติดต่อกัน สาเหตุสำคัญอีกประการหนึ่งที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืช คือ ช่วงระยะเวลาที่ได้รับแสง เนื่องจากพืชมีสารชนิดหนึ่งเรียกว่า คลอโรฟิลล์เอและคลอโรฟิลล์บี ซึ่งเป็นคลอโรฟิลล์ที่พบในพืชโดยทั่วไป โดยพืชสามารถดูดกลืนแสงสีแดงได้ดี



แต่จะดูคลื่อนน้อยในช่วงแสงสีน้ำเงิน ส่งผลให้พืชที่ดูคลื่อนแสงสีน้ำเงินสร้างอาหารได้น้อยทำให้ไม่สามารถสังเคราะห์แสงได้ดี (อริฎุ ประกอบสัฎุฑ์ และคณะ ,2559) อย่างไรก็ตามหลอดแอลอีดีสีแดงและแอลอีดีสีน้ำเงินเป็นชนิดที่ใช้พลังงานไฟฟ้าน้อย ทำให้สามารถควบคุมธาตุอาหารพืช ความชื้น อุณหภูมิ แสง น้ำ คาร์บอนไดออกไซด์ และการจัดการโรคและแมลงได้ (Hideaki et al.,2018)



ภาพที่ 2 ค่าเฉลี่ยความเข้มแสงแอลอีดีสีแดง และสีน้ำเงินตลอด 28 วัน



ภาพที่ 3 ผลของความเข้มแสงหลอดแอลอีดีต่อการเจริญเติบโตผักกวางตุ้งและคุณภาพน้ำ

2. การเจริญเติบโตของของผักกวางตุ้งจากการใช้แสงของหลอดแอลอีดีสีแดง และหลอดแอลอีดีสีน้ำเงิน และคุณภาพของน้ำภายใต้ระบบไฮโดรโปนิกส์ จากการทดลองนำหลอดแอลอีดีสีแดง และแอลอีดีสีน้ำเงิน แทนการให้แสงธรรมชาติสำหรับการปลูกผักกวางตุ้ง พบว่า ผักกวางตุ้งที่ได้รับรังสีจากหลอดสีแดงมีค่าเฉลี่ยความยาวของใบ ความสูงของต้น และความยาวของรากมากกว่าผักกวางตุ้งที่ได้รับรังสีจากหลอดสีน้ำเงิน คือ 3.14, 4.85 และ 7.78 cm ตามลำดับ ในด้านความกว้างใบ พบว่า ผักกวางตุ้งที่ได้รับรังสีจากหลอดแอลอีดีสีน้ำเงินจะมากกว่าผักกวางตุ้งที่ได้รับรังสีจากหลอดสีแดง ส่วนจำนวนใบผักกวางตุ้งที่ได้รับรังสีจากหลอดทั้งสองชนิดมีค่าเท่ากัน นอกจากนี้คุณภาพของน้ำ ในด้านของค่า EC และค่า pH พบว่า หลอดแอลอีดีสีแดงมีค่าน้อยกว่าหลอดแอลอีดีสีน้ำเงิน แสดงดังภาพที่ 3 เนื่องจากแสงแอลอีดีสีแดง และแอลอีดีสีน้ำเงินนั้นเป็นช่วงแสงที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชเป็นอย่างมากเพราะช่วงความยาวคลื่นของสีแดงและสีน้ำเงินนั้นจำเป็นต่อการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ส่งผลให้ผักกวางตุ้งนั้นเจริญเติบโตได้ทั้งหลอดแอลอีดีสีแดงและสีน้ำเงิน (สุทธิดา มณีเมือง และคณะ ,2558) สอดคล้องกับ Lu N. et al., 2012 ทำการทดลองใช้แสงแอลอีดีสีแดง และแอลอีดีสีน้ำเงินกับพืช โดยใช้แสงตลอดระยะเวลา 24 ชั่วโมง เป็นเวลา 28 วัน พบว่าการแตกยอดอ่อนพืชของแสงสีแดงเพิ่มขึ้น และเจริญเติบโตได้ดีกว่าแสงสีน้ำเงิน

### สรุปผล

แสงจากหลอดแอลอีดีสีแดง ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของผักกวางตุ้ง ทั้งด้านของความยาวของใบ ความสูงของต้น และความยาวของราก ทั้งนี้การใช้แสงจากหลอดแอลอีดีสีแดงสำหรับการเจริญเติบโตของพืช ช่วงเริ่มปลูก

จากการเพาะเมล็ดจนเป็นต้นกล้า และช่วงที่พืชเริ่มมีใบและลำต้น ควรเร่งการเจริญเติบโตด้วยการให้แสงสีแดงที่มีความยาวคลื่นแสง 660 นาโนเมตร นอกจากนี้การใช้แหล่งกำเนิดแสงจากหลอดแอลอีดียังช่วยลดการใช้พลังงานไฟฟ้าได้มากกว่าการใช้แหล่งกำเนิดแสงชนิดอื่นอย่างมาก เพราะใช้พลังงานไฟฟ้าต่ำกว่าหลอดฟลูออเรสเซนต์และมีอายุการใช้งานที่ยาวนานกว่า แนวทางดังกล่าวอาจเป็นส่วนหนึ่งในการช่วยลดปัญหา ด้านการขาดแคลนอาหาร วิกฤติพลังงาน ทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมในอนาคตอีกด้วย

### กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณสาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่ทำการทดลอง รวมถึงการอำนวยความสะดวกในเรื่องต่างๆตลอดการศึกษาค้นคว้า เพื่อให้งานสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

### เอกสารอ้างอิง

- นภัทร วัจนเทพินทร์ และ ไชยยันต์ บุญมี. (2560, มกราคม-กุมภาพันธ์). ไดโอดเปล่งแสงสีอะไรเหมาะสมกับการปลูกพืช. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์*, 25(1), 158-176.
- สังคม เตชะวงค์เสถียร. (2559). ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและพัฒนาการของพืช. ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- Bula, R. J., Morrow, R. C., Tibbitts, T. W., Barta, D. J., Ignatius, R. W., & Martin, T. S. (1991). Light-emitting diodes as a radiation source for plants. *HortScience*, 26(2), 203-205..
- Lu, N., Maruo, T., Johkan, M., Hohjo, M., Tsukagoshi, S., Ito, Y., ... & Shinohara, Y. (2012). Effects of supplemental lighting with light-emitting diodes (LEDs) on tomato yield and quality of single-truss tomato plants grown at high planting density. *Environmental Control in Biology*, 50(1), 63-74.
- อรุณ ประกอบสัญญา และคณะ. (2559). การพัฒนาระบบควบคุมการส่องสว่างสำหรับการปลูกพืชด้วยเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย. *JOURNAL OF INFORMATION SCIENCE AND TECHNOLOGY*, 6 (2). 1-8.
- Asakuma, H., Chijiwa, H., & Shiraiishi, M. (2018). Effective scion propagation using light-emitting diode irradiation for nursery stock production in Japanese persimmon. *Scientia Horticulturae*, 240, 232-238.
- สุทธิดา มณีเมือง และคณะ. (2558). ผลของความเข้มแสงจากชุดหลอดแอลอีดีสำหรับการเพาะปลูกที่มีต่อผักสลัดเรดไฮคในโรงเรือนไฮโดรโปนิคส์. *วารสาร มทร. อีสาน*, 8(1).63-72.

## แอปพลิเคชันสนุกคิดคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3

### Fun Application to Think Math Grade 3

กาญจนา คำสมบัติ<sup>1\*</sup>, วันวิสา เจริญยิ่ง<sup>2</sup>, ทินกร คุณาสีท<sup>3</sup>, และ อนูวัต ชัยเกียรติธรรม<sup>4</sup>

Kanjana Khamsombut<sup>1</sup>, Wanwisa Charoenying<sup>2</sup>, Tinnakorn Kunasit<sup>3</sup>

and Anuwat Chaikiattidham<sup>4</sup>

<sup>1,2,3</sup>สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, <sup>4</sup>สาขาวิชาภาษาอังกฤษ คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

<sup>1,2,3</sup>Department of Computer Science, Faculty of Science and Technology, Maha Sarakham Rajabhat University,

<sup>4</sup>Department of English Language, Faculty of Humanities and Social Sciences, Rajabhat Maha Sarakham University

\*Corresponding author. E-mail: kanjana@cs.rmu.ac.th

#### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาแอปพลิเคชันสนุกคิดคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 2) ประเมินหาความเหมาะสมของแอปพลิเคชัน 3) ศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้แอปพลิเคชัน กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ผู้เชี่ยวชาญการพัฒนาระบบจำนวน 3 คน และกลุ่มผู้ใช้แอปพลิเคชันจำนวน 20 คน การได้มาทั้งสองกลุ่มเป็นแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบประเมินความเหมาะสมของแอปพลิเคชัน และแบบสอบถามความพึงพอใจ การวิเคราะห์ข้อมูลใช้ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลการพัฒนาแอปพลิเคชันการทำงานหลักประกอบด้วย การสมัครสมาชิก เนื้อหานำเสนอจำนวน 6 เรื่อง แบบฝึกหัด และการแสดงผลคะแนน 2) ผลประเมินความเหมาะสมของแอปพลิเคชันโดยผู้เชี่ยวชาญเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก ( $\bar{X}$  = 4.29 และ S.D. = 0.50) 3) ผลการศึกษาความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อแอปพลิเคชันโดยภาพรวมความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ( $\bar{X}$  = 4.30 และ S.D. = 0.10 )

**คำสำคัญ** : การพัฒนาแอปพลิเคชัน, คณิตศาสตร์สนุกคิด, นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3

### Abstract

The purposes of the research were to 1) develop math for fun application of three grade students, 2) evaluate suitability for this application, and 3) to study the users' satisfaction. Two sample groups in this research were three system developers and twenty users of this application. They were selected by purposive sampling. The instruments were suitable assessment of this application and questionnaire of satisfaction. The statistics used in analyzing data were mean and standard deviation. The research findings showed that 1) the result of this application development comprised mainly of sign-up member, six topic contents, exercises, and points. 2) the result of suitability for this application by specialists was in high level. ( $\bar{X}$  = 4.29, S.D. = 0.50). 3) the result of satisfaction by users through this application was in high level. ( $\bar{X}$  = 4.30, S.D. = 0.10).

**Keywords:** Application development, Math for fun, Three grade student

### บทนำ

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดของมนุษย์ และความเจริญก้าวหน้าของสังคมโลก มนุษย์ใช้คณิตศาสตร์เป็นพื้นฐานในการศึกษาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่น ๆ รวมทั้งใช้คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการพัฒนาการคิดที่หลากหลาย ทั้งการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ คิดอย่างเป็นเหตุเป็นผล คิดอย่างมีวิจารณญาณ และคิดอย่างเป็นระบบและมีแบบแผนลักษณะการคิดดังกล่าวทำให้มนุษย์สามารถวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ คาดการณ์ วางแผนตัดสินใจและแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555, น.1) ดังนั้นการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์จึงมีความจำเป็นสำหรับการเรียนการสอนในทุกระดับชั้นการศึกษา

ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่ผ่านมา แม้ว่านักเรียนจะมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหา เป็นอย่างดี แต่นักเรียนจำนวนไม่น้อยยังด้อยความสามารถเกี่ยวกับการแก้ปัญหา การแสดงหรืออ้างอิงเหตุผลการสื่อสารหรือการนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาทาง คณิตศาสตร์กับสถานการณ์ต่าง ๆ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ปัญหาเหล่านี้ทำให้นักเรียนไม่สามารถนำความรู้คณิตศาสตร์ไปประยุกต์ในชีวิตประจำวัน และในการศึกษาต่อได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อให้การเรียนการสอนคณิตศาสตร์มีประสิทธิภาพตามเป้าหมายของการศึกษา แห่งชาติ พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 ได้ให้ความสำคัญกับแนวทางในกระบวนการจัดการเรียนรู้สำหรับให้สถานศึกษาและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องดำเนินการตามเป็นการเฉพาะ โดยกำหนดไว้ในมาตรา 24 หมวด 4 ว่าด้วยกระบวนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้ 1) จัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของผู้เรียน โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล 2) ฝึกทักษะ กระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ และการประยุกต์ความรู้มาใช้เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหา 3) จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริงฝึกการปฏิบัติให้ทำได้คิดเป็นทำเป็น รักการอ่านและเกิดการใฝ่รู้อย่างต่อเนื่อง 4) จัดการเรียนการสอนโดยผสมผสานสาระความรู้ด้านต่าง ๆ อย่างได้สัดส่วนสมดุล รวมทั้งปลูกฝังคุณธรรม ค่านิยมที่ดีงามและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ไว้ในทุกวิชา 5) ส่งเสริมสนับสนุนให้ผู้สอนสามารถจัดบรรยากาศสภาพแวดล้อม

สื่อการเรียน และอำนวยความสะดวกเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และมีความรอบรู้ รวมทั้งสามารถใช้การวิจัยเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้ ทั้งนี้ ผู้สอนและผู้เรียนอาจเรียนรู้ไปพร้อมกันจากสื่อการเรียนการสอนและแหล่งวิทยาการประเภทต่าง ๆ 6) จัดการเรียนรู้ให้เกิดขึ้นได้ทุกเวลาทุกสถานที่ มีการประสานความร่วมมือกับบิดามารดา ผู้ปกครอง และบุคคลในชุมชนทุกฝ่าย เพื่อร่วมกันพัฒนาผู้เรียนตามศักยภาพ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2542, น.8)

ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงมีความประสงค์ที่จัดทำงานวิจัยเรื่องการสร้างแอปพลิเคชันสนุกคิดคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยการประยุกต์เทคโนโลยีแอปพลิเคชัน (Application Technology) ขึ้นมาเพื่อให้เป็นบทเรียนในการช่วยสอนเพิ่มเติมที่ผู้เรียนได้เรียนมาจากห้องเรียนและสามารถมาเรียนทบทวนได้ด้วยตัวเองผ่านแอปพลิเคชันสนุกคิดคณิตศาสตร์ ป.3 ให้สามารถเรียนรู้และเข้าใจในเนื้อหานั้นได้ (ราตรี เขียมประดิษฐ์ และคณะ, 2563) โดยผู้เรียนสามารถเรียนรู้ผ่านทางแอปพลิเคชันบนสมาร์ตโฟน (Smart Phone) บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ (Android)

### วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนาแอปพลิเคชันสนุกคิดคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3
2. เพื่อประเมินความเหมาะสมของแอปพลิเคชัน
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้แอปพลิเคชัน

### วิธีดำเนินการวิจัย

1. เครื่องมือการวิจัย แบบประเมินความเหมาะสมของแอปพลิเคชันสนุกคิดคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 และแบบประเมินความพึงพอใจของแอปพลิเคชันสนุกคิดคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3

2. กลุ่มเป้าหมาย กลุ่มเป้าหมายผู้เชี่ยวชาญ เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านคอมพิวเตอร์ศึกษา เทคโนโลยีสารสนเทศ วิทยาการคอมพิวเตอร์ จำนวน 3 คน คัดเลือกแบบเจาะจง โดยแบบประเมินความพึงพอใจของแอปพลิเคชันสนุกคิดคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 20 คน ประกอบด้วยครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ชั้นปีที่ 3 จำนวน 2 คน และผู้เรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 18 คน

#### 3. ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

3.1 ศึกษาความเป็นไปได้และกำหนดปัญหา โดยศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (จรรยา เสถบุตร, 2526).

3.2 ศึกษาความต้องการของผู้ใช้งานเกี่ยวกับแอปพลิเคชัน

3.3 ศึกษาข้อมูลสาระการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3

3.4 ออกแบบและพัฒนาแอปพลิเคชัน

3.5 ทดลองใช้แอปพลิเคชันและปรับปรุงแก้ไข

3.6 ประเมินความเหมาะสมของแอปพลิเคชัน โดยผู้เชี่ยวชาญ

3.7 ปรับปรุงแก้ไขแอปพลิเคชันตามข้อเสนอแนะ

3.8 นำแอปพลิเคชันไปทดสอบการใช้งานกับกลุ่มตัวอย่าง

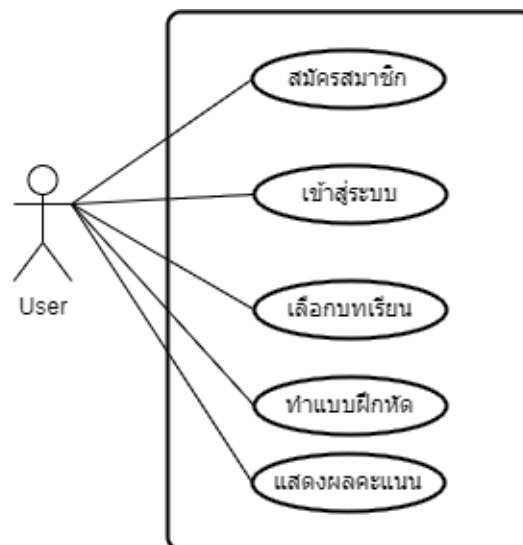
## 4. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

สถิติที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน นำผลที่ได้เทียบกับเกณฑ์การประเมิน ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2556, น.106)

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.51–5.00	หมายความว่า	ระดับมากที่สุด
ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.51–4.50	หมายความว่า	ระดับมาก
ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.51–3.50	หมายความว่า	ระดับปานกลาง
ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.51–2.50	หมายความว่า	ระดับน้อย
ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.01–1.50	หมายความว่า	ระดับน้อยที่สุด

## ผลการวิจัยและอภิปรายผล

1. **ผลการพัฒนาระบบแอปพลิเคชัน** ผู้วิจัยได้ดำเนินการพัฒนาแอปพลิเคชันสนุกคิดคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ตามขั้นตอนการดำเนินการวิจัย โดยนำข้อมูลที่ได้วิเคราะห์ความต้องการจากผู้ใช้งาน การสัมภาษณ์ครูผู้สอนนักเรียน และนำเนื้อหาของบทเรียนที่นำมาในการพัฒนาสามารถแสดงผลการวิเคราะห์โครงสร้างของแอปพลิเคชัน (ปรัชกร พรหมมา และ ไพฑูรย์ ศรีฟ้า, 2560) ดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ผลการวิเคราะห์โครงสร้างของแอปพลิเคชันสนุกคิดคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3

จากการวิเคราะห์โครงสร้างของแอปพลิเคชันสนุกคิดคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 สามารถแสดงส่วนโมเดลหลักในการทำงานของแอปพลิเคชันในฝั่งของผู้ใช้งาน อาทิ การเรียนรู้ในแต่ละบทและทำแบบฝึกหัดแสดงผลคะแนน ในระบบได้จำเป็นต้องเป็นสมาชิกของระบบก่อนซึ่งสามารถสมัครได้โดยใช้อีเมลกับรหัสผ่าน โดยไฟร์เบสเซิร์ฟเวอร์ (Server) คือส่วนที่ใช้งานการเก็บข้อมูลหลักของระบบ ซึ่งจะประกอบไปด้วยการทำระบบยืนยันตัวตน (Firebase Authentication) การทำส่วนบันทึกข้อมูล (Firebase Cloud Firestone) ดังแสดงในภาพที่ 2 (พีระพัฒน์ แสงรุ่ง และคณะ, 2565).



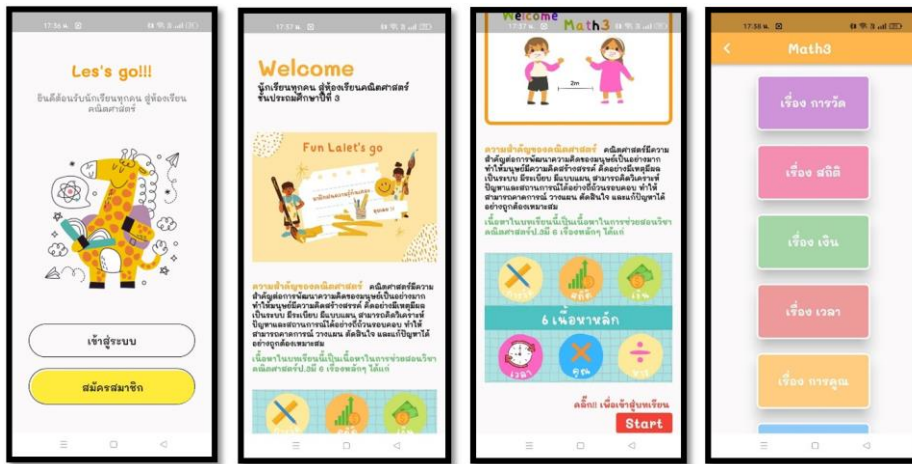
ภาพที่ 2 โมเดลการทำงานหลัก (Main System Model)

ส่วนการทำงานโมเดล (Model) ภาพรวม ในการทำงานของแอปพลิเคชัน ประกอบด้วย ส่วนการสมัครสมาชิก จะต้องทำการสมัครสมาชิก การลงชื่อเข้าใช้งานระบบจะต้องใช้อีเมลและรหัสผ่านให้การเข้าใช้งานเมื่อกรอกสิ่งที่ระบบต้องการแล้วจะทำการส่งข้อมูลนั้นไปที่ Firebase Authentication เพื่อตรวจสอบว่ามีข้อมูลของผู้ใช้งานอยู่ในระบบไหม หากมีระบบจะอนุญาตให้เข้าใช้งานแอปพลิเคชันได้ แต่หากไม่มีระบบจะแจ้งเตือนข้อผิดพลาดในการลงชื่อเข้าใช้งาน ดังแสดงในภาพที่ 3

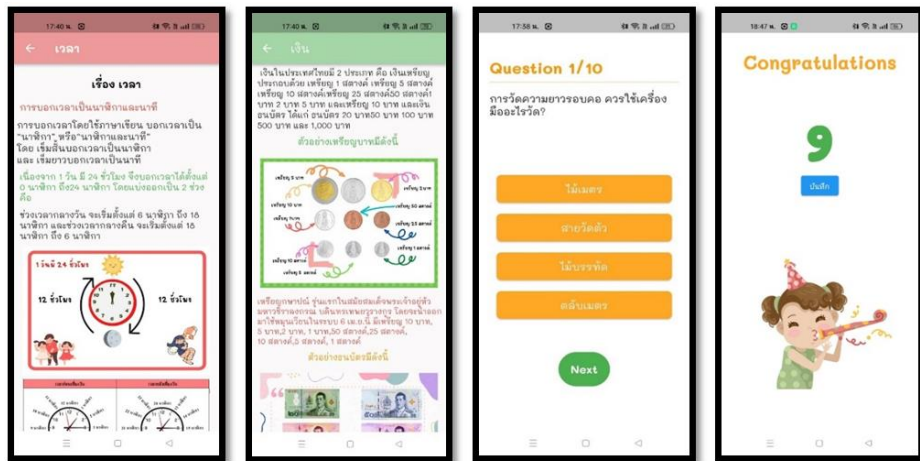


ภาพที่ 3 โมเดล (Model) ภาพรวมในการทำงานของแอปพลิเคชัน

แสดงผลการพัฒนาแอปพลิเคชันสนุกคิดคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ส่วนการสมัครสมาชิก ส่วนของบทเรียนที่นำเสนอส่วนของแบบฝึกหัด ส่วนการแสดงผลคะแนนดังแสดงในภาพที่ 4-5



ภาพที่ 4 ผลการพัฒนาแอปพลิเคชันสนุกคิดคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3



ภาพที่ 5 ผลการพัฒนาแอปพลิเคชันสนุกคิดคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3

2. ผลการประเมินแอปพลิเคชันสนุกคิดคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 คณะผู้วิจัยดำเนินการทดสอบประเมินหาความเหมาะสมของแอปพลิเคชัน โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน จากนั้นนำผลการประเมินมาวิเคราะห์ด้วยค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เทียบกับเกณฑ์ดังแสดงผลการประเมินในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการประเมินความเหมาะสมของแอปพลิเคชันโดยผู้เชี่ยวชาญ

รายการ	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความคิดเห็น
1. ความถูกต้องในการจัดเก็บข้อมูล	4.50	0.71	มาก
2. ความถูกต้องในการปรับปรุงแก้ไขข้อมูล	4.00	0.00	มาก
3. ความถูกต้องในการทำงานของระบบในภาพรวม	4.50	0.71	มาก
4. การรายงานผลมีรายละเอียดครบถ้วน	3.50	0.71	ปานกลาง
5. ความสะดวกต่อการใช้งานระบบ	4.00	0.00	มาก
6. ความพึงพอใจในการปฏิสัมพันธ์ได้ตอบกับผู้ใช้	5.00	0.00	มากที่สุด
7. ความชัดเจนของสารสนเทศที่แสดงบนจอภาพ	4.00	1.41	มาก
8. ความเหมาะสมของสี	5.00	0.00	มากที่สุด
9. ความเหมาะสมของตัวอักษร	4.53	0.75	มาก
10. ความเหมาะสมของการจัดวางตำแหน่งของส่วนประกอบต่าง ๆ บนจอภาพ	3.00	0.00	ปานกลาง
<b>โดยรวม</b>	<b>4.29</b>	<b>0.50</b>	<b>มาก</b>

จากตารางที่ 1 ผลการประเมินความเหมาะสมของระบบจากผู้เชี่ยวชาญ พบว่า แอปพลิเคชันสนุกคิดคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก ( $\bar{X} = 4.29$  และ S.D. = 0.50) ซึ่งผลการประเมินที่อยู่ใน 3 ระดับลำดับแรกความเหมาะสมในการปฏิสัมพันธ์ได้ตอบกับผู้ใช้และ ความเหมาะสมของสี ( $\bar{X} = 5.00$  และ S.D. = 0.00) ลำดับที่สองความเหมาะสมของตัวอักษร ( $\bar{X} = 4.53$  และ S.D. = 0.75) ลำดับที่สาม ความถูกต้องในการปรับปรุงแก้ไขข้อมูล และ ความสะดวกต่อการใช้งานระบบ และความชัดเจนของสารสนเทศที่แสดงบนจอภาพ ( $\bar{X} = 4.00$  และ S.D. = 0.00)



3. ผลการประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งานแอปพลิเคชัน คณะผู้วิจัยดำเนินการทดลองใช้งานระบบกับกลุ่มเป้าหมาย จำนวน 20 คน เพื่อสอบถามความพึงพอใจในการใช้งานแอปพลิเคชัน จากนั้นนำผลการประเมินมาวิเคราะห์ด้วยค่าสถิติพื้นฐานเทียบกับเกณฑ์และสรุปผล ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการประเมินความพึงพอใจต่อแอปพลิเคชันสนุกคิดคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3

รายการ	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความคิดเห็น
1. หน้าเข้าสู่ระบบมีความน่าสนใจ	4.20	0.79	มาก
2. ความเหมาะสมของสีตัวอักษร	3.90	0.57	มาก
3. ขนาดของตัวอักษรมีความเหมาะสมกับหน้าจอ	4.40	0.84	มาก
4. ตัวอักษรชัดเจนอ่านได้ง่าย	4.10	0.57	มาก
5. บทเรียนมีความน่าสนใจ	4.20	0.79	มาก
6. บทเรียนสามารถ อ่าน ทำความเข้าใจได้ง่าย	4.10	0.57	มาก
7. ภาพประกอบมีความสวยงามคมชัด	3.90	0.57	มาก
8. ได้ทบทวนความรู้ทำให้เข้าใจเนื้อหามากขึ้น	4.30	0.79	มาก
9. การแบ่งหัวข้อของเนื้อหาชัดเจน	4.50	0.72	มาก
10. สีเส้นของบทเรียน และความสวยงามบนหน้าจอ	4.40	0.73	มาก
โดยรวม	4.30	0.10	มาก

จากตารางที่ 2 พบว่าผู้ใช้งานมีความเห็นโดยภาพรวมเกี่ยวกับแอปพลิเคชันสนุกคิดคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยภาพรวมความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ( $\bar{X} = 4.30$  และ S.D. = 0.10) ซึ่งผลการประเมินที่อยู่ใน 3 ลำดับแรก คือ ลำดับที่หนึ่งการแบ่งหัวข้อของเนื้อหาชัดเจนอยู่ในระดับมากที่สุด ( $\bar{X} = 4.50$  และ S.D. = 0.72) ลำดับที่สองผลการประเมินความพึงพอใจ มีค่าเท่ากันคือขนาดของตัวอักษรมีความเหมาะสมกับหน้าจอ และสีเส้นของบทเรียน และความสวยงามบนหน้าจอ อยู่ในระดับมาก ( $\bar{X} = 4.40$  และ S.D. = 0.73) ลำดับที่สามหัวข้อได้ทบทวนความรู้ทำให้เข้าใจเนื้อหาเพิ่มขึ้นผลการประเมินอยู่ในระดับมาก ( $\bar{X} = 4.30$  และ S.D. = 0.79)

### สรุปผลและข้อเสนอแนะ

จากปัญหาความต้องการแอปพลิเคชันสอนเสริมวิชาคณิตศาสตร์สำหรับผู้เรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 คณะผู้วิจัยได้ทำเก็บข้อมูลความต้องการโดยการสัมภาษณ์ครูผู้สอน ในเนื้อหาการจัดการเรียนการสอนที่ผู้สอนต้องการให้มีในแอปพลิเคชันสอนเสริมผู้เรียนนอกจากการเรียนปกติในชั้นเรียน ครูผู้สอนได้ให้ข้อมูลบทเรียน ผู้วิจัยและคณะได้นำบทเรียนมาวิเคราะห์จัดทำจำนวน 6 บทเรียน ดังนี้ การวัด สถิติ เงิน เวลา การคูณ และการหาร (กัญญาพัชญ์ จาอ้าย และ อรอนงค์ ธรรมจินดา, 2563) จากนั้นคณะผู้วิจัยนำเนื้อหาบทเรียนดังกล่าวไปพัฒนาแอปพลิเคชันสนุกคิดคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ขึ้นมาเพื่อให้เป็นบทเรียนในการช่วยสอนเพิ่มเติมที่ผู้เรียน ได้เรียนมาจากห้องเรียน และสามารถมาเรียนทบทวนได้ด้วยตัวเองผ่านแอปพลิเคชัน ให้สามารถเรียนรู้และเข้าใจในเนื้อหานั้นได้ โดยผู้เรียนสามารถเรียนรู้ผ่านทางแอปพลิเคชันบนสมาร์ตโฟน (Smart Phone) บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ (Android) ผลการพัฒนาการทำงานของแอปพลิเคชันออกเป็น 6 ส่วน ดังนี้ 1) หน้าจอการลงชื่อเข้าใช้งาน 2) หน้าจอหลัก 3) หน้าจอเลือกบทเรียนรู้ 4) หน้าจอการเรียนรู้ 5) หน้าจอทำแบบฝึกหัด และ 6) หน้าจอแสดงคะแนนนำแอปพลิเคชันที่ได้ไปให้

ผู้เชี่ยวชาญประเมินความเหมาะสมและปรับแก้ไขตามข้อเสนอแนะผู้เชี่ยวชาญ จากนั้นนำแอปพลิเคชันให้กลุ่มผู้ใช้ได้ทำการประเมินความพึงพอใจประกอบด้วยคุณผู้สอนที่สอนในชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 และผู้เรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ทำการประเมินในการประเมินผลความพึงพอใจการใช้งานแอปพลิเคชัน คณะผู้วิจัยได้ให้ทีมเก็บข้อมูลแบบสอบถามอธิบายหัวข้อความหมายในข้อความถามและระดับในการประเมินให้กับผู้เรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ก่อนทำการประเมินสำหรับผู้เรียนที่เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาชั้นปีที่ 3

ข้อเสนอแนะในการวิจัยในครั้งต่อไป ควรมีการเสริมสื่อประเภทอื่นเข้าไปในบทเรียน เช่น วิดีโอหรือสื่อการสอนประเภทแบบทดสอบในรูปแบบของเกมเพื่อดึงดูดความสนใจของผู้เรียนในการทำแบบฝึกหัด เพื่อเพิ่มทางเลือกให้กับผู้เรียนเพื่อให้ผู้เรียนมีความสนุกในการใช้งานแอปพลิเคชัน

### เอกสารอ้างอิง

- กัญญาพัชญ์ จาอ้าย และ อรอนงค์ ธรรมจินดา. (2563). ผลของการใช้เกมสตูดิโอออนไลน์ต่อความรู้และความพึงพอใจของนักเรียน. *วารสารสมาคมพยาบาลแห่งประเทศไทย สาขาภาคเหนือ*, 26(1), 54 – 65.
- จรรยา เสถบุตร. (2526). *ระเบียบวิธีวิจัยทางการศึกษา*. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2556). *วิธีการทางสถิติสำหรับการวิจัย เล่ม 1* (พิมพ์ครั้งที่ 5). สุวีริยาสาส์น.
- ปรัชกร พรหมมา และ ไพฑูรย์ ศรีฟ้า. (2560). การพัฒนาแอปพลิเคชันเกมสามมิติประเภทสวมบทบาทเพื่อพัฒนาทักษะการเรียนรู้คำศัพท์ภาษาอังกฤษสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ที่มีความรู้ด้านภาษาอังกฤษในระดับต่ำ. *วารสารวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรม พระจอมเกล้าพระนครเหนือ*, 8(2), 221 – 229.
- พีระพัฒน์ แสงรุ่ง, ธนัท ชุนชุม, สุกัญญา สีสมบา และ อุเทน ปุ่มสันเทียะ. (2565). การพัฒนาเกมแอปพลิเคชันเพื่อการเรียนรู้ เรื่อง การบวกและการลบสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2. *ศึกษาศาสตร์สาร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่*, 6(1), 44-57.
- ราตรี เขียมประดิษฐ์, สุมาลี บุญนุช และสรารัตน์ กลินจันทร์. (2563). รายงานวิจัย แอปพลิเคชันการติวข้อสอบ O-NET วิชาวิทยาศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์* (พิมพ์ครั้งที่ 3). 3-คिव มีเดีย.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2542). *พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542*. Seven Printing Group.

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน  
หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ(ปวช.) ชั้นปีที่ 1 ที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้  
โดยใช้วีดิทัศน์ เรื่องนาโนเทคโนโลยี

Learning Achievement and Scientific Attitude of the First Year Student of  
Vocational certificate with learned via Learning Activity Package entitle  
*the Nanotechnology Focus on Video*

ชลนรา หรพริง, พรณรงค์ สิริปิยะสิงห์ และ ยวดี อินสำราญ

*Chonnara Horaprin, Pornnarong Siripiyasing and Yuwadee Insumran*

สาขาชีววิทยาศึกษา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

*Master of Science Program in Biology, Faculty of Science and Technology, Maha Sarakham Rajabhat university*

*\*Corresponding author. E-mail : Chonnara34@gmail.com*

### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ พัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วีดิทัศน์ เรื่อง นาโนเทคโนโลยี ของนักเรียนหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ร้อยละ 70/70 รวมทั้งเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง นาโนเทคโนโลยี หลังเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วีดิทัศน์กับก่อนเรียน และเพื่อศึกษาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วีดิทัศน์ เรื่อง นาโนเทคโนโลยี กลุ่มเป้าหมายคือ นักเรียนหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 แผนกวิชาช่างยนต์ ของวิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด จำนวน 38 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม ใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่มเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 1) ชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วีดิทัศน์ 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และ 3) แบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบสมมติฐานโดยใช้ t-test ผลการวิจัยพบว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วีดิทัศน์ เรื่อง นาโนเทคโนโลยี ของนักเรียนหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 มีประสิทธิภาพ เท่ากับ 73.83/81.23 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วีดิทัศน์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วีดิทัศน์ เรื่อง นาโนเทคโนโลยี โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด รายด้าน พบว่า ด้านความคิดของผู้เรียน มีระดับเจตคติมากที่สุด เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่านักเรียนมีเจตคติสูงสุด คือความละเอียดถี่ถ้วนในการทำงาน รับฟังคำวิพากษ์วิจารณ์ข้อโต้แย้ง หรือข้อคิดเห็นที่มีเห็นผลของผู้อื่นมีความอดทนแม้ การดำเนินการแก้ปัญหาจะยุ่งยากและใช้เวลา

**คำสำคัญ:** ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วีดิทัศน์; ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์; เจตคติทางวิทยาศาสตร์

## ABSTRACT

The purposes of this research were: 1) to develop Learning Activity Package entitle *the Nanotechnology* focus on video for the first year student of vocational certificate with standard criterion of 70/70 2) to compare the pre-post learning achievement of the students learned via the Learning Activity Package entitle *the Nanotechnology* focus on video, and 3) to study the scientific attitude of the student learned via the Learning Activity Package entitle *the Nanotechnology* focus on video. The samples of the research were 38 students in the first year student of vocational certificate in auto mechanic from Rot Et Technical College, Roi Et, the first semester, academic year 2021. The cluster random sampling method was used to get the data. The research instruments were, Learning Activity Package entitle *the Nanotechnology* focus on video, A Science Learning Achievement Test, and The Scientific Attitude Evaluation form. Data were analyzed by mean, standard deviation, and dependent t – test.

The results of this study revealed that 1) the developed Learning Activity Package entitle *the Nanotechnology* focus on video for the first year student of vocational had efficiency on standard that specification at 73.83/81.23, 2) the post-test scores on learning achievement of the students learning via Learning Activity Package entitle *the Nanotechnology* focus on video statistically higher than those pre-test score at the .05 significant difference, and 3) the scientific attitude as a whole of the students after learned via Learning Activity Package entitle *the Nanotechnology* focus on video showed at the highest level, when considered each aspects found that the other people's opinion aspect was at the highest level and each item found that the attention to details and being criticized arguments or opinions results of others were at the highest level.

**Keywords:** Learning activity package; Science learning achievement; Scientific Attitude

## บทนำ

วิทยาศาสตร์มีบทบาทที่สำคัญกับคุณภาพชีวิตของบุคคลและสังคม ทั้งในแง่การพัฒนา ความคิดให้เป็นเหตุเป็นผล มีทักษะในการแสวงหาความรู้ ความจริง มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ และในแง่ของการใช้วิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาการศึกษา อาชีพ เกษตรกรรม การแพทย์ เทคโนโลยีทั้งในด้านสิ่งประดิษฐ์ ระบบ วิธีการต่าง ๆ ที่ช่วยแก้ไข้ปัญหา และตอบสนองความต้องการของมนุษย์ จะเห็นได้ว่าวิทยาศาสตร์ช่วยพัฒนาการดำรงชีวิตของมนุษย์ให้มีการดำรงชีวิตที่ดีขึ้น (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2545, น. 11 )

จากการศึกษาวิธีการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ พบว่า ครูควรเน้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการคิดวิเคราะห์ มีทักษะการคิดระดับสูง เพราะการคิดเป็นหัวใจของการเรียนรู้ ช่วยให้นักเรียนได้เข้าถึงความรู้และความสามารถ และนำองค์ความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการดำรงชีวิตได้ อีกทั้งสำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา ยังให้ความสำคัญเกี่ยวกับความสามารถในการคิด โดยกำหนดมาตรฐานด้าน นักเรียน มาตรฐานที่ 4 ไว้ว่านักเรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ มีวิจารณญาณ มีความคิด สร้างสรรค์ คิด

ไตรตรองและมีวิสัยทัศน์ จะเห็นได้ว่าทักษะการคิดนั้นมีความสำคัญต่อการเรียนรู้และการดำเนินชีวิตในแต่ละวัน และเป็นแก่นแท้ของศักยภาพของผู้เรียน ทักษะการคิดวิเคราะห์เป็นหนึ่งในทักษะการคิดที่ ผู้เรียนควรพัฒนา เพราะทักษะการคิดวิเคราะห์เป็นรากฐานสำคัญของการเรียนรู้ บุคคลที่มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ จะมีความสามารถด้านอื่นๆ เหนือกว่าบุคคลอื่น ทั้งทางด้านสติปัญญาและการดำเนินชีวิต ซึ่งการคิด วิเคราะห์เป็นพื้นฐานของการคิดทั้งหมด เป็นทักษะที่ทุกคนสามารถพัฒนาได้ตามศักยภาพของแต่ละตัวบุคคล การ คิดวิเคราะห์ตามหลักของ Marzano ประกอบด้วยทักษะที่สำคัญ 5 ด้าน คือ ทักษะการจำแนก ทักษะการจัดหมวดหมู่ ทักษะการเชื่อมโยง ทักษะการสรุปความ และทักษะการประยุกต์ การที่จะช่วยให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้นและช่วยพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์นั้นสามารถทำได้ หลายแนวทาง ซึ่งแผนการจัดการเรียนรู้นั้นก็เป็นอย่างหนึ่งแนวทางที่จะช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะ ด้านการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนเนื่องจากที่ผ่านมาผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ค่อนข้างไม่เป็นที่พอใจเนื่องจากติด สื่อ และโทรศัพท์ จึงผลิตชุดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นการรวมสื่อ (พาสนา จุรินทร์ , 2561, น. 2363)

นอกจากนี้การดำเนินการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นและการจัดการศึกษาแผนใหม่ มีการนำเอาเทคโนโลยีทางการศึกษาเข้ามาช่วยให้การสอนมีประสิทธิภาพและบรรลุจุดมุ่งหมายทางการศึกษาให้มากที่สุด การเปลี่ยนแปลงบทบาทของครูจากผู้สอนให้เป็นผู้แนะแนวทางและส่งเสริมให้ผู้เรียนมีโอกาสพูดและทำมากขึ้น สื่อวัสดุ อุปกรณ์ที่นำมาใช้จะช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาต่าง ๆ ในกระบวนการสอนนั้น อุปกรณ์และสื่อการสอนเป็นองค์ประกอบที่สำคัญ และด้วยความก้าวหน้าของเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ที่สามารถเสนอข้อมูลที่จำเป็นต่อการเรียนรู้ได้ทุกแบบทุกระดับ ทั้งในลักษณะของตัวอักษร ภาพ ภาพเคลื่อนไหว เสียง ภาพ จำลองแม้กระทั่งภาพยนตร์หรือวีดิทัศน์ ทำให้กระบวนการเรียนรู้มีชีวิตชีวา น่าสนใจ ชวนให้ติดตาม อีกทั้งได้ก้าวเข้าไปสู่หัวใจของการเรียนรู้ที่ไม่มีขีดจำกัดเฉพาะแต่ในห้องเรียน หรือเฉพาะแต่ที่มีในตำราเรียนที่กำหนดไว้ สื่อวีดิทัศน์จึงเป็นสื่อที่สร้างความน่าสนใจให้กับเนื้อหาได้เป็นอย่างดี (วิภาณีย์ จิรธรรักษ์, 2554, น. 1) และเนื่องจากสภาวะการระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 ได้ขยายการแพร่ระบาดออกเป็นวงกว้างในหลายเขตพื้นที่ จึงมีการปิดสถานศึกษาด้วยเหตุพิเศษให้ผู้เรียน เรียนด้วยระบบออนไลน์ (Online) เพื่อลดการแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 จึงทำให้เกิดการจัดการเรียนการสอนในรูปแบบการใช้สื่อการเรียนการสอน เช่น ใบงาน ใบความรู้ วีดิทัศน์ เป็นต้น จากลักษณะของวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อการก่อสร้างและตกแต่งภายใน ซึ่งเป็นวิชาที่เน้นการคิด เพื่อสร้างทักษะให้เกิดกับ ผู้เรียนตามพระราชบัญญัติการศึกษา ดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงได้พัฒนาสื่อวีดิทัศน์ เพื่อประกอบการเรียนรู้ เรื่องนาโนเทคโนโลยีของนักเรียนหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 1 ขึ้น เพื่อให้ได้สื่อวีดิทัศน์ ประกอบการจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 และเป็นสื่อการสอนที่ช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนตลอดจนเพิ่มเจตคติที่ดีต่อการจัดการเรียนรู้ต่อผู้เรียน

### วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วีดิทัศน์ เรื่อง นาโนเทคโนโลยี ของนักเรียนหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 1 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ร้อยละ 70/70
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง นาโนเทคโนโลยี หลังเรียนของนักเรียนหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 1 ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วีดิทัศน์กับก่อนเรียน

3. เพื่อศึกษาเจตคติทางวิชาวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนต่อการเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วีดิทัศน์ เรื่อง นาโนเทคโนโลยี

### สมมติฐานการวิจัย

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง นาโนเทคโนโลยี หลังเรียนของนักเรียนหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 1 ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วีดิทัศน์สูงกว่าก่อนเรียน

### ขอบเขตการวิจัย

**กลุ่มเป้าหมาย** คือนักเรียนหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 1 แผนกวิชาช่างยนต์ ของวิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด จังหวัดร้อยเอ็ด ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 38 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม ใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม

**ตัวแปร** ตัวแปรต้น คือ ชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วีดิทัศน์ เรื่อง นาโนเทคโนโลยี

**ตัวแปรตาม** ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง นาโนเทคโนโลยี และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง นาโนเทคโนโลยี

**เนื้อหา** เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย คือ เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง นาโนเทคโนโลยี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพพุทธศักราช 2562 ใช้การจัดการเรียนรู้ 6 ชั่วโมง ได้แก่ ความหมายและประเภทของนาโนเทคโนโลยี 2 ชั่วโมง นาโนเทคโนโลยีในธรรมชาติ 2 ชั่วโมง ประโยชน์ของนาโนเทคโนโลยี 1 ชั่วโมง ผลิตภัณฑ์นาโนเทคโนโลยีที่ควรรู้จัก 1 ชั่วโมง

**ระยะเวลาและสถานที่** ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 ณ วิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด จังหวัดร้อยเอ็ด

### วิธีดำเนินการวิจัย

1. **กลุ่มเป้าหมาย** ได้แก่ นักเรียนหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 1 แผนกวิชาช่างยนต์ ของวิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด จังหวัดร้อยเอ็ด ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 38 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม ใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่มเลือกแบบเจาะจง

2. **เครื่องมือการวิจัย** เครื่องมือและคุณภาพของเครื่องมือในงานวิจัยมีดังนี้

2.1 ชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วีดิทัศน์ จำนวน 4 ชุด คุณภาพของชุดกิจกรรม มีความเหมาะสมอยู่ในระดับ มาก /มากที่สุด (ค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 3.51 ถึง 5.00)

2.2 การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ค่าความยาก อยู่ระหว่าง 0.2-0.8 อำนาจจำแนก (B-Index) อยู่ระหว่าง 0.24-0.64 และความเชื่อมั่นทั้งฉบับ (Lovette) เท่ากับ 0.98

2.3 แบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ รายด้านจำนวน 6 ด้าน รายข้อจำนวน 30 ข้อ และคุณภาพของแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ (IOC) โดยผ่านเกณฑ์มากกว่า 0.60 ทุกข้อ

**3. การเก็บรวบรวมข้อมูล** ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล โดย ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเองกับนักเรียน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 ชั้นปีที่ 1 วิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด ซึ่งเป็นนักเรียนกลุ่มเป้าหมายในการวิจัยครั้งนี้ จำนวน 1 ห้องเรียน โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วีดิทัศน์ เรื่อง นาโนเทคโนโลยี โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วีดิทัศน์ การทดลองใช้ (Try Out) โดยดำเนินการ ดังนี้

3.1 ขออนุญาตและแนะนำตัวจากคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม เพื่อนำไปใช้ในการติดต่อกับโรงเรียนที่ผู้วิจัยจะทำการทดลองใช้แบบวัดเรียนรู้ เรื่อง นาโนเทคโนโลยี โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วีดิทัศน์

3.2 ผู้วิจัยชี้แจงรายละเอียดเกี่ยวกับการทดลองใช้แบบวัดเรียนรู้ เรื่อง นาโนเทคโนโลยี โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วีดิทัศน์ ให้นักเรียนกลุ่มทดลองใช้ทราบ

3.3 ทำการเก็บข้อมูลจากการทดลองใช้แบบทดสอบการเรียนรู้ เรื่อง นาโนเทคโนโลยี โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วีดิทัศน์

3.4 นักเรียนทำแบบวัดการเรียนรู้ เรื่อง นาโนเทคโนโลยี โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วีดิทัศน์ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน

3.5 ทำแบบทดสอบหลังเรียน (Post – test) โดยใช้แบบทดสอบการเรียนรู้ เรื่อง นาโนเทคโนโลยี โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วีดิทัศน์

3.6 ผู้วิจัยทำการตรวจให้คะแนนการทำแบบทดสอบความสามารถในการเรียนรู้ เรื่อง นาโนเทคโนโลยี โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วีดิทัศน์ ทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน และแบบฝึกหัดเพื่อนำข้อมูลไปทำการวิเคราะห์ต่อไป

3.7 นักเรียนตอบแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เจตคติ เมื่อจัดกิจกรรมการเรียนรู้เสร็จสิ้น

### การวิเคราะห์ข้อมูล

การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง นาโนเทคโนโลยี โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วีดิทัศน์ ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. วิเคราะห์หาคุณภาพของการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง นาโนเทคโนโลยี โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วีดิทัศน์ ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. วิเคราะห์หาประสิทธิภาพแบบทดสอบการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง นาโนเทคโนโลยี โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วีดิทัศน์ โดยหาค่าเฉลี่ย ร้อยละ และการหาประสิทธิภาพ

3. เปรียบเทียบคะแนนสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน เทียบเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้การทดสอบที่แบบ t-test for one sample

4. วิเคราะห์ข้อมูลการประเมินเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง นาโนเทคโนโลยี โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วีดิทัศน์ ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ผลการประเมินเป็นรายด้าน โดยการหาค่าเฉลี่ย (X) และหาค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

### ผลการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วีดิทัศน์ เรื่อง นาโนเทคโนโลยี ของนักเรียนหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 1 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ร้อยละ 70/70

ตารางที่ 1 ผลการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วีดิทัศน์ เรื่อง นาโนเทคโนโลยี ของนักเรียนหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ(ปวช.) ชั้นปีที่ 1

กระบวนการ การเรียนรู้	คะแนน เต็ม	คะแนนระหว่างเรียน				รวม	ร้อยละ
		ครั้งที่/คะแนนเต็ม(เฉลี่ย)					
		1	2	3	4		
		15	15	20	20		
ประสิทธิภาพของกระบวนการ							
การระหว่างเรียน (E <sub>1</sub> )	70	10.79	10.47	14.00	16.4	51.67	73.83
ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E <sub>2</sub> )	30			24.37			81.23
ประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้ (E <sub>1</sub> /E <sub>2</sub> ) มีค่าเท่ากับ 73.83 / 81.23							

จากตารางที่ 1 ผลการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วีดิทัศน์ เรื่อง นาโนเทคโนโลยี ของนักเรียนหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ(ปวช.) ชั้นปีที่ 1 ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ ผลการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วีดิทัศน์ เรื่อง นาโนเทคโนโลยี ของนักเรียนหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ(ปวช.) ชั้นปีที่ 1 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ ประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วีดิทัศน์ เรื่อง นาโนเทคโนโลยี ของนักเรียนหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ(ปวช.) ชั้นปีที่ 1 (E<sub>1</sub>/E<sub>2</sub>) มีค่าเท่ากับ 73.83/81.23 นั่นคือ การจัดการเรียนรู้ โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วีดิทัศน์ เรื่อง นาโนเทคโนโลยี ส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างเรียนโดยรวมร้อยละ 73.83 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนโดยรวมร้อยละ 81.23

2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง นาโนเทคโนโลยี หลังเรียนของนักเรียนหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 1 ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วีดิทัศน์กับก่อนเรียน

ตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้วีดิทัศน์ เรื่อง นาโนเทคโนโลยี ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วีดิทัศน์ ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

การทดสอบ	N	คะแนนเต็ม	$\bar{x}$	S.D.	df	t	Sig
หลังเรียน	38	30	24.36	1.97	37	26.86**	.00
ก่อนเรียน	38	30	10.89	1.56			

จากตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้วีดิทัศน์ เรื่อง นาโนเทคโนโลยี ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้วีดิทัศน์ ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้วีดิทัศน์ทางการเรียน เรื่อง นาโนเทคโนโลยี ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้วีดิทัศน์ ก่อนเรียนและหลังเรียน มีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 10.89 คะแนน และ 20.32 คะแนน เมื่อเปรียบเทียบระหว่างคะแนนก่อนและหลังเรียน พบว่า คะแนนสอบหลังเรียนของนักเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เมื่อนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วีดิทัศน์ เรื่อง นาโนเทคโนโลยี ของนักเรียน



หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 1 ครบทุกชุดกิจกรรมแล้ว ประเมินเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ผลปรากฏดังตารางที่ 3

3. เพื่อศึกษาเจตคติทางวิชาวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนต่อการเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วีดิทัศน์ เรื่อง นาโนเทคโนโลยี

**ตารางที่ 3** ผลการศึกษาเจตคติทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วีดิทัศน์ เรื่อง นาโนเทคโนโลยีนักเรียนมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์

รายการ	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
1. มีความละเอียดถี่ถ้วนในการทำงาน	4.66	0.48	มากที่สุด
2. รับฟังคำวิพากษ์วิจารณ์ ข้อโต้แย้ง หรือข้อคิดเห็นที่มีเห็นผลของผู้อื่น	4.66	0.48	มากที่สุด
3. มีความอดทนแม้การดำเนินการแก้ปัญหาจะยุ่งยากและใช้เวลา	4.63	0.54	มากที่สุด

จากตารางที่ 3 ผลการศึกษาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วีดิทัศน์ เรื่อง นาโนเทคโนโลยีนักเรียนมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ หลังจากเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วีดิทัศน์ เรื่อง นาโนเทคโนโลยี โดยรวมมีระดับเจตคติอยู่ในระดับมากที่สุด ( $\bar{X} = 4.53$ , S.D. = 0.51) เมื่อพิจารณาพบว่านักเรียนมีเจตคติสูงสุดเรียงลำดับดังนี้ มีความละเอียดถี่ถ้วนในการทำงาน ( $\bar{X} = 4.66$ , S.D. = 0.48) และ รับฟังคำวิพากษ์วิจารณ์ ข้อโต้แย้ง หรือข้อคิดเห็นที่มีเห็นผลของผู้อื่น ( $\bar{X} = 4.66$ , S.D. = 0.48) รองลงมาคือ มีความอดทนแม้การดำเนินการแก้ปัญหาจะยุ่งยากและใช้เวลา ( $\bar{X} = 4.63$ , S.D. = 0.54)

### สรุปผลการวิจัย

1. ผลการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วีดิทัศน์ เรื่อง นาโนเทคโนโลยี ของนักเรียนหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ(ปวช.) ชั้นปีที่ 1 มีประสิทธิภาพ เท่ากับ 73.83/81.23 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด
2. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง นาโนเทคโนโลยี หลังเรียนของนักเรียนหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 1 ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วีดิทัศน์กับก่อนเรียน พบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
3. ผลการศึกษาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนต่อการเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วีดิทัศน์ เรื่อง นาโนเทคโนโลยี ของนักเรียนหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 1 อยู่ในระดับมากที่สุด ( $\bar{X} = 4.53$ , S.D. = 0.51) รายด้าน พบว่า ด้านความคิดของผู้อื่นมีระดับเจตคติมากที่สุด และรายข้อ พบว่านักเรียนมีเจตคติสูงสุด มีความละเอียดถี่ถ้วนในการทำงาน ( $\bar{X} = 4.66$ , S.D. = 0.48) และ รับฟังคำวิพากษ์วิจารณ์ ข้อโต้แย้ง หรือข้อคิดเห็นที่มีเห็นผลของผู้อื่น ( $\bar{X} = 4.66$ , S.D. = 0.48)

### อภิปรายผลการวิจัย

1. จากผลการวิจัยการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วีดิทัศน์ เรื่อง นาโนเทคโนโลยี ของนักเรียนหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ(ปวช.) ชั้นปีที่ 1 ผลที่ได้มีประสิทธิภาพ ( $E_1/E_2$ ) เท่ากับ 73.83/81.23 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ เกิดจากปรากฏการณ์การใช้นวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ คือ วีดิทัศน์ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ จิราภรณ์ เพ็ญพุ่ม

(2559, น. 6-7) ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนาการคิดวิเคราะห์โดยใช้สื่อวีดิทัศน์เรื่อง พันธะเคมี ของชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า มีผลคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ก่อนและหลังการจัดการเรียนการสอนวิชาพันธะเคมี โดยใช้สื่อวีดิทัศน์ มีคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียน ( $\bar{X} = 8.76$ , S.D. = 1.69) สูงกว่าก่อนเรียน ( $\bar{X} = 4.13$ , S.D. = 1.09) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานการวิจัยที่ตั้งไว้ มีผลสัมฤทธิ์ทางการจัดการเรียนหลังการเรียนวิชาพันธะเคมี โดยใช้สื่อวีดิทัศน์ มีนักเรียนผ่านเกณฑ์คะแนนร้อยละ 80 มีจำนวน 33 คน คิดเป็นร้อยละ 86.84 แต่มีนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 13.15 จะเห็นได้ว่านักเรียนที่มีคะแนนผ่านเกณฑ์มากกว่าจำนวนนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ และมีผลพฤติกรรมกลุ่ม โดยใช้สื่อวีดิทัศน์เรื่อง พันธะเคมี พบว่ามีพัฒนาการพฤติกรรมกลุ่มสูงขึ้น คืออยู่ในระดับดี มีผลแสดงความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 38 คน ที่มีต่อการจัดการเรียนการสอน เรื่องพันธะเคมี โดยใช้สื่อวีดิทัศน์ พบว่า ความพึงพอใจภาพโดยรวมอยู่ในระดับมาก ( $\bar{X} = 4.26$ , S.D. = 0.70) การที่ผลการวิจัยเป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากแผนการจัดการเรียนรู้ได้ผ่านกระบวนการสร้างอย่างถูกต้องโดยอาศัยหลักการและพื้นฐาน แล้วดำเนินการสร้างอย่างเป็นขั้นตอน และผ่านกระบวนการหาประสิทธิภาพ ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจและมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ ผู้เรียนได้ศึกษาเรียนรู้ทุกที่และตลอดเวลา ผู้เรียนมีอิสระในการแสดงความคิดเห็น รู้จักแสวงหาความรู้เพิ่มเติมจากแหล่งเรียนรู้อื่นๆ สอดคล้องกับงานวิจัยของ ปวีณวิธสา บำรุงอุดมรัตน์ (2564, น. 260) ซึ่งมีจุดมุ่งหมายเพื่อแก้ปัญหาการเรียนผ่านระบบออนไลน์ โดยใช้ลักษณะการเรียนรู้รูปแบบวีดิทัศน์เข้าสู่ระบบออนไลน์ เพื่อให้นักเรียนหาความรู้และศึกษาความรู้ได้ตลอดเวลา เพื่อบรรลุ เป้าหมายของการเรียนโดยผู้สอนจะให้ความสำคัญอิสระแก่นักเรียนที่จะหาความรู้จากสื่อวีดิทัศน์แบบออนไลน์

2. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง นาโนเทคโนโลยี หลังเรียนของนักเรียนหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 1 ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วีดิทัศน์กับก่อนเรียน พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เนื่องจากการจัดกิจกรรมก่อนเรียนและหลังมีการจัดการเรียนรู้ด้วยวีดิทัศน์ซึ่งง่ายต่อการเรียนและทันสมัย เรียนได้ทุกที่ทุกเวลา มีแบบทดสอบก่อนเรียนหลังเรียนเพื่อประเมินการเรียนรู้ของนักเรียนและให้นักเรียนได้รู้ถึงความสามารถของตนเอง ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนอันจะส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนดีขึ้น และใช้ปัญหาเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้ ซึ่งผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาด้วยวิธีการใหม่ ด้วยตนเอง โดยครูผู้สอนเป็นผู้แนะนำ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ วรณพร ยิ้มชาย (2560, น. 95) ที่กล่าวว่า การที่จะช่วยให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้น และช่วยพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์นั้นสามารถทำได้ หลายแนวทาง ซึ่งชุดกิจกรรมการเรียนรู้ก็เป็นอีกหนึ่งแนวทางที่จะช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะ ด้านการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนได้ ได้ศึกษาเรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาและทักษะการคิดวิเคราะห์โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .05 และสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 2) ทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ การเรียนรู้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05 และสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

3. จากผลการวิเคราะห์การศึกษาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนต่อการเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วีดิทัศน์ เรื่อง นาโนเทคโนโลยี ของนักเรียนหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 1 อยู่ในระดับมากที่สุด ( $\bar{X} = 4.53$ , S.D. = 0.51) ทั้งนี้เนื่องมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วีดิทัศน์ เรื่อง นาโนเทคโนโลยี เป็นการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ผ่านสื่อวีดิทัศน์ และส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการพัฒนาทักษะในการคิดที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง นักเรียน สามารถที่จะอภิปรายซักถาม และหาความรู้ได้ มีการทบทวนอยู่ตลอดเวลาโดยการทำใบงาน แบบฝึกทักษะ และแบบทดสอบ ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนอันจะส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนดีขึ้น โดยรวมมีเจตคติอยู่ในระดับมากที่สุด ( $\bar{X} = 4.53$ , S.D. = 0.51) เมื่อพิจารณารายชื่อ พบว่านักเรียนมีเจตคติสูงสุดเรียงลำดับดังนี้ มีความละเอียดถี่ถ้วนในการทำงาน ( $\bar{X} = 4.66$ , S.D. = 0.48) และ รับผิดชอบวิพากษ์วิจารณ์ ข้อโต้แย้ง หรือข้อคิดเห็นที่มีเห็นผลของผู้อื่น ( $\bar{X} = 4.66$ , S.D. = 0.48) รองลงมาคือ มีความอดทนแม้การดำเนินการแก้ปัญหาจะยุ่งยากและใช้เวลา ( $\bar{X} = 4.63$ , S.D. = 0.54) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของวรรณญา วิรัชสะ (2562, น. 130) ได้ศึกษาเรื่องความสัมพันธ์ของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ กับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในจังหวัดสิงห์บุรี สังกัดโรงเรียนเขตพื้นที่ การศึกษามัธยมศึกษาเขต 5 พบว่าผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในโรงเรียนเขตพื้นที่การศึกษา มัธยมศึกษา เขต 5 จังหวัด สิงห์บุรี มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ในระดับปานกลาง และมีทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ ในระดับปานกลาง และ 2) เพศและขนาดโรงเรียนต่างกัน มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ และทักษะ กระบวนการทาง วิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

### กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความรู้และความช่วยเหลืออย่างสูงยิ่งจาก ผศ.ดร.เนตรชนก จันทร์สว่าง ผศ.ดร.ไพศาล วรคำ และ ผศ.ดร.สมทรง สิทธิ ที่กรุณาให้คำแนะนำ ข้อเสนอแนะ แก้ไขข้อบกพร่อง เพื่อให้ วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้มีความสมบูรณ์ด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างยิ่ง ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ด้วยขอขอบคุณ ขอขอบคุณ นางเยาวลักษณ์ น้อยนาแสง นางขวัญตระกูล ศรีจวน นางสาวเจมใจ สระใหญ่ นางสาวอรทัย วิเศษสกุลและนายจักรพงษ์ ต่อโชติ ผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย ผู้อำนวยการนายอาคม จันทร์นาม ที่อนุเคราะห์ให้ทำวิจัย และนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง ที่ให้ความร่วมมือทำให้การวิจัยสำเร็จลุล่วงด้วยดี

### เอกสารอ้างอิง

- จิราภรณ์ เพ็ญพุ่ม. (2559). การพัฒนาการคิดวิเคราะห์โดยใช้สื่อวีดิทัศน์เรื่อง พันธะเคมี ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. (วิทยานิพนธ์ ครุศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์) มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต.
- ปวีณวิศสา บำรุงอุดมรัตน์. (2564, มกราคม-เมษายน). การศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับ บทเรียนออนไลน์โดยใช้ Google Sites เรื่อง สมดุลเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วารสารวิชาการและวิจัย มหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ, 11(1), 260-274.
- พาสณา จุลรัตน์. (2561, พฤษภาคม - สิงหาคม). การจัดการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนใน ยุคThailand 4.0. วารสาร มหาวิทยาลัยศิลปกร, 11(2), 2363-2380.

- วรรณพร ยิ้มฉาย. (2560). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาและทักษะการคิดวิเคราะห์ โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) สำหรับนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4. (วิทยานิพนธ์ คุรุศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยบูรพา.
- วันญา วิรัสสะ. (2562, กรกฎาคม-ธันวาคม). การศึกษาหาความสัมพันธ์ของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์กับทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในจังหวัดสิงห์บุรี สังกัดโรงเรียนเขตพื้นที่ การศึกษามัธยมศึกษาเขต 5. วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยปทุมธานี, 11(2), 130-141.
- วิภาณีย์ จิรธรรักดี. (2554). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิชาชีววิทยาและความสามารถในการคิด วิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. (วิทยานิพนธ์ การศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์) มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ สำนักงานรัฐมนตรี. (2545). พระราชบัญญัติการศึกษา แห่งชาติ พ.ศ. 2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ.2545. สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ สำนักงานรัฐมนตรี.

การพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับตรวจสอบการมาเรียนของนักเรียนบน  
ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ กรณีศึกษาโรงเรียนประสาทรัฐประชาภิ  
จังหวัดราชบุรี

The Application Development for Checking Class Attendance of Students on the  
Android Operating System: The Case Study at Pracharat Prachakit School,  
Ratchaburi Province

คณิน อุดมแดงอร่าม<sup>1\*</sup> แก้วใจ อภรณ์พิศาล<sup>2</sup>  
Kanin Udomdengaram<sup>1</sup>, Kaewjai Apornpisarn<sup>2</sup>

สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม<sup>1,2</sup>

\*Corresponding author. E-mail: 594230001@webmail.npru.ac.th

### บทคัดย่อ

การตรวจสอบการมาเรียนของนักเรียนเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการจัดการเรียนการสอน มีผลต่อการประเมินผลการเรียน เนื่องจากเป็นคะแนนเก็บ โดยปัจจุบันครูประจำชั้นของโรงเรียนประสาทรัฐประชาภิ จังหวัดราชบุรี ทำการตรวจสอบการมาเรียนด้วยใบรายชื่อที่อยู่ในรูปแบบกระดาษ ซึ่งเอกสารอาจเสียหายหรือชำรุดได้ ดังนั้นการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับตรวจสอบการมาเรียนของนักเรียน กรณีศึกษาโรงเรียนประสาทรัฐประชาภิ จังหวัดราชบุรี และ 2) เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานแอปพลิเคชันนี้ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยแอปพลิเคชันสำหรับตรวจสอบการมาเรียนของนักเรียน และแบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อแอปพลิเคชัน สถิติที่ใช้ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่า 1) การพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับตรวจสอบการมาเรียนของนักเรียนประกอบไปด้วย 2 ส่วน คือส่วนของอาจารย์ประจำชั้นสามารถตรวจสอบการมาเรียนของนักเรียนในชั้นเรียนที่ตนเองรับผิดชอบ และส่วนของผู้ดูแลระบบสามารถจัดการข้อมูลอาจารย์ประจำชั้นนักเรียนในชั้นเรียน ตลอดจนออกรายงานสรุปการมาเรียนของนักเรียนในชั้นเรียนต่าง ๆ ได้ และ 2) ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานโดยรวมอยู่ในระดับมาก ( $\bar{X} = 4.25$ , S.D. = 0.68) แสดงให้เห็นว่าแอปพลิเคชันนี้ช่วยตอบสนองความต้องการแก่ผู้ใช้งานและเป็นประโยชน์แก่ครูประจำชั้นได้

**คำสำคัญ :** ตรวจสอบการมาเรียน ; แอปพลิเคชัน ; เช็คนักเรียน

### Abstract

The check of class participation of students is as a part of the teaching and learning process and affects the evaluation of learning because class attendance is one of accumulated scores. Currently, class instructors at Pracharat Prachakit School, Ratchaburi Province, check the presence of students in the classes using paper-based documents. These documents may be damaged or lost. Therefore, the objectives of this study were to develop application for checking class attendance of students on the android operating system and to evaluate satisfaction of the application users. The tools used in this study were the application for checking class participation of students on the android operating system and the application satisfaction assessment form. The statistical analyses were averages and standard deviations. Here, the results show that 1) the development of application for checking class attendance of students consisted of 2 parts: the class teacher could check the student's attendance in the class that they were responsible for, and the administrator could manage the information of the class teacher, students in the class as well as could issue a summary of the students' attendance in various classes; 2) overall user satisfaction assessment results were at a high level ( $\bar{X}$  = 4.25, S.D. = 0.68). In other words, this application met the needs of users and was useful to the class teacher.

**Keywords** : Check attendance ; Application ; Student check

### บทนำ

ในปัจจุบันการใช้งานแอปพลิเคชันบนสมาร์ตโฟนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เป็นผลมาจากเทคโนโลยีที่ถูกพัฒนามากขึ้น จากค่ายผู้ผลิตสมาร์ตโฟน ระบบปฏิบัติการที่นิยมใช้ คือระบบปฏิบัติการ iOS และ Android โดยระบบปฏิบัติการ Android มีการเปิดให้ผู้สนใจสามารถพัฒนาและต่อยอดแอปพลิเคชันที่อยู่บนอุปกรณ์เคลื่อนที่ได้ (luknam UIC, 2564)

โรงเรียนประสาทรัฐประชากิจ ตั้งอยู่เลขที่ 94 หมู่ 5 ต.ประสาทสิทธิ์ อ.ดำเนินสะดวก จ.ราชบุรี 70210 เป็นโรงเรียนประเภทสหศึกษา มีทั้งระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และตอนปลาย (ม.1-6) ขนาดโรงเรียนขนาดใหญ่ (ประจำตำบล) ([http://www.ppschool.ac.th/pp\\_web2561/index.html](http://www.ppschool.ac.th/pp_web2561/index.html), 2565) โดยสถานศึกษามีพัฒนาให้มนุษย์มีประสิทธิภาพและศักยภาพสูงสุด หากมนุษย์เป็นผู้มีวินัยในตนเอง จะทำให้บรรลุตามจุดหมายของชีวิตและประสบความสำเร็จได้ ครูควรปลูกฝังให้ผู้เรียนมีความรับผิดชอบในหน้าที่ของตนทำให้สามารถควบคุมพฤติกรรมของตนให้เป็นไปในทางที่ดี ยึดถือและปฏิบัติอย่างเคร่งครัด (สุรีย์พร ปานยิ้ม, 2558) การมาเรียนก็เป็นส่วนหนึ่งของการฝึกให้มีวินัยในตนเองเช่นกัน การตรวจสอบการมาเรียนของนักเรียนถือเป็นการตรวจสอบพฤติกรรมและประเมินความตั้งใจของผู้เรียนอีกทางหนึ่ง และเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ทำหน้าที่ของผู้เรียนที่ดีในการเข้าเรียนทุกครั้งและตรงต่อเวลา ซึ่งหากไม่ปฏิบัติตามหน้าที่ จะส่งผลให้ขาดโอกาสในการเรียนรู้ ขาดการทำกิจกรรมในห้องเรียน ขาดสอบในการเก็บคะแนนย่อย (วัฒนพล ชุมเพชร และคณะ, 2018) โดยถือว่าการตรวจสอบการมาเรียนเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการจัดการเรียนการสอน มีผลต่อการประเมินผลการเรียน เนื่องจากเป็นคะแนนเก็บการให้คะแนนการเข้าเรียนเป็นส่วนหนึ่งของคะแนนเก็บ โดยปัจจุบันคณะครูที่โรงเรียนประสาทรัฐประชากิจ กำหนดให้คะแนนการเข้าเรียนเป็นส่วนหนึ่ง

ของคะแนนเก็บ โดยใช้การตรวจสอบรายชื่อในรูปแบบใบรายชื่อ (วิชาวัด ณ ชมภูงูช และ พรหมเมศ วีระพันธ์, 2560) ที่เป็นกระดาษในรูปแบบเก่าอยู่ และใบรายชื่อดังกล่าวมีโอกาสสูญหาย หรือชำรุด ไม่สามารถนำมาสรุปสถิติหรือหลักฐานสำหรับการตรวจสอบเมื่อสิ้นปีการศึกษาได้

จากรายงาน Digital Thailand ประจำปี 2022 ของ We Are Social พบว่า คนไทยใช้สมาร์ทโฟน 98.6 % และออนไลน์ผ่านโทรศัพท์มือถือวันละ 9 ชั่วโมง 6 นาที (Datareportal, 2665) จากข้อมูลดังกล่าว ทำให้ผู้วิจัยเลือกที่จะพัฒนาแอปพลิเคชันบนสมาร์ทโฟน (Mindzone, 2564) โดยฟังก์ชันการใช้งานต่าง ๆ สามารถทำได้อย่างมากมายไม่ว่าจะเป็นการให้ข้อมูลต่าง ๆ เกี่ยวกับสินค้าและบริการข่าวสารที่เป็นประโยชน์ มาใช้พัฒนา

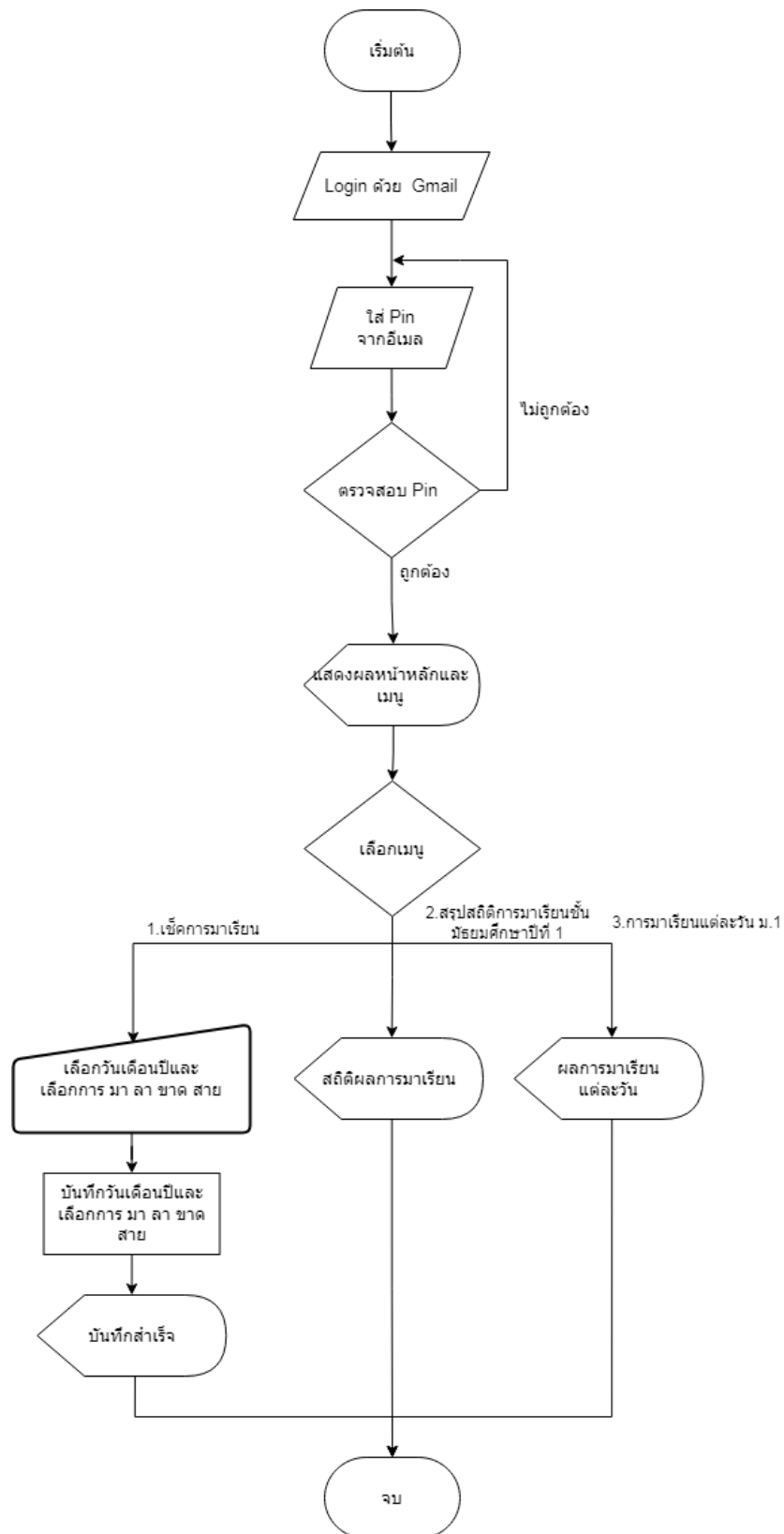
### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อการพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับตรวจสอบการมาเรียนของนักเรียนบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ กรณีศึกษาโรงเรียนประสาทรัฐประชาภิจ จังหวัดราชบุรี
2. เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อแอปพลิเคชันสำหรับตรวจสอบการมาเรียนของนักเรียนบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ กรณีศึกษาโรงเรียนประสาทรัฐประชาภิจ จังหวัดราชบุรี

### วิธีดำเนินการวิจัย

วิจัยนี้เป็นการพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับตรวจสอบการมาเรียนของนักเรียนบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ กรณีศึกษาโรงเรียนประสาทรัฐประชาภิจ จังหวัดราชบุรี ประกอบด้วย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง คณะครูของโรงเรียนประสาทรัฐประชาภิจ จังหวัดราชบุรี ได้มาโดยวิธีเลือกแบบเจาะจง จำนวน 25 คน
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย แอปพลิเคชันสำหรับตรวจสอบการมาเรียนของนักเรียนบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ และแบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อแอปพลิเคชัน
3. ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย การพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับตรวจสอบการมาเรียนของนักเรียนบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ กรณีศึกษาโรงเรียนประสาทรัฐประชาภิจ จังหวัดราชบุรี นำมาออกแบบเป็นวงจรการพัฒนาาระบบ (System Development Life Cycle: SDLC) (OOAD5705110021, 2558) เพื่อนำมาใช้เป็นแนวทางตามความต้องการของผู้ใช้งาน โดยมีรายละเอียดขั้นตอนการดำเนินการวิจัยประกอบด้วย **ขั้นตอนที่ 1** ศึกษาเบื้องต้นเป็นการศึกษาสอบถามเกี่ยวกับปัญหาในการใช้งานการเช็คชื่อนักเรียนที่เคยเช็คชื่อด้วยกระดาษเอกสารในการเก็บข้อมูลรายชื่อนักเรียน ซึ่งเป็นปัญหาสำคัญของครูประจำชั้น **ขั้นตอนที่ 2** การวิเคราะห์ระบบ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลจากปัญหาที่เกิดขึ้นจากระบบงานเดิม เริ่มจากการวิเคราะห์ และออกแบบขั้นตอนการทำงานของแอปพลิเคชันทั้งหมด ดังภาพที่ 1 **ขั้นตอนที่ 3** การออกแบบระบบ ผู้วิจัยนำผลจากขั้นตอนที่ 2 มาการออกแบบแอปพลิเคชันสำหรับตรวจสอบการมาเรียนของนักเรียนบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ประกอบไปด้วยการออกแบบข้อมูลครูประจำชั้น นักเรียน ชั้นเรียน โดยใช้ Google Sheet ในการจัดเก็บข้อมูล และออกแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้งาน ผู้วิจัยทำการออกแบบหน้าจอของแอปพลิเคชัน รวมทั้งกำหนดสีพื้นหลัง สีตัวอักษรให้เหมาะสมและให้สามารถใช้งานได้ง่าย



ภาพที่ 1 แผนภาพลำดับขั้นตอนการทำงาน (Flowchart)



**ขั้นตอนที่ 4** การพัฒนาระบบ ในการพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับตรวจสอบการมาเรียนของนักเรียนบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ กรณีศึกษาโรงเรียนประสาทรัฐประชากิจ จังหวัดราชบุรีนั้น ใช้ Glide App (Chaiyachet Ukham, 2565) ในการสร้างแอปพลิเคชันขึ้นมาตามแบบที่ได้พัฒนาไว้ ใช้ในการควบคุมการทำงานหน้าต่าง ๆ ของแอปพลิเคชัน และควบคุมการทำงานในส่วนของข้อมูลในแอปพลิเคชัน และจัดเก็บข้อมูลต่าง ๆ ด้วย Google Sheet

**ขั้นตอนที่ 5** การทดสอบระบบ ผู้วิจัยทำการทดสอบแต่ละส่วนของแอปพลิเคชัน และทดสอบระบบรวมเพื่อหาข้อผิดพลาดของระบบและการทดสอบระบบทั้งหมดโดยใช้ข้อมูลจริงในการทดสอบ เพื่อให้ทราบถึงข้อผิดพลาดต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้นของระบบ คณะผู้วิจัยจะทำการแก้ไขทันที และ **ขั้นตอนที่ 6** การประเมินระบบ โดยสอบถามความพึงพอใจของผู้ใช้งานแอปพลิเคชันสำหรับตรวจสอบการมาเรียนของนักเรียนบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ กรณีศึกษาโรงเรียนประสาทรัฐประชากิจ จังหวัดราชบุรี ซึ่งทำการประเมินความพึงพอใจ หลังจากการติดตั้ง โดยสถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยนำผลที่ได้เทียบกับเกณฑ์การประเมิน (บุญชม ศรีสะอาด, 2553) ดังนี้

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.50 – 5.00 หมายความว่า ระดับมากที่สุด

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.50 – 4.49 หมายความว่า ระดับมาก

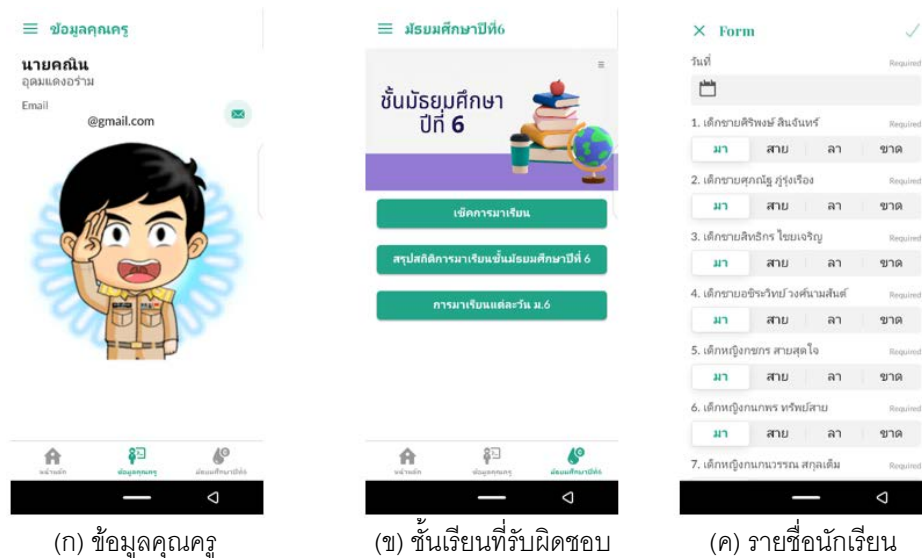
ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.50 – 3.49 หมายความว่า ระดับปานกลาง

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.50 – 2.49 หมายความว่า ระดับน้อย

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.00 – 1.49 หมายความว่า ระดับน้อยที่สุด

### ผลการศึกษาและการอภิปรายผล

1. ผลจากการพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับตรวจสอบการมาเรียนของนักเรียนบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ กรณีศึกษาโรงเรียนประสาทรัฐประชากิจ จังหวัดราชบุรี พบว่า ผู้ใช้งานที่เป็นสมาชิกเข้าสู่แอปพลิเคชันสำหรับตรวจสอบการมาเรียนของนักเรียนบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ประกอบด้วยหน้าหลักรับข้อมูลอีเมล (Email address) และ PIN ที่ส่งให้ผ่าน Email เมื่อเข้าสู่แอปพลิเคชัน จะแสดงข้อมูลคุณครู ชั้นเรียนที่รับผิดชอบ และรายชื่อ นักเรียน ดังภาพที่ 2 โดยแอปพลิเคชัน แสดงผลลัพธ์ในรายงานสรุปของนักเรียนแต่ละคน และรายงานตามวัน ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 2 เมนูการใช้งานของแอปพลิเคชัน

สรุป ม.1 - Google Drive

สรุป ม.1 : สรุป ม.1

ชื่อ คณะ	มา	สาย	ลา	ขาด
1. เด็กหญิงอรุณชาน เลื่อนแดง	1	0	0	0
2. เด็กหญิงชัญญาภรณ์ เกตุใจ	0	1	0	0
3. เด็กหญิงนิชาภา กล้วยทอง	0	0	1	0
4. เด็กหญิงณิชาลา ชัยภักดิ์โพธิ์	0	0	0	1
5. เด็กหญิงวิภาดา พิณพรวงษ์	1	0	0	0
6. เด็กหญิงศศิชาพร เจริญรัมย์	1	0	0	0
7. เด็กหญิงรารัตน์ บุญศรี	1	0	0	0
8. เด็กหญิงภาสกา หวานใจแก้ว	1	0	0	0
9. เด็กหญิงศศิมา เต็มดวง	1	0	0	0
10. เด็กหญิงอรุณญา สมบูรณ์	1	0	0	0

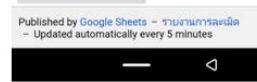
docs.google.com

การมาเรียนแต่ละวัน ม.6 : ม.6

วันที่	11/5/2022, 11:41:00	11/5
1. เด็กชายพิพจน์ สิมจันทร์	มา	มา
2. เด็กชายชยุตม์ ภู่งรัมย์	สาย	สาย
3. เด็กชายสิริกร ไชยเจริญ	ขาด	ลา
4. เด็กชายธินวัฒน์ วงศ์เกษมสันต์	ลา	ขาด
5. เด็กหญิงกนกพร แสนสุดใจ	มา	สาย
6. เด็กหญิงกนกพร ทรัพย์รัมย์	มา	มา
7. เด็กหญิงกนกพรพรรณ สดุดรัมย์	มา	มา
8. เด็กหญิงอรุณชาน เกตุใจ	มา	มา
9. เด็กหญิงชัญญาภรณ์ เกตุใจ	มา	มา
10. เด็กหญิงนิชาภา กล้วยทอง	มา	มา



(ก) สรุปสถิติการมาเรียน



(ข) การมาเรียนของนักเรียนแยกตามวัน

ภาพที่ 3 รายงานสรุปการมาเรียนของนักเรียนในชั้นเรียนที่รับผิดชอบของคุณครูประจำชั้น

ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานต่อแอปพลิเคชันสำหรับตรวจสอบการมาเรียนของนักเรียนบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ กรณีศึกษาโรงเรียนประสาทรัฐประชากิจ จังหวัดราชบุรี โดยคณะครูของโรงเรียนประสาทรัฐประชากิจ จังหวัดราชบุรี ได้มาโดยวิธีเลือกแบบเจาะจง จำนวน 25 คน พบว่า โดยรวมมีค่าเฉลี่ย 4.25 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.68 ผู้ใช้งานมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก แสดงให้เห็นว่า แอปพลิเคชันสำหรับตรวจสอบการมาเรียนของนักเรียนนี้ช่วยตอบสนองความต้องการแก่ผู้ใช้งานสอดคล้องกับงานวิจัยของวัฒนพล ชุมเพชร ภูริณัฐ หนูขุน และ คุณันท์ เตียวนะ (2018) ที่มีผลการประเมินความพึงพอใจในกลุ่มผู้สอนและอาจารย์ที่ปรึกษาอยู่ในระดับมากที่สุดในด้านความสะดวกในการใช้งานเช่นกัน (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานต่อแอปพลิเคชันสำหรับตรวจสอบการมาเรียนของนักเรียนบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

รายละเอียดแบบสอบถาม	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
<b>ด้านเนื้อหา</b>			
1. ความถูกต้องของเนื้อหาบนแอปพลิเคชัน	4.24	0.65	ระดับมาก
2. ความแม่นยำของข้อมูลบนแอปพลิเคชัน	4.20	0.63	ระดับมาก
3. ข้อมูลเพียงพอต่อความต้องการของผู้ใช้งานระบบ	4.08	0.69	ระดับมาก
<b>ด้านการออกแบบ</b>			
1. ความเหมาะสมในการเลือกใช้ ชนิด ขนาด สีตัวอักษรบนแอปพลิเคชัน	4.36	0.69	ระดับมาก
2. ความเหมาะสมในการใช้รูปภาพเพื่อสื่อความหมาย	4.32	0.73	ระดับมาก
3. ความเหมาะสมของตำแหน่งในการวางเมนูต่างๆ	4.44	0.64	ระดับมาก
4. คำศัพท์ที่ใช้ผู้ใช้มีความคุ้นเคยและสามารถปฏิบัติตามได้โดยง่าย	4.24	0.76	ระดับมาก
<b>ด้านประสิทธิภาพ</b>			
1. ความรวดเร็วในการตอบสนองของระบบ	4.08	0.63	ระดับมาก
2. ความง่ายของการใช้งานระบบ	4.20	0.75	ระดับมาก
3. ระบบสามารถตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้งาน	4.24	0.71	ระดับมาก
<b>ด้านภาพรวม</b>			
1. ความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบโดยภาพรวม	4.32	0.68	ระดับมาก
2. ระบบการเช็คชื่อนักเรียนสามารถลดความยุ่งยากในการทำงานได้มากน้อยเพียงใด	4.24	0.65	ระดับมาก
<b>โดยรวม</b>	<b>4.25</b>	<b>0.68</b>	<b>ระดับมาก</b>

### ข้อเสนอแนะในการวิจัย

1. ปรับเปลี่ยนการจัดเก็บข้อมูลด้วย Google sheet เป็นระบบฐานข้อมูล Firebase
2. ควรเพิ่มการแก้ไขหรือเพิ่มเติมชื่อนักเรียน เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถแก้ไขและเพิ่มเติมชื่อนักเรียนได้ด้วยตนเอง
3. ควรพัฒนาให้มีการแจ้งเตือนผ่านไลน์ไปทางผู้ปกครอง เพื่อให้ผู้ปกครองทราบถึงการมาเรียนของนักเรียน เป็นการกำกับติดตามความประพฤติของนักเรียนในอีกทางหนึ่งด้วย

### เอกสารอ้างอิง

- Mindzone. (2564,10 สิงหาคม). การพัฒนาโมบายแอปพลิเคชันคืออะไร. <https://www.mind-one.net/content/article/การพัฒนาโมบายแอปพลิเคชันคือ>
- OOAD5705110021. (2558, 13 พฤษภาคม). ขั้นตอนของวงจรการพัฒนาระบบ. <https://sites.google.com/site/oodad5705110021/kar-phathna-rabb/khan-txn-kar-phathna-rabb>
- บุญชม ศรีสะอาด. (2553). การวิจัยเบื้องต้น. สุวีริยาสาสน.

- luknam UIC. (2564, 13 พฤษภาคม). ระบบปฏิบัติการ ANDROID. <https://sites.google.com/site/luknamuic/home/rabb-ptibati-kar-1>
- วัฒน์พล ชุมเพชร ภูริณัฐ หนูขุน และคุณัชฎ์ เตียวนะ. (2018). การพัฒนาระบบเช็คชื่อเพื่อการติดตามพฤติกรรม การเข้าเรียนของนักศึกษาแบบมีส่วนร่วมผ่านระบบออนไลน์. วารสารเทคโนโลยีภาคใต้, 11(1), 185-192.
- วิชวาวัฒน์ ชมภูนุช และ พรหมเมศ วีระพันธ์. (2560, 22 ธันวาคม). การพัฒนาระบบติดตามพฤติกรรม การเข้าเรียนของนักเรียน กรณีศึกษาโรงเรียนโค้งไผ่วิทยา. ใน นวัตกรรมและเทคโนโลยีขับเคลื่อนประเทศไทย 4.0: การประชุมวิชาการระดับชาติ สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร ครั้งที่ 4 (น. 284 - 292), กำแพงเพชร.
- สุรีย์พร ปานยิ้ม. (2558). รายงานการวิจัย การพัฒนาพฤติกรรม การเรียนให้มีความรับผิดชอบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในรายวิชาชีววิทยา ประจำปีการศึกษา 2558. กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสูงเนิน อำเภอสูงเนิน จังหวัดนครราชสีมา. [http://www.sungnoen.ac.th/research/sureeporn\\_2559.pdf](http://www.sungnoen.ac.th/research/sureeporn_2559.pdf)
- Chaiyachet Ukham. (2565, 15 พฤษภาคม). สร้าง App ได้ง่ายๆ จากข้อมูลใน Google Sheet ด้วย Glide (Glide: Create an App from a Google Sheet in Minutes). <https://medium.com/@chaiyachet.u/review-สร้าง-app-ได้ง่ายๆ-จากข้อมูลใน-google-sheet-ด้วย-glide-glide-create-an-app-from-a-google-7d647818bf68>
- Datareportal. (2565, 14 มิถุนายน). DIGITAL 2022: THAILAND. <https://datareportal.com/reports/digital-2022-thailand>.

ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับความรอบรู้ด้านสุขภาพ ความรอบรู้ด้านทันตสุขภาพ  
และภาวะซึมเศร้าในผู้ป่วยโรคเบาหวานชนิดที่ 2 ตำบลแห่งหนึ่ง  
ในจังหวัดสกลนคร

Factors Related To Health Literacy, Dental Health Literacy and Depression in  
Type 2 Diabetes Mellitus Patients in A District in Sakon Nakhon Province

กรกนก โพธิ์ศรี, กรรณิการ์ พิมศิริ, นนิตฐา จำปาเทศ\*, น้ำฝน แก้วกระโทก, มนิศรา บุญสิทธิ์,  
ภาสกร สุวรรณไตร, ละดาพร โลสิงห์, ทิฆัมพร ประเทพา, วันวิษา ศรีพรหม และ นิติกอร์ ภูสุวรรณ  
Kornkanok Phosri, Kannika Phimkhiri, Nanittha Champathat\*, Numfon Kaokratok, Manissara  
Boonsit, Padsakorn Suuaoratai, Ladaphon Losing, Thikampon Pratepa, Wanvisa Sripom  
and Nitikorn Phoosuwan

คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสกลนคร  
Faculty of Public Health, Kasetsart University Chalemphrakiat SakonNakhon Province Campus.

\*Corresponding author. E-mail: nanittha.j@ku.th

### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงพรรณนา ภาคตัดขวาง (Cross-sectional Descriptive Research) ในผู้ป่วยโรคเบาหวานชนิดที่ 2 เพื่อศึกษาระดับความรู้ทางด้านสุขภาพ ความรอบรู้ด้านทันตสุขภาพและภาวะซึมเศร้าในผู้ป่วยเบาหวานและศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับระดับความรู้ด้านสุขภาพ ระดับความรู้ทางทันตสุขภาพ และระดับภาวะซึมเศร้าในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 ตำบลแห่งหนึ่ง ในจังหวัดสกลนคร กลุ่มตัวอย่างคือผู้ป่วยโรคเบาหวานชนิดที่ 2 จำนวน 72 คน ที่มีอายุระหว่าง 35-69 ปี ใช้การสุ่มแบบเฉพาะเจาะจง เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสัมภาษณ์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ ได้แก่ ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน และพีชเชอร์เอกแซค (Fisher's Exact Test) กำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่น้อยกว่า 0.05

ผลการวิจัย พบว่า ผู้ป่วยโรคเบาหวานชนิดที่ 2 มีความรอบรู้ด้านสุขภาพอยู่ในระดับสูงคิดเป็นร้อยละ 52.78 ระดับความรู้ด้านทันตสุขภาพอยู่ในระดับสูงร้อยละ 77.78 และระดับภาวะซึมเศร้าอยู่ในระดับต่ำร้อยละ 86.11 ปัจจัยส่วนบุคคลไม่มีความสัมพันธ์กับความรอบรู้ด้านสุขภาพโดยรวมและภาวะซึมเศร้า ขณะที่ศาสนามีความสัมพันธ์ กับความรู้ด้านทันตสุขภาพ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p=0.042$ ) ผลการวิจัยครั้งนี้มีข้อเสนอแนะว่าศาสนาที่แตกต่างกันทำให้ความรู้ด้านทันตสุขภาพแตกต่างกัน ดังนั้นบุคลากรสาธารณสุขควรให้ความรู้ที่แตกต่างกันแต่ละศาสนา

**คำสำคัญ:** ความรอบรู้ด้านสุขภาพ, ทันตสุขภาพ, ภาวะซึมเศร้า, ผู้ป่วยโรคเบาหวานชนิดที่ 2

## Abstract

This research was a cross-sectional descriptive research in type 2 diabetic of patients in a sub-district in Sakon Nakhon Province in order to study the level and factors related to health literacy, dental health literacy and depression. The sample consisted of 72 type 2 diabetic people, aged 35-69years. The specific randomization was used. Data were collected by using a questionnaire. Data were analyzed using descriptive statistics such as frequency, percentage, mean, standard deviation, and fisher's exact test. The level of statistical significance was less than 0.05.

The results showed that 52.78% of people with type 2 diabetes had a high level of health literacy, 77.78% of them had a high level of dental health literacy, and a low level of depression 86.11%. Individual factors were not related to overall health literacy and depression, whereas religion was related to dental health literacy ( $p=0.042$ ). The results of this study suggest that different religions have different effects on dental health literacy. Therefore, health personnel should provide different knowledge for each religion.

**Keywords:** Health literacy, Dental health literacy, Depression, Type 2 diabetes mellitus

## บทนำ

โรคเบาหวานเป็นโรคหนึ่งในกลุ่มโรคไม่ติดต่อ (Noncommunicable Diseases: NCDs) เป็นปัญหาสาธารณสุขของทุกประเทศทั่วโลกที่กำลังให้ความสำคัญอย่างมาก ในปี พ.ศ.2560 มีผู้ป่วยเบาหวานจำนวน 425 ล้านรายทั่วโลก แบ่งเป็นกลุ่มผู้สูงอายุ 65 ปีขึ้นไป จำนวน 98 ล้านราย และช่วงอายุ 20-64 ปี จำนวน 327 ล้านราย และมีแนวโน้มจำนวนผู้ป่วยเพิ่มสูงขึ้น ปัจจุบันทั่วโลกมีผู้ป่วยโรคเบาหวานมากกว่า 460 ล้านราย จากการคาดการณ์ภายในปี พ.ศ. 2573 จะพบผู้ป่วยเบาหวานเพิ่มขึ้นถึง 578 ล้านราย โดยในปี พ.ศ.2562 ปีเดียว มีผู้เสียชีวิตมากถึง 4.2 ล้านราย (International Diabetes Federation, 2021) จากรายงานประจำปี พ.ศ.2560 ในสำนักงานเขตสุขภาพที่ 8 มีผู้ป่วยเบาหวานในจังหวัดสกลนคร ร้อยละ 41.43 เป็นผู้ป่วยโรคเบาหวานที่ควบคุม น้ำตาลได้มีเพียงแค่ร้อยละ 21.28 ซึ่งพบว่าโรคแทรกซ้อนต่าง ๆ (สำนักงานเขตสุขภาพที่ 8, 2561)

ผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 มีปัญหาการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด หรือมีระดับน้ำตาลในเลือดสูง เป็นระยะเวลานานซึ่งส่งผลต่อการเกิดภาวะแทรกซ้อน เกิดอาการป่วยและเสียชีวิตก่อนวัยอันควร (พงษ์ศิริ งามอัมพรนารา และ สุจิตรา สุนทรทรัพย์, 2563) จากการศึกษาความรู้ทางสุขภาพกับผลลัพธ์ด้านสุขภาพของผู้ป่วยเบาหวาน พบว่าผู้ป่วยเบาหวานที่มีความรู้ด้านสุขภาพต่ำจะไม่เข้าใจอาการและอาการแสดงของตนเอง มีการรับรู้ความสามารถของตนเองและความร่วมมือในการรักษาต่ำ ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ทางสุขภาพต่ำจึงควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดไม่ได้หรือทำให้ผู้ป่วยเบาหวานควบคุมระดับน้ำตาลไม่ดี (อัจฉราวดี ศรียะศักดิ์ และคณะ, 2564)

ผู้ป่วยโรคเบาหวานที่ควบคุมน้ำตาลไม่ได้ ส่งผลต่อการเกิดโรคเหงือกและโรคปริทันต์ในช่องปาก บางรายพบการละลายของกระดูกหุ้มรากฟัน (สำนักงานเขตสุขภาพที่ 8, 2561) ถ้าผู้ป่วยมีพฤติกรรมการดูแลสุขภาพช่องปากไม่ดีขึ้นจะส่งผลทำให้เกิดโรคฟันผุ และหากไม่ได้รับการรักษาจะทำให้เกิดการสูญเสียฟัน (สุทธา ภัทรสุภฤกษ์, 2564)

ผู้สูงอายุที่ป่วยเป็นโรคเบาหวานจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางด้านร่างกาย โดยเกิดภาวะแทรกซ้อนที่เป็นอันตรายต่าง ๆ ตามมา (กระทรวงสาธารณสุข, 2563) ซึ่งผลการสำรวจสุขภาพของผู้สูงอายุไทย พบว่า ผู้สูงอายุมีปัญหาด้านสุขภาพจิตค่อนข้างสูง โดยเฉพาะโรคซึมเศร้าซึ่งเป็นโรคที่ได้รับการจัดลำดับอยู่ใน 10 อันดับแรกของโรค (กรมสุขภาพจิต, 2561) ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับความรอบรู้ด้านสุขภาพ ความรอบรู้ด้านทันตสุขภาพและภาวะซึมเศร้าในผู้ป่วยโรคเบาหวานชนิดที่ 2 ตำบลแห่งหนึ่ง ในจังหวัดสกลนคร

### วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาระดับความรอบรู้ด้านสุขภาพ ความรอบรู้ด้านทันตสุขภาพและภาวะซึมเศร้าในผู้ป่วยเบาหวาน
2. เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับระดับความรอบรู้ด้านสุขภาพ ระดับความรอบรู้ทางทันตสุขภาพ และระดับภาวะซึมเศร้าในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2

### วิธีดำเนินการวิจัย

1. รูปแบบการวิจัย เป็นการวิจัยเชิงพรรณนา ภาคตัดขวาง (Cross-sectional Descriptive Research) ในผู้ป่วยโรคเบาหวานชนิดที่ 2

2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้คือผู้ป่วยโรคเบาหวาน ในพื้นที่ตำบลแห่งหนึ่ง จังหวัดสกลนคร ที่ได้รับการวินิจฉัยจากแพทย์ว่าเป็นโรคเบาหวานชนิดที่ 2 จำนวนทั้งสิ้น 359 คน กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย คือผู้ป่วยโรคเบาหวานชนิดที่ 2 จำนวน 72 คน โดยมีเกณฑ์การคัดเลือกผู้เข้าร่วมการวิจัย ได้แก่ เพศชาย เพศหญิง ที่มีอายุ 35-69 ปี และได้รับการวินิจฉัยว่าเป็นโรคเบาหวานอย่างน้อย 1 ปี ขนาดกลุ่มตัวอย่างคำนวณจากขนาดตัวอย่างที่ทราบจำนวนประชากรของเครือซีและมอร์แกน (Krejcie and Morgan, 1970)

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย สำหรับการเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับการวิจัยครั้งนี้ คือ แบบสัมภาษณ์ ที่แบ่งเป็น 4 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม จำนวน 14 ข้อ ส่วนที่ 2 แบบประเมินความรอบรู้ด้านสุขภาพ ในผู้ป่วยโรคเบาหวาน โดยแบ่งเป็น 6 ตอน ได้แก่ 1) ทักษะความรู้ความเข้าใจ การแปลความที่ถูกต้อง จำนวน 7 ข้อ 2) การเข้าถึงข้อมูลและบริการสุขภาพ จำนวน 4 ข้อ 3) การสื่อสารเพื่อเสริมสร้างสุขภาพและลดความเสี่ยง จำนวน 4 ข้อ 4) การจัดการเงื่อนไขทางสุขภาพของผู้ป่วยเบาหวาน จำนวน 4 ข้อ 5) การรู้เท่าทันสื่อและสารสนเทศ จำนวน 4 ข้อ 6) การตัดสินใจเลือกปฏิบัติเกี่ยวกับการดูแลตนเอง จำนวน 2 ข้อ (วิทยา จันทรทัต, 2559) ส่วนที่ 3 ความรอบรู้ด้านทันตสุขภาพ (ฉบับภาษาไทย) จำนวน 14 ข้อ (Sermsuti-Anuwat and Pongpanich, 2019) ส่วนที่ 4 แบบวัดความเข้มแข็งในการมองโลก จำนวน 13 ข้อ (Phoosuwan et al, 2019)

4. วิธีเก็บข้อมูล ทำหนังสือถึงโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพเพื่อขออนุญาตวิจัยและขอความอนุเคราะห์ ในการเก็บข้อมูลวิจัยรวมถึงประสานงานกับอาสาสมัครสาธารณสุขประจำหมู่บ้าน (อสม.) และเจ้าหน้าที่ในเขตรับผิดชอบเพื่อขอความร่วมมือในการเก็บข้อมูล แล้วทดสอบแบบสอบถามก่อนลงเก็บข้อมูลจริง โดยผู้วิจัยได้ปรับปรุงเนื้อหาที่เข้าใจให้เหมาะสมให้ผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความเชี่ยวชาญด้านความรอบรู้ด้านสุขภาพ เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา ตรวจสอบหาความเชื่อมั่นของเครื่องมือ (Reliability) โดยนำไปทดลองใช้ (Try Out) กับกลุ่มที่มีคุณสมบัติที่คล้ายคลึงกันกับกลุ่มตัวอย่าง และดำเนินการเก็บข้อมูลโดยการสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่างโดยดำเนินการ

ตามหลักจริยธรรมการวิจัย จากนั้นวิเคราะห์ข้อมูล ประมวลผลและวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป อธิบาย  
คุณลักษณะของตัวแปรด้วยสถิติพรรณนา ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์  
ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรด้วย Fisher's Exact Test ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

### ผลการวิจัย

จากการวิจัย พบว่า ลักษณะส่วนบุคคล กลุ่มผู้ป่วยโรคเบาหวานส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงคิดเป็น ร้อยละ  
81.94 มีอายุเฉลี่ย 55.76 ปี โดยมีช่วงอายุ 50-59 ปี ร้อยละ 56.94 นับถือศาสนาพุทธ ร้อยละ 70.83 สถานภาพสมรส  
ร้อยละ 83.33 การศึกษาระดับประถมศึกษา ร้อยละ 86.11 ประกอบอาชีพเกษตรกร ร้อยละ 83.33 มีรายได้เฉลี่ย  
3362.50 บาท โดยรายได้ต่อเดือนต่ำกว่า 5,000 บาท ร้อยละ 87.50 ระยะเวลาที่เป็นโรคเบาหวานเฉลี่ย 8.28 ปี  
ระยะเวลาที่เป็นเบาหวานในช่วง 5-9 ปี ร้อยละ 30.56 บุคคลในครอบครัวที่ได้รับการวินิจฉัยว่าเป็นโรคเบาหวานส่วน  
ใหญ่ไม่มีร้อยละ 72.22 การบริโภคแอลกอฮอล์ ร้อยละ 70.83 การสูบบุหรี่ไม่เคยสูบเลย ร้อยละ 87.50 การออกกำลังกาย  
ในช่วงปัจจุบันส่วนใหญ่มีการออกกำลังกายประมาณ 1-2 ครั้งต่อสัปดาห์ ครั้งละไม่น้อยกว่า 30 นาที ร้อยละ  
33.33 (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 จำนวน ร้อยละของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามปัจจัยส่วนบุคคล

ปัจจัยส่วนบุคคล	จำนวน (คน)	ร้อยละ
<b>เพศ</b>		
ชาย	13	18.06
หญิง	59	81.94
<b>อายุ (ปี)</b>		
35-49	13	18.06
50-59	41	56.94
60 ปีขึ้นไป	18	25.00
Mean=55.76 S.D.=6.13 Min=38 ปี Max=68 ปี		
<b>ศาสนา</b>		
พุทธ	51	70.83
คริสต์	21	29.17
<b>สถานภาพ</b>		
โสด	5	6.94
สมรส	60	83.33
แยก	7	9.72
<b>การศึกษา</b>		
ประถมศึกษา	62	86.11
มัธยมศึกษาตอนต้น	5	6.94
มัธยมศึกษาตอนปลาย	5	6.94



ปัจจัยส่วนบุคคล	จำนวน (คน)	ร้อยละ
อาชีพ		
เกษตรกร	60	83.33
รับจ้างทั่วไป	3	4.17
ค้าขาย	4	5.56
อื่น ๆ	5	6.94
รายได้รายได้ต่อเดือน (บาท)		
ต่ำกว่า 5,000	63	87.50
5,001-10,000	5	6.94
10,001-15,000	4	5.56
Mean=3362.50 S.D.=3391.60 Min=500 บาท Max=15,000 บาท		
ระยะเวลาที่เป็นโรคเบาหวาน		
น้อยกว่า 5 ปี	21	29.17
5-9 ปี	22	30.56
10 ปีขึ้นไป	29	40.28
Mean=8.28 S.D.=6.05 Min=1 ปี Max=30 ปี		
บุคคลในครอบครัวที่ได้รับการวินิจฉัยว่าเป็นโรคเบาหวาน		
ไม่มี	52	72.22
มี	20	27.78
การบริโภคแอลกอฮอล์		
ไม่เคยดื่มเลย	51	70.83
เคยดื่ม	8	11.11
ปัจจุบันยังดื่มอยู่	13	18.06
การสูบบุหรี่		
ไม่เคยสูบเลย	63	87.50
เคยสูบ	5	6.94
ปัจจุบันยังสูบบุหรี่อยู่	4	5.56
การออกกำลังกายในช่วงปัจจุบัน		
มากกว่าหรือเท่ากับ 5 ครั้งต่อสัปดาห์ ครั้งละไม่น้อยกว่า 30 นาที	20	27.78
ประมาณ 3-4 ครั้งต่อสัปดาห์ ครั้งละไม่น้อยกว่า 30 นาที	9	12.50
ประมาณ 1-2 ครั้งต่อสัปดาห์ ครั้งละไม่น้อยกว่า 30 นาที	24	33.33
ไม่ค่อยออกกำลังกาย	19	26.39

ระดับความรู้ด้านสุขภาพอยู่ในระดับสูงร้อยละ 52.78 ระดับความรู้ด้านทันตสุขภาพอยู่ในระดับสูงร้อยละ 77.78 และความเข้มแข็งในการมองโลกอยู่ในระดับต่ำร้อยละ 86.11 (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ระดับความรอบรู้ด้านสุขภาพ ความรอบรู้ด้านทันตสุขภาพ และความเข้มแข็งในการมองโลก

ตัวแปร	คะแนน		$\bar{x}$	S.D	แปลผล
	ต่ำ จำนวน (ร้อยละ)	สูง จำนวน (ร้อยละ)			
1.ความรอบรู้ด้านสุขภาพโดยรวม	34 (47.22)	38 (52.78)	36.11	6.184	สูง
2.ความรอบรู้ด้านทันตสุขภาพ	16 (22.22)	56 (77.78)	53.71	6.802	สูง
3.ความเข้มแข็งในการมองโลก	62 (86.11)	10 (13.89)	32.72	9.372	ต่ำ

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคลและความรอบรู้ด้านสุขภาพของผู้ป่วยโรคเบาหวาน ชนิดที่ 2 โดยใช้สถิติ Fisher's Exact Test พบว่า เพศ อายุ ศาสนา สถานภาพ ระดับการศึกษา อาชีพ รายได้ต่อเดือน ระยะเวลาที่เป็นโรคเบาหวาน บุคคลในครอบครัวที่ได้รับการวินิจฉัยว่าเป็นโรคเบาหวาน การบริโภคแอลกอฮอล์ การสูบบุหรี่ และการออกกำลังกาย ไม่มีความสัมพันธ์กับความรอบรู้ด้านสุขภาพ ( $p>0.05$ ) (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคลและความรอบรู้ด้านสุขภาพของผู้ป่วยโรคเบาหวาน ชนิดที่ 2

ปัจจัยส่วนบุคคล	ความรอบรู้ด้านสุขภาพ				p
	ต่ำ		สูง		
	จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ	
เพศ					
ชาย	5	38.46	8	61.54	0.349
หญิง	29	49.15	30	50.58	
อายุ (ปี)					
35-49	3	23.08	10	76.92	0.149
50-59	21	51.22	20	48.78	
60 ปีขึ้นไป	10	55.56	18	44.44	
ศาสนา					
พุทธ	25	49.02	26	50.98	0.415
คริสต์	9	42.86	12	57.14	
สถานภาพ					
โสด	6	50.00	6	50.00	0.540
สมรส	28	46.67	32	35.33	
การศึกษา					
ประถมศึกษา	30	50.00	30	50.00	0.231
มัธยมศึกษา	4	33.33	8	66.67	
อาชีพ					
เกษตรกร	30	50.00	30	50.00	0.231
รับจ้างทั่วไป	4	33.33	8	66.67	

ปัจจัยส่วนบุคคล	ความรู้ด้านสุขภาพ				p
	ต่ำ		สูง		
	จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ	
รายได้ต่อเดือน (บาท)					
ต่ำกว่า10,000	30	47.62	33	52.38	0.572
มากกว่า10,000	4	44.44	5	55.56	
ระยะเวลาที่เป็นโรคเบาหวาน					
น้อยกว่า 5 ปี	9	42.86	12	57.14	0.886
5-9 ปี	11	50.00	11	50.00	
10 ปีขึ้นไป	14	48.28	15	51.72	
บุคคลในครอบครัวที่ได้รับการวินิจฉัยว่าเป็นโรคเบาหวาน					
ไม่มี	24	46.15	28	53.85	0.487
มี	10	50.00	10	50.00	
การบริโภคแอลกอฮอล์					
ไม่เคยดื่มเลย	25	49.02	26	50.98	0.415
ปัจจุบันยังดื่มอยู่	9	42.86	12	57.14	
การสูบบุหรี่					
ไม่เคยสูบเลย	32	50.79	31	49.21	0.105
ปัจจุบันยังสูบบุหรี่อยู่	2	22.22	7	77.78	
การออกกำลังกายในช่วงปัจจุบัน					
ไม่ออกกำลังกาย	8	38.10	13	61.90	0.232
ออกกำลังกาย	26	50.98	25	49.02	

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคลและความรู้ด้านทันตสุขภาพของผู้ป่วยโรคเบาหวานชนิดที่ 2 โดยใช้สถิติ Fisher's Exact Test พบว่า ศาสนา มีความสัมพันธ์กับความรู้อด้านทันตสุขภาพอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) (ตารางที่ 4)

**ตารางที่ 4** การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคลและความรู้ด้านทันตสุขภาพของผู้ป่วยโรคเบาหวานชนิดที่ 2

ปัจจัยส่วนบุคคล	ความรู้ด้านทันตสุขภาพ				p
	ต่ำ		สูง		
	จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ	
เพศ					
ชาย	2	15.38	11	84.64	0.405
หญิง	14	23.73	45	76.27	

ปัจจัยส่วนบุคคล	ความรู้ด้านทันตสุขภาพ				p
	ต่ำ		สูง		
	จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ	
อายุ (ปี)					
35-49	1	7.69	12	92.31	0.098
50-59	8	19.51	33	80.49	
60 ปีขึ้นไป	7	38.89	11	61.11	
ศาสนา					
พุทธ	8	15.67	43	84.31	0.042 <sup>*</sup>
คริสต์	8	38.10	13	61.90	
สถานภาพ					
โสด	3	25.00	9	75.00	0.530
สมรส	13	21.67	47	78.33	
การศึกษา					
ประถมศึกษา	13	21.67	47	78.33	0.530
มัธยมศึกษา	3	25.00	9	75.00	
อาชีพ					
เกษตรกร	13	21.67	47	78.33	0.530
รับจ้างทั่วไป	3	25.00	9	75.00	
รายได้รายได้อต่อเดือน (บาท)					
ต่ำกว่า10,000	14	22.22	49	77.78	0.644
มากกว่า10,000	2	22.22	7	77.78	
ระยะเวลาที่เป็นโรคเบาหวาน					
น้อยกว่า 5 ปี	4	19.05	17	80.95	0.307
5-9 ปี	3	13.64	19	86.36	
10 ปีขึ้นไป	9	31.03	20	68.97	
บุคคลในครอบครัวที่ได้รับการวินิจฉัยว่าเป็นโรคเบาหวาน					
โรคเบาหวาน					
ไม่มี	11	21.15	41	78.85	0.475
มี	15	25.00	15	75.00	
การบริโภคแอลกอฮอล์					
ไม่เคยดื่มเลย	13	25.49	38	74.51	0.238
ปัจจุบันยังดื่มอยู่	3	14.29	18	58.71	
การสูบบุหรี่					
ไม่เคยสูบเลย	15	23.81	48	76.19	0.356
ปัจจุบันยังสูบบุหรี่	1	11.11	8	88.89	

ปัจจัยส่วนบุคคล	ความรู้ด้านทันตสุขภาพ				p
	ต่ำ		สูง		
	จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ	
การออกกำลังกายในช่วงปัจจุบัน					
ไม่ออกกำลังกาย	4	19.05	17	80.95	0.469
ออกกำลังกาย	12	23.53	39	76.47	

มีนัยสำคัญทางสถิติ  $p < 0.05$

จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคลและความเข้มแข็งในการมองโลกของผู้ป่วยโรคเบาหวานชนิดที่ 2 โดยใช้สถิติ Fisher's Exact Test พบว่า เพศ อายุ ศาสนา สถานภาพ ระดับการศึกษา อาชีพ รายได้ต่อเดือน ระยะเวลาที่เป็นโรคเบาหวาน บุคคลในครอบครัวที่ได้รับการวินิจฉัยว่าเป็นโรคเบาหวาน การบริโภค แอลกอฮอล์ การสูบบุหรี่ และการออกกำลังกาย ไม่มีความสัมพันธ์กับความเข้มแข็งในการมองโลก ( $p > 0.05$ ) (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคลและความเข้มแข็งในการมองโลกของผู้ป่วยโรคเบาหวานชนิดที่ 2

ปัจจัยส่วนบุคคล	ความเข้มแข็งในการมองโลก				p
	ต่ำ		สูง		
	จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ	
เพศ					
ชาย	12	92.31	1	7.69	0.422
หญิง	50	84.75	9	15.25	
อายุ (ปี)					
35-49	10	76.92	3	23.08	0.371
50-59	33	85.37	6	14.63	
60 ปีขึ้นไป	17	94.44	1	5.56	
ศาสนา					
พุทธ	43	84.31	8	15.69	0.392
คริสต์	19	90.48	2	9.52	
สถานภาพ					
โสด	10	38.33	2	16.67	0.529
สมรส	52	36.67	8	13.33	
การศึกษา					
ประถมศึกษา	51	85.00	9	15.00	0.471
มัธยมศึกษา	11	91.66	1	8.33	
อาชีพ					
เกษตรกร	51	85.00	9	15.00	0.471
รับจ้างทั่วไป	11	91.66	1	8.33	

ปัจจัยส่วนบุคคล	ความเข้มแข็งในการมองโลก				p
	ต่ำ		สูง		
	จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ	
รายได้รายได้ต่อเดือน (บาท)					
ต่ำกว่า 5,000	53	84.13	10	15.87	0.238
ต่ำกว่า 10,000	9	100.00	0	00.00	
ระยะเวลาที่เป็นโรคเบาหวาน					
น้อยกว่า 5 ปี	17	80.95	4	19.04	0.679
5-9 ปี	19	86.36	3	13.63	
10 ปีขึ้นไป	26	89.66	3	10.34	
บุคคลในครอบครัวที่ได้รับการวินิจฉัยว่าเป็นโรคเบาหวาน					
ไม่มี	46	88.46	6	11.54	0.282
มี	16	80.00	4	20.00	
การบริโภคแอลกอฮอล์					
ไม่เคยดื่มเลย	44	86.27	7	13.73	0.608
ปัจจุบันยังดื่มอยู่	18	85.71	3	14.29	
การสูบบุหรี่					
ไม่เคยสูบเลย	55	87.30	8	12.70	0.364
ปัจจุบันยังสูบบุหรี่อยู่	7	7.78	2	22.22	
การออกกำลังกายในช่วงปัจจุบัน					
ไม่ออกกำลังกาย	19	90.48	2	9.52	0.392
ออกกำลังกาย	43	84.31	8	15.69	

### อภิปรายผล

การศึกษาครั้งนี้เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับระดับความรู้ด้านสุขภาพ ความรอบรู้ทางทันตสุขภาพและภาวะซึมเศร้าในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 ตำบลแห่งหนึ่ง ในจังหวัดสกลนคร เป็นการศึกษาวิจัยเชิงพรรณนา ภาคตัดขวาง (Cross-sectional Descriptive Research) ในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 ซึ่งคล้ายคลึงกับการศึกษาของ สิทธานนท์ แจ่มหอม และคณะ (2564) ที่ศึกษาความรู้ด้านสุขภาพของผู้ป่วยโรคเบาหวานที่ควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดไม่ได้ในหน่วยบริการปฐมภูมิ อำเภอเมืองสิงห์บุรี จังหวัดสิงห์บุรี ศึกษาในผู้ป่วยอายุตั้งแต่ 35 ปีขึ้นไปที่ได้รับการวินิจฉัยว่าเป็นโรคเบาหวานชนิดที่ 2 และการศึกษาของ ศิริภา คงศรี และ สดใส ศรีสะอาด (2563) ที่ศึกษาองค์ประกอบของความรู้ด้านสุขภาพในการดูแลสุขภาพช่องปากของผู้สูงอายุนจังหวัดขอนแก่น ผลพบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง ร้อยละ 71 รวมทั้งการศึกษาของ จิตรา อัมระชัยชนะ และคณะ (2561) ที่ศึกษาสถานการณ์และปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับภาวะซึมเศร้าของผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 ในเขต

จังหวัดขอนแก่น ศึกษาในผู้ป่วยอายุ 40 ปีขึ้นไป ผลพบว่ากลุ่มตัวอย่างพบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง ร้อยละ 68.06

จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าความรอบรู้ด้านสุขภาพอยู่ในระดับสูง ซึ่งคล้ายคลึงกับการศึกษาของ สิทธานนท์ แจ่มหอม และคณะ (2564) ที่ศึกษาความรอบรู้ด้านสุขภาพของผู้ป่วยโรคเบาหวานที่ควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดไม่ได้ในหน่วยบริการปฐมภูมิ อำเภอเมืองสิงห์บุรี จังหวัดสิงห์บุรี พบผู้ป่วยเบาหวานมีความรอบรู้ด้านสุขภาพโดยรวมในเกณฑ์สูง ร้อยละ 62.6 แต่ไม่สอดคล้องกับการศึกษาของ จิราภรณ์ อริยสิทธิ์ (2564) ที่ศึกษาความรอบรู้ด้านสุขภาพกับการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดของผู้ป่วยโรคเบาหวานชนิดที่ 2 พบผู้ป่วยเบาหวานมีความรอบรู้ด้านสุขภาพโดยรวมอยู่ในระดับต่ำและไม่เพียงพอร้อยละ 94.2 อาจจะมีเหตุมาจากหน่วยงานบริการสุขภาพมีแผนการรักษาที่ทั่วถึงแก่ผู้ป่วยเบาหวาน สามารถเข้าถึงข้อมูลข่าวสารในการดูแลตนเอง ผู้ป่วยสามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลสุขภาพหรือสอบถามจากบุคลากรหน่วยบริการสุขภาพ อสม. จากการศึกษาค้นคว้าด้านทัศนสุขภาพอยู่ในระดับสูง ซึ่งคล้ายคลึงกับการศึกษาของ Green and Kreuter (1991) ที่กล่าวว่า ความรู้เป็นปัจจัยที่สำคัญที่จะส่งผลต่อการแสดงพฤติกรรมหรือการกระทำอย่างใดอย่างหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมสุขภาพของแต่ละบุคคล ซึ่งความรู้เป็นปัจจัยที่เกิดจากการเรียนรู้หรือประสบการณ์ที่ได้จากการเรียนรู้ของแต่ละบุคคล สอดคล้องกับแนวคิดของ Ajzen and Fishbein (1980) ที่กล่าวว่า การที่บุคคลจะมีความตั้งใจที่จะแสดงพฤติกรรมอันใดอันหนึ่งนั้น บุคคลนั้นจะต้องประเมินว่าพฤติกรรมนั้นมีผลทางบวกต่อตัวเขาเอง สอดคล้องกับผลงานวิจัยที่ผ่านมา และจากการศึกษาภาวะซึมเศร้าในผู้ป่วยเบาหวานอยู่ในระดับต่ำ ซึ่งไม่คล้ายคลึงกับการศึกษาของนิตยา รอดพลอย และคณะ (2554) ที่ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแข็งในการมองโลกและการเผชิญปัญหาที่ระดับน้ำตาลในเลือดของผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 พบผู้ป่วยเบาหวานมีความเข้มแข็งโดยรวมในเกณฑ์สูง อาจจะมีเหตุมาจากผู้ป่วยเข้าสู่ผู้สูงอายุ การดำรงชีวิตจำเป็นต้องพึ่งพาผู้อื่นมากขึ้น ทั้งนี้การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคลและความรอบรู้ด้านสุขภาพของผู้ป่วยโรคเบาหวานชนิดที่ 2 พบว่าปัจจัยส่วนบุคคลที่ไม่มีความสัมพันธ์กับความรอบรู้ด้านสุขภาพซึ่งผลคล้ายคลึงกับการศึกษาของ สิทธานนท์ แจ่มหอม และคณะ (2564) แต่ไม่สอดคล้องกับการศึกษาของ วิทยา จันทา (2559) ที่ศึกษาความฉลาดทางสุขภาพด้านพฤติกรรมดูแลตนเองกับการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดของผู้ป่วยโรคเบาหวานชนิดที่ 2 จังหวัดชัยนาท พบว่า อายุ ระดับการศึกษา การประกอบอาชีพ รายได้ และระยะเวลาการเป็นโรคเบาหวานมีความสัมพันธ์กับความฉลาดทางสุขภาพ การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคลและความรอบรู้ด้านทัศนสุขภาพของผู้ป่วยโรคเบาหวานชนิดที่ 2 พบว่า ศาสนา มีความสัมพันธ์กับความรอบรู้ด้านสุขภาพ ซึ่งผลไม่คล้ายคลึงกับการศึกษาของ ศิริภา คงศรี และ สดใส ศรีสอาด (2563) พบว่า อายุ สถานภาพระดับการศึกษามีสัมพันธ์กับความรอบรู้ด้านทัศนสุขภาพของผู้ป่วยโรคเบาหวาน ชนิดที่ 2 นอกจากนี้จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคลและภาวะซึมเศร้าในผู้ป่วยโรคเบาหวานชนิดที่ 2 พบว่าปัจจัยส่วนบุคคลที่ไม่มีความสัมพันธ์กับภาวะซึมเศร้า ซึ่งผลไม่คล้ายคลึงกับการศึกษาของ จิตรา อ่างชัยชนะ และคณะ (2561) ที่ผลพบว่า อายุ อาชีพ มีความสัมพันธ์กับภาวะซึมเศร้าในผู้ป่วยโรคเบาหวานชนิดที่ 2

การศึกษานี้สรุปได้ว่า ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับความรอบรู้ด้านสุขภาพ ความรอบรู้ด้านทัศนสุขภาพและภาวะซึมเศร้าในผู้ป่วยโรคเบาหวานชนิดที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า ความรอบรู้ด้านสุขภาพในผู้ป่วยเบาหวานอยู่ในระดับสูง ส่วนความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคลไม่มีความสัมพันธ์กับความรอบรู้ด้านสุขภาพ ความรอบรู้ด้านทัศนสุขภาพอยู่ในระดับสูง ส่วนความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคลพบว่า ศาสนา ที่มีความสัมพันธ์กับความรอบรู้

ด้านทันตสุขภาพ และระดับภาวะซีมเคร้าในผู้ป่วยอยู่ในระดับต่ำ ส่วนความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคลไม่มีความสัมพันธ์กับภาวะซีมเคร้า

### ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

ควรมีการจัดโปรแกรมเสริมสร้างองค์ความรู้ ทั้งด้านความรู้เรื่องเบาหวาน ทันตสุขภาพ และภาวะซีมเคร้า ในผู้ป่วยเบาหวานให้แก่ผู้ป่วย เพื่อให้เกิดการดูแลตนเองและนำไปสู่การควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดได้อย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

### เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงสาธารณสุข. (2563, มกราคม 24). ผลการดำเนินงานตัวชี้วัดยุทธศาสตร์เขตสุขภาพที่ 8 ปี 2563. <https://shorturl.asia/plvBz>.
- จิราภรณ์ อริยสิทธิ. (2564, พฤษภาคม-สิงหาคม). ความรอบรู้ด้านสุขภาพกับการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดของผู้ป่วยโรคเบาหวานชนิดที่ 2. *สุวรรณศรีประชารักษ์เวชสาร*, 18(2), 142-155.
- จิตรา อารังชัยชนะ, วงศา เล้าหศิริวงศ์ และ วิไลพร ถิ่นคำรพ. (2561, กันยายน-ธันวาคม). สถานการณ์และปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับภาวะซีมเคร้าของผู้ป่วย เบาหวานชนิดที่ 2 ในเขตจังหวัดขอนแก่น. *วารสารแพทยนาวิ*, 45(3), 613-631.
- นิตยา รอดพลอย, สมพันธ์ หิญาชะนันท์ และ ศากุล ช่างไม้. (2554, กรกฎาคม- กันยายน). ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแข็งในการมองโลกและการเผชิญปัญหาที่ระดับน้ำตาลในเลือดของผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2. *วารสารพยาบาล*, 60(3), 63-69.
- พงษ์ศิริ งามอัมพรนารา และ สุจิตรา สุขคนธทรัพย์. (2563, กรกฎาคม-ธันวาคม). ความรอบรู้ด้านสุขภาพของผู้ป่วยโรคเบาหวานชนิดที่ 2 ในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล. *วารสารสุขศึกษา พลศึกษา และสันทนาการ*, 46(2), 69-70.
- วิทยา จันทรทา. (2559). ความฉลาดทางสุขภาพด้านพฤติกรรมดูแลตนเองกับการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดของผู้ป่วยโรคเบาหวานชนิดที่ 2 จังหวัดชัยนาท. [วิทยานิพนธ์ สาธารณสุขศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์] มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- ศิริภา คงศรี และ สดใส ศรีสะอาด. (2563, มกราคม-มิถุนายน). ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบความรู้ด้านสุขภาพช่องปากกับการปฏิบัติตัวในการดูแลสุขภาพช่องปาก ของนักศึกษาสาธารณสุขศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาทันตสาธารณสุข วิทยาลัยการสาธารณสุขสิรินธร จังหวัดขอนแก่น. *วารสารทันตภิบาล*, 31(1), 135-147.
- สิทธิานนท์ แจ่มหอม, ทศนีย์ ศิลาวรรณ, สุนีย์ ละกำป็น และ จุฑาธิป ศีลบุตร. (2564, มกราคม-มิถุนายน). ความรอบรู้ด้านสุขภาพของผู้ป่วยโรคเบาหวานที่ควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดไม่ได้ ในหน่วยบริการปฐมภูมิ อำเภอเมืองสิงห์บุรี จังหวัดสิงห์บุรี. *วารสารสุขศึกษา*, 44(1), 75-86.



- สุทธา ภัทรสุฤกษ์. (2564, มกราคม-เมษายน). ความสอดคล้องระหว่างความต้องการของผู้รับบริการกับการให้บริการทันตกรรมในโรงพยาบาลระดับทุติยภูมิ จังหวัดสกลนคร. *วารสาร โรงพยาบาลสกลนคร*, 24(1), 56-68.
- สำนักงานเขตสุขภาพที่ 8. (2561, ตุลาคม 4). *รายงานประจำปี 2560*. [https://r8way.moph.go.th/r8wayadmin/page/uploads\\_file/20180207104616\\_รายงานประจำปี%202560.pdf](https://r8way.moph.go.th/r8wayadmin/page/uploads_file/20180207104616_รายงานประจำปี%202560.pdf).
- อัจฉราวดี ศรียะศักดิ์, อติญาณ ศรีเกษตรริน, จินตนา ทองเพชร, วารุณี เกตุอินทร์, ณัฐพร อุทัยธรรม, สุปราณี หมุ่มคู่ย และ ทิพวัลย์ มีทรัพย์. (2564, เมษายน-มิถุนายน). การพัฒนาความรู้ด้านสุขภาพเพื่อจัดการสุขภาพผู้สูงอายุที่มีภาวะเบาหวานและความดันโลหิตสูงในบริบทคลินิกหมอครอบครัว: กรณีศึกษาในจังหวัดเพชรบุรี. *วารสารวิจัยระบบสาธารณสุข*, 15(2), 155-173.
- Ajzen, I. & Fishbein, M. (1980). *Understanding attitudes and predicting social behavior*. Prentice-Hall.
- Green, L.W., & Kreuter, M.W. (1991). *Health Promotion Planning: An Educational and Environment Approach* (2<sup>nd</sup> ed). Mayfield Publishing.
- International Diabetes Federation. (2021, January 1). *Diabetes facts & figures*. <https://www.idf.org/about-diabetes/what-is-diabetes/facts-figures.html>.
- Krejcie, R. V. & Morgan, D. W. (1970). Determining Sample Size for Research Activities. *Educational and Psychological Measurement*, 30(3), 607-610.
- Sermutsi-Anuwat, N., & Pongpanich, S. (2019). Validation of Thai version of the Health Literacy in Dentistry scale: Validation among Thai adults with physical disabilities. *J Invest Clin Dent.*, 10(4). doi: 10.1111/jicd.12474
- Phoosuwan, N., Manwong, M., Eriksson, L. & Lundberg, P.C. (2020, June). Perinatal depressive symptoms among Thai women: A hospital-based longitudinal study. *Nurs Health Sci.*, 22(2), 309-317. doi: 10.1111/nhs.12669..

**ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับความรู้ การตัดสินใจเลือกปฏิบัติ เจตคติ  
และพฤติกรรมการป้องกันการตั้งครรภ์ ในนักเรียนหญิง ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย  
ตำบลแห่งหนึ่ง ในจังหวัดสกลนคร**

Factors related to knowledge, Decisions, Attitudes and Pregnancy prevention  
behaviors among female high school students in a District in Sakon Nakhon Province

เจริญขวัญ คชรินทร์<sup>1</sup>, เครือวัลย์ ดิละบาล<sup>1</sup>, น้าทิพย์ ปานพรหม<sup>1</sup>, ภัทรารินทร์ ไชยคุณ<sup>1</sup>,  
วลีรัตน์ จิตจง<sup>1\*</sup>, สายชล ชมชัยรัตน์<sup>1</sup> และ นิติกร ภู่อสุวรรณ<sup>2</sup>

Jareakwan Kotcharin<sup>1</sup>, Krueawan Tilaban<sup>1</sup>, Namthip Panprom<sup>1</sup>, Pattarawarin Chaiyakhun<sup>1</sup>,  
Walirat Chitchong<sup>1\*</sup>, Saichon Chomchairat<sup>1</sup> and Nitikorn Phoosuwan<sup>2</sup>

<sup>1</sup>นิสิตหลักสูตรสาธารณสุขศาสตรบัณฑิต คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตเฉลิมพระเกียรติ จังหวัด  
สกลนคร, <sup>2</sup>ผู้ช่วยศาสตราจารย์ คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสกลนคร  
<sup>1</sup>Bachelor of Public Health Students, Faculty of Public Health Kasetsart University Chalemphrakiat Sakon Nakhon Province  
Campus, <sup>2</sup>Assistant Professor, Faculty of Public Health Kasetsart University Chalemphrakiat Sakon Nakhon Province Campus

\*Corresponding author. E-mail: walirat.c@ku.th

### บทคัดย่อ

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงพรรณนาแบบภาคตัดขวาง (Cross-sectional Descriptive Research) เพื่อศึกษา  
ระดับความรู้ ความเข้าใจในการป้องกันการตั้งครรภ์ก่อนวัยอันควร การตัดสินใจเลือกปฏิบัติเพื่อป้องกันการตั้งครรภ์  
ก่อนวัยอันควร เจตคติต่อการป้องกันการตั้งครรภ์ และพฤติกรรมการป้องกันการตั้งครรภ์ในนักเรียนหญิง ชั้นมัธยมศึกษา  
ตอนปลาย ตำบลแห่งหนึ่ง ในจังหวัดสกลนคร กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนหญิง ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 122 คน  
ใช้การสุ่มอย่างง่าย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นแบบสอบถามความรู้ การตัดสินใจ เจตคติ และพฤติกรรมการ  
ป้องกันการตั้งครรภ์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน  
ทดสอบความสัมพันธ์ด้วยสถิติไคสแควร์ (Chi-square Test) และ ฟิชเชอร์ เอคแซค (Fisher's Exact Test) กำหนด  
ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05

ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนหญิงชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีความรู้ในการป้องกันการตั้งครรภ์อยู่ในระดับสูง  
ร้อยละ 55.47 การตัดสินใจเลือกปฏิบัติเพื่อป้องกันการตั้งครรภ์อยู่ในระดับสูงร้อยละ 78.69 เจตคติในการป้องกันการ  
การตั้งครรภ์อยู่ในระดับสูงร้อยละ 100.00 และพฤติกรรมการป้องกันการตั้งครรภ์อยู่ในเกณฑ์สูงร้อยละ 59.84 ศาสนามี  
ความสัมพันธ์กับความรู้ในการป้องกันการตั้งครรภ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การดื่มแอลกอฮอล์มีความสัมพันธ์กับ  
การตัดสินใจเลือกปฏิบัติเพื่อป้องกันการตั้งครรภ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ศาสนา และการดื่มแอลกอฮอล์มี

ความสัมพันธ์กับเจตคติต่อการป้องกันการตั้งครรภ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ระดับการศึกษา ผลการเรียนรู้ ศาสนา และการดื่มแอลกอฮอล์มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการป้องกันการตั้งครรภ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

**คำสำคัญ :** นักเรียนหญิง; ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย; การป้องกันการตั้งครรภ์

### Abstract

This research was a cross-sectional descriptive research to study the level of knowledge, decision, attitude and pregnancy prevention behaviors among high school female students in a district in Sakon Nakhon province. The sample consisted of 122 high school female students using a simple randomization method. A questionnaire had four parts: knowledge, decision making, attitude, and pregnancy prevention behaviors. Data were analyzed using frequency, percentage, mean, standard deviation, chi-square and fisher's exact tests. The level of statistical significance was set at 0.05.

The results showed that high school female students' knowledge of pregnancy prevention was at a high level (55.47%). The decision level for pregnancy prevention was high (78.69%), attitudes level towards pregnancy prevention was high (100.00%), and level of preventive behaviors of pregnancy was high (59.84%). Religion was related to knowledge of pregnancy prevention, alcohol consumption was related to decision for pregnancy prevention. Religion and alcohol consumption were related to attitude towards pregnancy prevention. Education level, grade, religion, and alcohol consumption were related to pregnancy prevention behaviors.

**Keywords:** female student; high school; prevention of pregnancy

### บทนำ

การตั้งครรภ์ในวัยรุ่นเป็นปัญหาระดับโลก ซึ่งในแต่ละปีทั่วโลกมีผู้หญิงอายุต่ำกว่า 20 ปีให้กำเนิดบุตรประมาณ 12.7 ล้านคน และมีการตั้งครรภ์ที่ไม่พึงประสงค์ ประมาณ 10 ล้านคน World Health Organization 2020 ระบุสถิติประเทศไทย ในปี พ.ศ.2562 พบว่า มีการตั้งครรภ์ในผู้หญิงอายุระหว่าง 15-19 ปี จำนวน 61,651 คน คิดเป็นร้อยละ 3.1 ในจังหวัดสกลนครระหว่างปี พ.ศ. 2559-2561 มีหญิงคลอดทั้งหมด 28,348 คน มีผู้หญิงอายุต่ำกว่า 20 ปีคลอดจำนวน 3,993 คน คิดเป็นร้อยละ 14.1 ซึ่งองค์การอนามัยโลกได้กำหนดอัตราการตั้งครรภ์ของหญิงวัยรุ่นไม่ควรเกิน ร้อยละ 10 ซึ่งการตั้งครรภ์ที่ไม่พึงประสงค์ของวัยรุ่น ก่อให้เกิดผลกระทบ 3 ด้าน ได้แก่ 1) ผลกระทบด้านสุขภาพ คือ การทำแท้ง พบว่า วัยรุ่นอายุต่ำกว่า 25 ปีส่วนใหญ่ไม่ได้ตั้งใจที่จะตั้งครรภ์ มีการทำแท้งมากถึงร้อยละ 38.6 ในแม่ที่อายุต่ำกว่า 20 ปี พบว่าทารกแรกเกิดน้ำหนักต่ำกว่าเกณฑ์ถึงร้อยละ 33.7 2) ผลกระทบด้านสังคม คือ เสียโอกาสทางการศึกษา พบว่า แม่วัยรุ่นที่เรียนในระบบการศึกษาขณะตั้งครรภ์ต้องหยุดเรียนหรือลาออก ร้อยละ 45.8 และหลังคลอดกลับมาเรียนในสถานศึกษาเดิมเพียงร้อยละ 29.3 และ 3) ผลกระทบด้านเศรษฐกิจ สูญเสีย

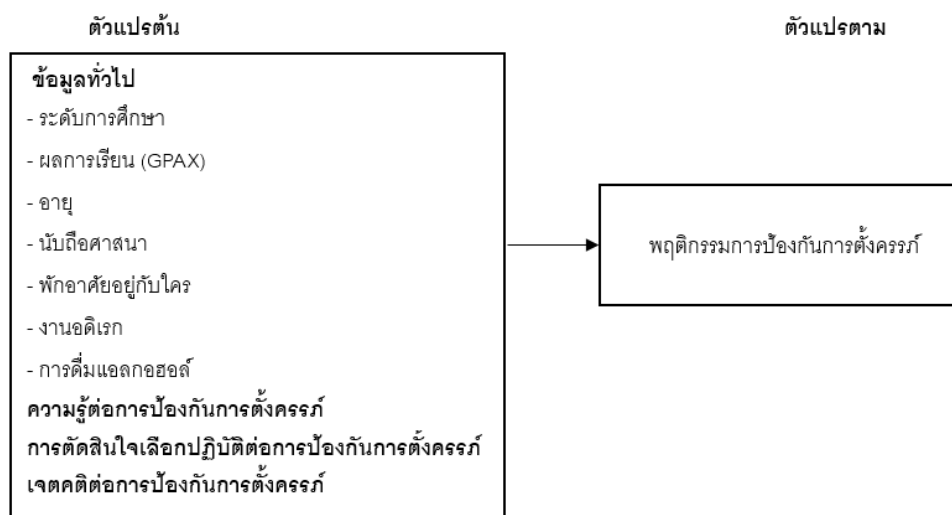
หน้าที่การงาน รวมทั้งรายได้ในอนาคต ผู้หญิงที่มีบุตรตั้งแต่ยังเป็นวัยรุ่นมีโอกาสที่จะได้เรียนต่อในระดับปริญญาตรี น้อยกว่าผู้ชายทั่วไปถึง 12 เท่า และมีโอกาสได้งานในสายวิชาชีพน้อยกว่าผู้ชายทั่วไป 5 เท่าส่งผลให้ผู้หญิงที่มีบุตร ตั้งแต่ยังเป็นวัยรุ่นสูญเสียรายได้ที่ควรจะได้ตลอดชีวิตไปกว่าร้อยละ 22 (กระทรวงสาธารณสุข, 2560)

การตั้งครรภ์ในวัยรุ่นเกิดจากปัจจัย 3 ประการ ได้แก่ 1) มีเพศสัมพันธ์โดยไม่คุมกำเนิด เนื่องจากการขาด ความรู้ความเข้าใจในการคุมกำเนิด พบว่าหญิงอายุต่ำกว่า 20 ปีไม่ได้คุมกำเนิดมากถึงร้อยละ 47.6 และไม่ใช้ถุงยางอนามัยถึงร้อยละ 55 อิทธิพลจากการใช้แอลกอฮอล์ จากรายงานสถานการณ์การบริโภคเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ใน สังคมไทย พบว่าวัยรุ่นช่วงอายุ 15-19 ปี มีการใช้แอลกอฮอล์ถึงร้อยละ 38.4 และ 3) วัยรุ่นกลุ่มที่ชอบเที่ยวในสถานที่ บันเทิง เช่น ผับ บาร์ เป็นต้น จะมีพฤติกรรมเสี่ยงต่อการมีเพศสัมพันธ์ เนื่องจากมีการแต่งกายที่ล่อแหลม โดยปัจจัย เหล่านี้ทำให้วัยรุ่นประสบปัญหาการตั้งครรภ์ไม่พึงประสงค์ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาปัจจัยที่มี ความสัมพันธ์กับความรู้ ความเข้าใจในการป้องกันการตั้งครรภ์ การตัดสินใจเลือกปฏิบัติเพื่อป้องกันการตั้งครรภ์ เจต คิดต่อการป้องกันการตั้งครรภ์ และพฤติกรรมป้องกันการตั้งครรภ์ในนักเรียนหญิง ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ตำบล แห่งหนึ่ง ในจังหวัดสกลนคร

### วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาระดับความรู้ การตัดสินใจเลือกปฏิบัติ เจตคติ และพฤติกรรมการป้องกันการตั้งครรภ์
2. เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับความรู้ การตัดสินใจเลือกปฏิบัติ เจตคติ และพฤติกรรมการป้องกันการตั้งครรภ์

### กรอบแนวคิดงานวิจัย



### วิธีดำเนินการวิจัย

1. รูปแบบการวิจัย เป็นการวิจัยเชิงพรรณนา แบบภาคตัดขวาง (Cross-sectional descriptive research) ใน นักเรียนหญิง มัธยมศึกษาตอนปลาย

2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ คือ นักเรียนหญิงชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในพื้นที่แห่งหนึ่ง จังหวัดสกลนคร จำนวนทั้งสิ้น 170 คน กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย คือ นักเรียนหญิงชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 122 คน โดยมีเกณฑ์การคัดเลือกผู้เข้าร่วมการวิจัย ได้แก่ เพศหญิง ที่มีอายุระหว่าง 16-18 ปี โดยใช้วิธีสุ่มแบบง่าย (Simple Random Sampling) คำนวณขนาดตัวอย่าง โดยใช้สูตรการคำนวณขนาดตัวอย่างของ Kreicic and morgan (1970) ได้จำนวนกลุ่มตัวอย่าง = 118 คน เพื่อป้องกันการสูญหายทางคณิตศาสตร์ผู้วิจัยจึงเก็บกลุ่มตัวอย่างเพิ่มเป็น 122 คน

3. เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย คือ แบบสอบถามที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นมาเองจากการทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง แบ่งออกเป็น 5 ส่วน ดังนี้ประกอบด้วย 5 ส่วน ดังนี้ ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของนักเรียน จำนวน 7 ข้อ ตอนที่ 2 แบบวัดความรู้ ความเข้าใจทางสุขภาพเพื่อป้องกันการตั้งครรภ์ก่อนวัยอันควร จำนวน 8 ข้อ (อังคินันท์ อินทรกำแหง และธัญชนก ชุมทอง, 2560) ตอนที่ 3 แบบวัดการตัดสินใจเลือกปฏิบัติที่ถูกต้องเพื่อป้องกันการตั้งครรภ์ก่อนวัยอันควร จำนวน 9 ข้อ (อังคินันท์ อินทรกำแหง และธัญชนก ชุมทอง, 2560) ตอนที่ 4 แบบวัดเจตคติต่อการป้องกันการตั้งครรภ์ จำนวน 15 ข้อ (เพียรศรี นามไพร, 2560) เป็นคำถามเชิงบวกจำนวน 7 ข้อ และคำถามเชิงลบจำนวน 8 ข้อ การตอบแบบสอบถามแบ่งเป็น 5 ระดับ คือ 1-5 (ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง) และตอนที่ 5 แบบวัดพฤติกรรมป้องกันการตั้งครรภ์ จำนวน 15 ข้อ เป็นคำถามเชิงบวกจำนวน 2 ข้อ และคำถามเชิงลบจำนวน 13 ข้อ การตอบแบบสอบถามแบ่งเป็น 5 ระดับ คือ 1-5 (ไม่ได้ปฏิบัติ, 1-2 วัน/สัปดาห์, 3 วัน/สัปดาห์, 4-5 วัน/สัปดาห์, 6-7 วัน/สัปดาห์) (อังคินันท์ อินทรกำแหง และธัญชนก ชุมทอง, 2560) ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือโดยใช้ค่า Cronbach'Alpha Coefficient

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล ประสานงานกับผู้ใหญ่บ้านและอาสาสมัครสาธารณสุขประจำหมู่บ้าน (อสม.) ที่จะเข้าไปดำเนินการทดลอง โดยทำหนังสือขออนุญาตจากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสกลนคร เพื่อขออนุญาตดำเนินการศึกษาวิจัย โดยชี้แจงวัตถุประสงค์ของการวิจัยและขอความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล จากนั้นทดสอบแบบสอบถามก่อนลงเก็บข้อมูลจริง โดยวิจัยได้ปรับปรุงเนื้อหาที่ใช้ให้เหมาะสม ให้ผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความเชี่ยวชาญด้านความรู้ด้านสุขภาพ จำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Index of Item-Objective Congruence) ได้ค่าเท่ากับ 1 ตรวจสอบหาความเชื่อมั่นของเครื่องมือ (Reliability) โดยนำไปทดลองใช้ (try out) กับกลุ่มที่มีคุณสมบัติที่คล้ายคลึงกันกับกลุ่มตัวอย่าง และดำเนินการเก็บข้อมูลโดยใช้แบบสอบถาม ดำเนินการตามหลักจริยธรรมการวิจัย ส่วนการวิเคราะห์ข้อมูล ประมวลผลและวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป โดยวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปใช้สถิติพรรณนา ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นและตัวแปรตาม ใช้สถิติเชิงอนุมาน ได้แก่ Chi-square Test ที่ระดับ 0.05

### ผลการวิจัย

จากการศึกษา พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่กำลังศึกษาอยู่ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 คิดเป็นร้อยละ 31.15 มีผลการเรียนเฉลี่ย 3.31 อยู่ในช่วง 3.01-3.50 ร้อยละ 40.98 มีอายุเฉลี่ยที่ 16.87 โดยส่วนใหญ่อายุ 16 ปี ร้อยละ 46.72 นับถือศาสนาพุทธ ร้อยละ 76.23 ปัจจุบันอาศัยอยู่กับบิดา/มารดาร้อยละ 72.13 งานอดิเรกส่วนใหญ่คือ ดูหนัง ร้อยละ 68.03 การดื่มแอลกอฮอล์ ไม่ได้มีร้อยละ 61.48 (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 จำนวนร้อยละจำแนกตามข้อมูลทั่วไป (n=122)

ข้อมูลทั่วไป	จำนวน (คน)	ร้อยละ (%)
1. ระดับการศึกษา		
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	38	31.15
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	13	10.66
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6	35	28.69
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1	15	12.30
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 2	8	6.56
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 3	13	10.66
2. ผลการเรียน		
2.01 – 2.50	8	6.56
2.51 – 3.00	18	14.75
3.01 – 3.50	50	40.98
3.51 – 4.00	46	37.70
3. อายุ (ปี)		
16	57	46.72
17	24	19.67
18	41	33.61
4. ศาสนา		
พุทธ	93	76.23
คริสต์	29	23.77
5. ปัจจุบันพักอาศัยอยู่กับ		
บิดา/มารดา	88	72.13
ตา/ยาย	29	23.77
ปู่/ย่า	12	9.84
น้ำ/อา	6	4.92
พี่น้อง	3	6.46
ลุง/ป้า	1	0.82
เพื่อนสนิท	1	0.82
6. งานอดิเรก		
ดูหนัง	83	68.03
ฟังเพลง	62	50.82
เล่นอินเทอร์เน็ต	55	45.08
เล่นเกมออนไลน์	39	31.97
อ่านหนังสือ	27	22.13
เล่นเกมออฟไลน์	12	9.84

ข้อมูลทั่วไป	จำนวน (คน)	ร้อยละ (%)
ข้อปึงตามห้างสรรพสินค้า	10	8.20
เล่นกีฬา	7	5.74
7. ดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์หรือไม่		
ไม่ดื่ม	75	61.48
ปัจจุบันยังดื่มอยู่	40	32.79
เคยดื่มแต่เลิกแล้ว	7	5.74

ระดับความรู้ ความเข้าใจทางสุขภาพเพื่อป้องกันการตั้งครรภ์ก่อนวัยอันควรของนักเรียนอยู่ในระดับสูงร้อยละ 55.47 (ดังตารางที่ 2) ระดับการตัดสินใจเลือกปฏิบัติที่ถูกต้องเพื่อป้องกันการตั้งครรภ์ก่อนวัยอันควรของนักเรียนหญิงอยู่ในระดับสูงร้อยละ 78.69 (ดังตารางที่ 3) ระดับเจตคติต่อการป้องกันการตั้งครรภ์ของนักเรียนหญิงอยู่ในระดับสูงร้อยละ 100.00 (ดังตารางที่ 4) ระดับพฤติกรรมป้องกันการตั้งครรภ์ของนักเรียนหญิงอยู่ในระดับสูงร้อยละ 59.84 (ดังตารางที่ 5) การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลทั่วไปกับความรู้ ความเข้าใจทางสุขภาพเพื่อป้องกันการตั้งครรภ์ก่อนวัยอันควรของนักเรียนหญิง โดยใช้สถิติ Chi square test พบว่า ศาสนามีความสัมพันธ์กับความรู้ ความเข้าใจทางสุขภาพเพื่อป้องกันการตั้งครรภ์ก่อนวัยอันควร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) (ดังตารางที่ 6) การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลทั่วไปกับการตัดสินใจเลือกปฏิบัติที่ถูกต้องเพื่อป้องกันการตั้งครรภ์ก่อนวัยอันควรของนักเรียนหญิง โดยใช้สถิติ Fisher's exact test พบว่า การดื่มแอลกอฮอล์มีความสัมพันธ์กับการตัดสินใจเลือกปฏิบัติที่ถูกต้องเพื่อป้องกันการตั้งครรภ์ก่อนวัยอันควร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) (ดังตารางที่ 7) การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลทั่วไปกับเจตคติในการป้องกันการตั้งครรภ์ของนักเรียนหญิง โดยใช้สถิติ Chi square Test และ Fisher's Exact Test พบว่า ศาสนา และการดื่มแอลกอฮอล์มีความสัมพันธ์กับเจตคติในการป้องกันการตั้งครรภ์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) (ดังตารางที่ 8) และการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลทั่วไปกับพฤติกรรมป้องกันการตั้งครรภ์ของนักเรียนหญิง พบว่า ระดับการศึกษา ผลการเรียน ศาสนา และการดื่มแอลกอฮอล์มีความสัมพันธ์กับเจตคติในการป้องกันการตั้งครรภ์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) (ดังตารางที่ 9)

**ตารางที่ 2** จำนวนร้อยละจำแนกตามความรู้ ความเข้าใจทางสุขภาพเพื่อป้องกันการตั้งครรภ์ก่อนวัยอันควร

ความรู้ ความเข้าใจทางสุขภาพเพื่อป้องกันการตั้งครรภ์ก่อนวัยอันควร	จำนวน(คน)	ร้อยละ (%)
คะแนนความรู้อยู่ในระดับต่ำ (0-2)	13	10.66
คะแนนความรู้อยู่ในระดับปานกลาง (3-5)	41	33.61
คะแนนความรู้อยู่ในระดับสูง (6-8)	68	55.47

**ตารางที่ 3** จำแนกตามการตัดสินใจเลือกปฏิบัติที่ถูกต้องเพื่อป้องกันการตั้งครรภ์ก่อนวัยอันควร

การตัดสินใจเลือกปฏิบัติที่ถูกต้องเพื่อป้องกันการตั้งครรภ์ก่อนวัยอันควร	จำนวน(คน)	ร้อยละ (%)
การตัดสินใจเลือกปฏิบัติที่ถูกต้องต่ำ ( 0-12)	1	0.82
การตัดสินใจเลือกปฏิบัติที่ถูกต้องปานกลาง (13-25)	25	20.49
การตัดสินใจเลือกปฏิบัติที่ถูกต้องสูง (26-36)	96	78.69

ตารางที่ 4 จำแนกตามเจตคติต่อการป้องกันการตั้งครรภ์

เจตคติต่อการป้องกันการตั้งครรภ์	จำนวน(คน)	ร้อยละ (%)
เจตคติต่อการป้องกันการตั้งครรภ์ต่ำ (0-15)	0	0.00
เจตคติต่อการป้องกันการตั้งครรภ์ปานกลาง (16-31)	0	0.00
เจตคติต่อการป้องกันการตั้งครรภ์สูง (32-75)	122	100.00

ตารางที่ 5 จำแนกตามพฤติกรรมป้องกันการตั้งครรภ์

พฤติกรรมป้องกันการตั้งครรภ์	จำนวน (คน)	ร้อยละ (%)
พฤติกรรมป้องกันการตั้งครรภ์ต่ำ (0-15)	0	0.00
พฤติกรรมป้องกันการตั้งครรภ์ปานกลาง (16-31)	6	29.51
พฤติกรรมป้องกันการตั้งครรภ์สูง (32-75)	73	59.84

ตารางที่ 6 ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อความรู้ ความเข้าใจทางสุขภาพเพื่อป้องกันการตั้งครรภ์ก่อนวัยอันควร

ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อ	มีความรู้ในระดับต่ำ		มีความรู้ในระดับสูง		$\chi^2$	p-value
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ		
ความรู้ความเข้าใจทางสุขภาพเพื่อป้องกันการตั้งครรภ์ก่อนวัยอันควร	(คน)	(%)	(คน)	(%)		
<b>ระดับการศึกษา</b>						
ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย 4 - 6	30	34.89	56	65.11	0.581	0.446
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ 1 - 3	10	27.78	26	72.22		
<b>ผลการเรียน</b>						
<3.00	11	40.67	16	59.33	0.995	0.318
3.00 - 4.00	29	30.45	66	69.45		
<b>ศาสนา</b>						
พุทธ	35	37.56	58	62.44	4.172	0.041*
คริสต์	5	17.22	24	82.78		
<b>การดื่มแอลกอฮอล์</b>						
ดื่ม	17	42.45	23	57.45	2.548	0.110
ไม่ดื่ม	23	28.00	59	72.00		

\* ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05



ตารางที่ 7 ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อการตัดสินใจเลือกปฏิบัติที่ถูกต้องเพื่อป้องกันการตั้งครรภ์ก่อนวัยอันควร

ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อ การตัดสินใจเลือกปฏิบัติที่ถูกต้องเพื่อ ป้องกันการตั้งครรภ์ก่อนวัยอันควร	มีการตัดสินใจในระดับต่ำ (1-22 คะแนน)		มีการตัดสินใจในระดับสูง (23-36 คะแนน)		$\chi^2$	p-value
	จำนวน (คน)	ร้อยละ (%)	จำนวน (คน)	ร้อยละ (%)		
<b>ระดับการศึกษา</b>						
ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย 4 - 6	9	10.45	77	89.45		0.552 <sup>a</sup>
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ 1 - 3	5	13.89	31	86.11		
<b>ผลการเรียน</b>						
<3.00	6	22.22	21	77.78		0.080 <sup>a</sup>
3.00 - 4.00	8	8.44	87	91.56		
<b>ศาสนา</b>						
พุทธ	13	14.00	80	86.00		0.184 <sup>a</sup>
คริสต์	1	3.44	28	96.56		
<b>การดื่มแอลกอฮอล์</b>						
ดื่ม	9	22.45	31	77.45		0.013 <sup>**a</sup>
ไม่ดื่ม	5	6.11	77	93.89		

a = Fisher's exact test

\* ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 8 ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อเจตคติในการป้องกันการตั้งครรภ์

ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อเจตคติ ในการป้องกันการตั้งครรภ์	มีเจตคติในระดับต่ำ (1-47 คะแนน)		มีเจตคติในระดับสูง (48-75 คะแนน)		$\chi^2$	p-value
	จำนวน (คน)	ร้อยละ (%)	จำนวน (คน)	ร้อยละ (%)		
<b>ระดับการศึกษา</b>						
ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย 4 - 6	17	19.78	69	80.22	0.593	0.441
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ 1 - 3	5	13.89	31	86.11		
<b>ผลการเรียน</b>						
<3.00	5	18.45	22	81.45		1.000 <sup>a</sup>
3.00 - 4.00	17	17.89	78	82.11		
<b>ศาสนา</b>						
พุทธ	21	22.56	72	77.44		0.024 <sup>**a</sup>
คริสต์	1	3.44	28	96.56		
<b>การดื่มแอลกอฮอล์</b>						
ดื่ม	13	32.45	27	67.45	8.427	0.004*
ไม่ดื่ม	9	11.00	73	89.00		

a = Fisher's exact test / \* ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 9 ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อพฤติกรรมป้องกันการตั้งครรภ์

ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อพฤติกรรมป้องกันการตั้งครรภ์	มีพฤติกรรม ในระดับต่ำ (1-47 คะแนน)		มีพฤติกรรม ในระดับสูง (48-75 คะแนน)		$\chi^2$	p-value
	จำนวน (คน)	ร้อยละ (%)	จำนวน (คน)	ร้อยละ (%)		
	ระดับการศึกษา					
ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย 4 - 6	26	30.22	60	69.78	5.541	0.019*
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ 1 - 3	19	52.78	17	47.22		
ผลการเรียน						
<3.00	17	63.00	10	37.00	10.129	0.001*
3.00 - 4.00	28	29.45	67	70.45		
ศาสนา						
พุทธ	45	48.44	48	51.56		<0.001 <sup>a</sup>
คริสต์	0	0.00	29	100.00		
การดื่มแอลกอฮอล์						
ดื่ม	24	60.00	16	40.00	13.658	<0.001*
ไม่ดื่ม	21	25.56	61	74.44		

a = Fisher's exact test / \* ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

### อภิปรายผล

การศึกษาครั้งนี้เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับระดับความรู้ ความเข้าใจในการป้องกันการตั้งครรภ์ก่อนวัยอันควร การตัดสินใจเลือกปฏิบัติเพื่อป้องกันการตั้งครรภ์ก่อนวัยอันควร เจตคติต่อการป้องกันการตั้งครรภ์ และพฤติกรรมป้องกันการตั้งครรภ์ในนักเรียนหญิง ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ตำบลแห่งหนึ่ง ในจังหวัดสกลนคร เป็นการศึกษาวิจัยเชิงพรรณนา ภาคตัดขวาง (Cross-sectional Descriptive Research) ซึ่งคล้ายคลึงกับการศึกษาของ เสาวลักษณ์ ศรีดาเกษ และเทพไทย โชติชัย (2564) ที่ศึกษาความรู้ด้านสุขภาพในการป้องกันการตั้งครรภ์ในวัยเรียนและการมีเพศสัมพันธ์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายในจังหวัดขอนแก่น ศึกษาในนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ทั้งนี้การศึกษาครั้งนี้พบว่า ความรู้ ความเข้าใจในการป้องกันการตั้งครรภ์ก่อนวัยอันควรอยู่ในระดับสูง ซึ่งไม่คล้ายคลึงกับการศึกษาของ วิชุดา จันทะศิลป์ และคณะ (2562) ที่ศึกษาพฤติกรรมป้องกันการตั้งครรภ์ในนักเรียนหญิงชั้นมัธยมศึกษา โรงเรียนกวางโจนศึกษา ตำบลกวางโจน อำเภอกุฉินารายณ์ จังหวัดชัยภูมิ พบว่าความรู้เกี่ยวกับการป้องกันการตั้งครรภ์อยู่ในระดับปานกลาง ร้อยละ 56.92 และจากการศึกษาการตัดสินใจเลือกปฏิบัติเพื่อป้องกันการตั้งครรภ์ก่อนวัยอันควรอยู่ในระดับสูง ซึ่งคล้ายคลึงกับการศึกษาของ นุสรัน เฮาะมะ (2561) ที่ศึกษาความรู้ด้านสุขภาพเพื่อป้องกันการตั้งครรภ์ก่อนวัยอันควร สำหรับนักศึกษาผู้หญิง คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา พบว่าการตัดสินใจและเลือกปฏิบัติที่ถูกต้องอยู่ในระดับดีมาก ร้อยละ 88.06 แต่ไม่สอดคล้องกับการศึกษาของ เก่ง สืบนุกากรณ์ (2562) ที่ศึกษาการศึกษาการแก้ไขปัญหาการตั้งครรภ์ไม่พร้อมของวัยรุ่นในอำเภอ

ศึกษารวม จังหวัดสุรินทร์โดยใช้รูปแบบความรอบรู้ด้านสุขภาพ พบว่าการตัดสินใจเลือกปฏิบัติที่ถูกต้องที่อยู่ในระดับพอใช้ ร้อยละ 52.00 นอกจากนี้จากการศึกษาเจตคติต่อการป้องกันการตั้งครรภ์อยู่ในระดับสูง ซึ่งไม่คล้ายคลึงกับการศึกษาของ วิชิตา จันทะศิลป์ และคณะ (2562) ที่ศึกษาพฤติกรรมป้องกันการตั้งครรภ์ในนักเรียนหญิงชั้นมัธยมศึกษา โรงเรียนกวางโจนศึกษา ตำบลกวางโจน อำเภอภูเขียว จังหวัดชัยภูมิ พบว่าทัศนคติในการป้องกันการตั้งครรภ์อยู่ในระดับปานกลาง ร้อยละ 55.43 ส่วนพฤติกรรมป้องกันการตั้งครรภ์ จากการศึกษา พบว่า อยู่ในระดับสูง ซึ่งคล้ายคลึงกับการศึกษาของ วรารัตน์ สังวะลี และคณะ (2564) ที่ศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมป้องกันการตั้งครรภ์ก่อนวัยอันควร ของนักเรียนหญิง ในสถานศึกษาอาชีวศึกษา จังหวัดนครราชสีมา พบว่า ระดับพฤติกรรมป้องกันการตั้งครรภ์อยู่ในระดับดี ร้อยละ 60.15 แต่ไม่สอดคล้องกับการศึกษาของ วิชิตา จันทะศิลป์ และคณะ (2562) ที่ศึกษาพฤติกรรมป้องกันการตั้งครรภ์ในนักเรียนหญิงชั้นมัธยมศึกษา โรงเรียนกวางโจนศึกษา ตำบลกวางโจน อำเภอภูเขียว จังหวัดชัยภูมิ พบว่า พฤติกรรมในการป้องกันการตั้งครรภ์อยู่ในระดับปานกลาง ร้อยละ 63.67

ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลทั่วไปกับความรู้ ความเข้าใจในการป้องกันการตั้งครรภ์ก่อนวัยอันควรในนักเรียนหญิงชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่า ศาสนามีความสัมพันธ์กับความรู้ ความเข้าใจในการป้องกันการตั้งครรภ์ก่อนวัยอันควร ซึ่งผลไม่คล้ายคลึงกับการศึกษาของ เสาวลักษณ์ ศรีดาเกษ และเทพไทย โชติชัย (2564) ซึ่งพบว่า ความสะดวกใจในการสื่อสารเรื่องเพศกับบิดามารดาหรือผู้ปกครองมีความสัมพันธ์กับความรู้ ความเข้าใจในการป้องกันการตั้งครรภ์ก่อนวัยอันควร การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลทั่วไปกับการตัดสินใจเลือกปฏิบัติเพื่อป้องกันการตั้งครรภ์ก่อนวัยอันควรในนักเรียนหญิงชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่า การดื่มแอลกอฮอล์มีความสัมพันธ์กับการตัดสินใจเลือกปฏิบัติเพื่อป้องกันการตั้งครรภ์ก่อนวัยอันควร ซึ่งผลไม่คล้ายคลึงกับการศึกษาของ ธนิตา ผาติเสนะ (2565) พบว่าพฤติกรรมป้องกันการตั้งครรภ์มีความสัมพันธ์กับการตัดสินใจเลือกปฏิบัติ และการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลทั่วไปกับเจตคติต่อการป้องกันการตั้งครรภ์ในนักเรียนหญิงชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่า ศาสนา และการดื่มแอลกอฮอล์มีความสัมพันธ์กับเจตคติในการป้องกันการตั้งครรภ์ อาจเนื่องมาจากศาสนาคริสต์ มีการสอนให้รักเดียวใจเดียว ไม่ครบถ้วน จึงทำให้ศาสนาคริสต์มีเจตคติในการป้องกันการตั้งครรภ์อยู่ในระดับสูง ร้อยละ 100 ซึ่งผลไม่คล้ายคลึงกับการศึกษาของ อภิเชษฐ์ จำเนียรสุข (2561) พบว่า ความรู้ต่อการคุมกำเนิดและความกลัวต่อการคุมกำเนิดมีความสัมพันธ์กับทัศนคติต่อการคุมกำเนิด รวมทั้งการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลทั่วไปกับพฤติกรรมป้องกันการตั้งครรภ์ในนักเรียนหญิงชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่า พบว่า ระดับการศึกษา ผลการเรียน ศาสนา และการดื่มแอลกอฮอล์มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมป้องกันการตั้งครรภ์ ซึ่งผลไม่คล้ายคลึงกับการศึกษาของ วรารัตน์ สังวะลี และคณะ (2564) ซึ่งพบว่า ความรู้เกี่ยวกับการป้องกันการตั้งครรภ์ สถานภาพสมรสของบิดา มารดา การสูบบุหรี่หรือสิ่งเสพติด การเคยถูกใช้ถ้อยคำลวนลามทางเพศและการมีบุคคลใกล้ชิดที่มีประวัติตั้งครรภ์ก่อนอายุ 21 ปี มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมป้องกันการตั้งครรภ์ก่อนวัยอันควร

### สรุปผลการวิจัย

ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับระดับความรู้ ความเข้าใจในการป้องกันการตั้งครรภ์ก่อนวัยอันควร การตัดสินใจเลือกปฏิบัติเพื่อป้องกันการการตั้งครรภ์ก่อนวัยอันควร เจตคติต่อการป้องกันการตั้งครรภ์ และพฤติกรรมป้องกันการตั้งครรภ์ในนักเรียนหญิง ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ผลการวิจัยพบว่า ระดับความรู้ ความเข้าใจในการป้องกันการตั้งครรภ์ก่อนวัยอันควรอยู่ในระดับสูง ส่วนความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลทั่วไปพบว่า ศาสนามีความสัมพันธ์กับความรู้ ความเข้าใจในการป้องกันการตั้งครรภ์ก่อนวัยอันควร ระดับการตัดสินใจเลือกปฏิบัติเพื่อป้องกันการการตั้งครรภ์ก่อนวัยอันควรอยู่ในระดับสูง ส่วนความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลทั่วไปพบว่า การดื่มแอลกอฮอล์มีความสัมพันธ์กับการตัดสินใจเลือกปฏิบัติเพื่อป้องกันการการตั้งครรภ์ก่อนวัยอันควร ระดับเจตคติต่อการป้องกันการตั้งครรภ์อยู่ในระดับสูง ส่วนความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลทั่วไปพบว่า ศาสนา และการดื่มแอลกอฮอล์มีความสัมพันธ์กับเจตคติต่อการป้องกันการตั้งครรภ์ และระดับพฤติกรรมป้องกันการตั้งครรภ์อยู่ในระดับสูง ส่วนความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลทั่วไปพบว่า ระดับการศึกษา ผลการเรียน ศาสนา และการดื่มแอลกอฮอล์มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมป้องกันการตั้งครรภ์

### กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณนักเรียนหญิงชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่สละเวลาตอบคำถามและเสนอแนะ ขอขอบคุณเจ้าของทฤษฎี แนวคิด ตำรา หนังสือ และงานวิจัยทุกท่านที่ผู้วิจัยได้นำข้อมูลมาใช้ประโยชน์ในงานวิจัยฉบับนี้

### ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

จากการศึกษา พบว่าศาสนาและการดื่มแอลกอฮอล์ มีผลต่อเจตคติต่อการป้องกันการตั้งครรภ์ ดังนั้นควรนำผลที่กล่าวมาข้างต้นมาจัดทำโปรแกรมปรับเปลี่ยนเจตคติเพื่อป้องกันการตั้งครรภ์ก่อนวัยอันควร

### เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงสาธารณสุข. (2560). *แบบประเมินความรอบรู้ด้านสุขภาพเพื่อป้องกันการตั้งครรภ์ไม่พึงประสงค์ สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษา*. <http://hed.go.th/linkHed/395>
- แก่ง สืบนุกาธณ์. (2562, พฤษภาคม-สิงหาคม). การศึกษาการแก้ไขปัญหาการตั้งครรภ์ไม่พร้อมของวัยรุ่น ในอำเภอศีขรภูมิ จังหวัดสุรินทร์โดยใช้รูปแบบความรู้ด้านสุขภาพ. *วารสารส่งเสริมสุขภาพและอนามัยสิ่งแวดล้อม*, 13(31), 119-120.
- ธนิดา ผาติเสนะ. (2565, มกราคม-เมษายน). ความสัมพันธ์ระหว่างความรอบรู้ด้านสุขภาพกับพฤติกรรมป้องกันการตั้งครรภ์ของนักศึกษาหญิงระดับอุดมศึกษา จังหวัดนครราชสีมา. *วารสารราชพฤกษ์*, 20(1), 72-73.
- นุสรณ์ เฮามะ. (2561). *รายงานการวิจัย ความรอบรู้ด้านสุขภาพเพื่อป้องกันการตั้งครรภ์ก่อนวัยอันควรสำหรับนักศึกษาผู้หญิง คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา*. DSpace Repository สานข้อมูลงานวิจัย มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา.

- เพียรศรี นามไพร. (2560, กันยายน-ธันวาคม). ความรู้ และเจตคติ ในการป้องกันการตั้งครรภ์ในนักเรียนมัธยมศึกษา  
โรงเรียนจันทบุรีเบกษา อนุสรณ์ตำบลเกษตรวิสัย อำเภอเกษตรวิสัย จังหวัดร้อยเอ็ด. *วารสารโรงพยาบาล  
มหาสารคาม*, 14(3), 72-73.
- วรารัตน์ สังวะลี, จุน หน่อแก้ว, มะลิ โพธิพิมพ์, วลัยชัชชา เขตบำรุง, จิราภรณ์ ประธรรมโย, ธีรยุทธ อุดมพร, ปัทมพร  
นวนกลาง, แสงจ้อย อินทจักร และ วราภรณ์ สังวะลี. (2564, มกราคม-มิถุนายน). ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับ  
พฤติกรรมกรรมการป้องกันการตั้งครรภ์ก่อนวัยอันควรของนักเรียนหญิงในสถานศึกษาอาชีวศึกษา จังหวัด  
นครราชสีมา. *วารสารมหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล*, 34 (1), 34-46.
- วิชุดา จันทะศิลป์, อุดมศักดิ์ คงเมือง, เพียงจันทร์ โจนวิภาต และ เซาวยุทธ พรพิมลเทพ. (2564, ). พฤติกรรมการ  
ป้องกันการตั้งครรภ์ในนักเรียนมัธยมศึกษา โรงเรียนกวางโจนศึกษา ตำบลกวางโจน อำเภอภูเขียว จังหวัด  
ชัยภูมิ. *ฐานข้อมูลวารสารวิชาการมหาวิทยาลัยกรุงเทพธนบุรี*, [https://bkkthon.ac.th/home/user\\_files/de  
partment/department-24/files/2563/63\\_8.pdf](https://bkkthon.ac.th/home/user_files/department/department-24/files/2563/63_8.pdf)
- เสาวลักษณ์ ศรีดาเกษ และ เทพไทย โชติชัย. (2564, มกราคม - เมษายน). ความรอบรู้ด้านสุขภาพในการป้องกันการ  
ตั้งครรภ์ในวัยเรียนและการมีเพศสัมพันธ์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายในจังหวัดขอนแก่น. *วารสารวิจัย  
สุขภาพและการพยาบาล*, 37(1), 99-111.
- อังศินันท์ อินทรกำแหง และ ธัญชนก ขุ่มทอง. (2560, พฤษภาคม-สิงหาคม). การพัฒนาเครื่องมือวัดความรอบรู้ด้าน  
สุขภาพและพฤติกรรมการป้องกันการตั้งครรภ์ก่อนวัยอันควรสำหรับสตรีไทยวัยรุ่น. *วารสารพยาบาล  
สาธารณสุข*, 31(3), 19-38.
- อภิเชษฐ จำเนียรสุข. (2561, กันยายน-ธันวาคม). ทศนคติต่อการคุมกำเนิดของนักศึกษาหญิงมหาวิทยาลัยแห่งหนึ่ง  
ในจังหวัดปทุมธานี. *วารสารวิจัยและพัฒนา วไลยอลงกรณ์ในพระบรมราชูปถัมภ์*, 12(3), 78-88.

## การเปลี่ยนแปลงคาบการโคจรและพารามิเตอร์สัมบูรณ์ของระบบดาวคู่อุปราคา TY Boo Orbital Period Variation and Absolute Parameters of Eclipsing Binary TY Boo

ปฐมพงษ์ พันธุ์พิบูลย์  
Patapong Panpiboon\*

สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม  
Program of Physics, Faculty of Science and Technology, Rajabhat Mahasarakham University

\*Corresponding author. E-mail: patapong.pa@rmu.ac.th

### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาอัตราการเปลี่ยนแปลงคาบการโคจรและพารามิเตอร์สัมบูรณ์ของระบบดาวคู่อุปราคา TY Boo โดยการวิเคราะห์หาค่าเวลาที่แสงน้อยที่สุดจากข้อมูลโฟโตเมตริบนฐานข้อมูลออนไลน์ในช่วงความยาวคลื่นแสงที่ตามองเห็น ได้แก่ AAVSO และ SuperWASP การคำนวณหาคาบการโคจรและค่าพารามิเตอร์ของระบบดาวคู่อุปราคาจากการวิเคราะห์กราฟแสงโดยใช้โปรแกรม PHOEBE พบว่า ระบบดาวคู่อุปราคา TY Boo มีคาบการโคจรเท่ากับ 0.31714 วัน อัตราการเปลี่ยนแปลงคาบการโคจรมีค่าลดลงด้วยอัตรา  $1.7408 \times 10^{-7}$  วัน/ปี ค่าพารามิเตอร์สัมบูรณ์ที่คำนวณได้ทำให้ทราบว่าระบบดาวคู่อุปราคา TY Boo โดยดาวสมาชิกปฐมภูมิมีความสว่างและความร้อนสูงกว่าดาวสมาชิกทุติยภูมิ นอกจากนี้บนดาวสมาชิกพบว่ามีจุดร้อนบนดาวปฐมภูมิและจุดเย็นบนดาวทุติยภูมิ อีกทั้งยังพบว่าระบบดาวคู่นี้มีวัตถุที่สามโคจรรอบจุดศูนย์กลางมวลของระบบด้วยคาบการโคจรประมาณ 53.05 ปี ระยะห่างจากจุดศูนย์กลางมวลประมาณ 3.950 AU และมีมวลประมาณ 0.760 เท่าของมวลดวงอาทิตย์

**คำสำคัญ:** ดาวคู่อุปราคา, การเปลี่ยนแปลงคาบการโคจร, แบบจำลองกราฟแสง, พารามิเตอร์สัมบูรณ์, วัตถุที่สาม

## Abstract

In this research, the study the orbital period variation rate and the absolute parameters of eclipsing binaries TY Boo and analyzed for the time of minimum light from photometric data on the visual filter of AAVSO and SuperWASP database were investigated. The orbital period and parameters of this system were calculated from light curve analysis using PHOEBE. The results found that the binaries TY Boo had an orbital period of 0.31714 days. The orbital period was reduced at a rate of  $1.7408 \times 10^{-7}$  days/year. The calculated absolute parameters showed that the primary component was brighter and hotter than the secondary component. Also, the hot and cool spots were depicted on the primary and the secondary stars, respectively. Furthermore, this binary star also had a third body candidate orbiting around the center of mass of this system with an orbital period of approximately 53.05 years. A candidate was 3.950 AU from its center of mass and its total mass of about 0.760 solar mass.

**Keywords:** Eclipsing binary, Orbital period variation, Light curve modeling, Absolute parameters, Third body

## บทนำ

ระบบดาวคู่ TY Boo อยู่ในกลุ่มดาวคนเลี้ยงสัตว์ (Boötis) ซึ่งเป็นกลุ่มดาวที่อยู่ทางซีกฟ้าเหนือ มีพิกัดไรต์แอสเซนชัน (Right ascension, Ra) เท่ากับ  $15^{\text{h}} 00^{\text{m}} 46.94^{\text{s}}$  และพิกัดเดคลิเนชัน (Declination, Dec) เท่ากับ  $+35^{\circ} 07' 54.74''$  (SIMBAD) ถูกค้นพบโดย Guthnick และ Prager ในปี ค.ศ.1926 ว่าเป็นดาวแปรแสง (Variable star) และจำแนกเป็นระบบดาวคู่อุปราคา (Eclipsing binary) ประเภท W Ursae Majoris (W UMa; EW) ทั้งนี้เขาได้คำนวณหาการโคจรรอบจุดศูนย์กลางมวล (Center of mass) ของระบบดาวคู่นี้เป็นเวลา 0.31730 วัน ต่อมา Szafraniec (1953) และ Carr (1972) รายงานว่าระบบดาวคู่นี้เป็นระบบดาวคู่อุปราคาประเภท W UMa ชนิด A-type การสังเกตการณ์ทางสเปกโทรสโกปี (Spectroscopy) ครั้งแรกสำหรับระบบดาวคู่นี้ โดย Rainger และคณะในปี ค.ศ.1990 พบว่าสมาชิกของระบบดาวคู่นี้ทั้งสองมีชนิดสเปกตรัม (Spectral type) เป็น G3 และ G7 อีกทั้งแสดงให้เห็นว่าดาวปฐมภูมิ (Primary component) อยู่ในลำดับหลัก (Main sequence) บนแผนภาพ Hertzsprung–Russell (HR diagram) และดาวทุติยภูมิ (Secondary component) มีขนาดใหญ่กว่าดาวปฐมภูมิ ทั้งนี้พวกเขาได้ยืนยันการเปลี่ยนแปลงคาบการโคจร (Orbital period variation) ของระบบว่ามีค่าเพิ่มขึ้นด้วยอัตรา  $+9.07 \times 10^{-8}$  วันต่อปี งานวิจัยของ Milone และคณะในปี ค.ศ.1991 ได้คำนวณอัตราส่วนมวลของระบบดาวคู่นี้พบว่ามีค่าเท่ากับ 0.465 Elmasli และคณะในปี ค.ศ.2006 ได้นำเสนอว่าในระบบดาวคู่ TY Boo มีวัตถุที่สามโคจรรอบจุดศูนย์กลางมวลโดยมีคาบการโคจรเท่ากับ  $41.07(\pm 0.17)$  ปีและมีค่าความรีของวงโคจรเท่ากับ  $0.22(\pm 0.02)$  ในปีเดียวกัน Pribulla และคณะในปี ค.ศ.2006 ได้นำเสนอข้อมูลที่สุดคล้องกันว่าระบบดาวคู่อุปราคา TY Boo มีวัตถุที่สาม ซึ่งมีคาบการโคจร  $55.8(\pm 2.7)$  ปีและมีค่าความรีของวงโคจร  $0.26(\pm 0.07)$  โดยมีอัตราการเปลี่ยนแปลงคาบการโคจรเพิ่มขึ้นเป็น  $+7.41 \times 10^{-7}$  วันต่อปี อย่างไรก็ตามจากรายงานของ Yang และคณะในปี ค.ศ.2007 พบว่าวัตถุที่สามมีคาบการโคจร  $59.7(\pm 0.5)$  ปีและมีค่าความรีของวงโคจรเท่ากับ  $0.1744(\pm 35)$  โดยมีอัตราการเปลี่ยนแปลงคาบการโคจรลดลงเป็น  $-2.99 \times 10^{-8}$  วันต่อปี

ซึ่งแสดงให้เห็นว่าระบบดาวคู่นี้มีการผันแปรของอัตราการเปลี่ยนแปลงคาบการโคจรและค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ของระบบดาวคู่อุปราคา TY Boo

ดังนั้นผู้วิจัยได้ตระหนักถึงการผันแปรของอัตราการเปลี่ยนแปลงคาบการโคจรและค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ของระบบดาวคู่อุปราคา TY Boo ซึ่งส่งผลให้วิวัฒนาการเปลี่ยนแปลง โดยใช้ข้อมูลโฟโตเมตรี (Photometry) บนฐานข้อมูลออนไลน์ สร้างแบบจำลองกราฟแสง (Light curve modeling) สำหรับใช้วิเคราะห์หาค่าเวลาที่แสงน้อยที่สุด (Time of Minimum; ToM) อีกทั้งคำนวณหาอัตราการเปลี่ยนแปลงคาบการโคจร วิเคราะห์หาสมบัติทางกายภาพที่เหมาะสมและพารามิเตอร์สัมบูรณ์ของระบบดาวคู่อุปราคา TY Boo จากการสร้างแบบจำลองโครงสร้างของระบบด้วยโปรแกรม PHOEBE (PHysics Of Eclipsing BinariEs) งานวิจัยนี้มีการบูรณาการความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) จากข้อมูลที่น่าเชื่อถือบนฐานข้อมูลออนไลน์ ผลจากการศึกษาจะทำให้ได้สารสนเทศที่เป็นประโยชน์สำหรับประชาชนที่สนใจการศึกษาและวิจัยด้านดาราศาสตร์ต่อไป

### วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาอัตราการเปลี่ยนแปลงคาบการโคจรและพารามิเตอร์สัมบูรณ์ของระบบดาวคู่อุปราคา TY Boo โดยรวบรวมข้อมูลโฟโตเมตรีบนฐานข้อมูลออนไลน์ในช่วงความยาวคลื่นแสงที่ตามองเห็น (Visual filter, V) สองแหล่งคือ American Association of Variable Star Observers (AAVSO) และ Super Wide Angle Search for Planets (SuperWASP) ซึ่งเก็บข้อมูลในช่วงวันที่ 15 พฤษภาคม พ.ศ.2555 ถึง 24 พฤษภาคม พ.ศ.2564 และวันที่ 6 ถึง 9 มิถุนายน พ.ศ.2550 ตามลำดับจากนั้นใช้โปรแกรม V Star (AAVSO, 2021) หาค่าเวลาที่แสงน้อยที่สุดของระบบดาวคู่อุปราคาสำหรับข้อมูลจากฐานข้อมูล AAVSO และใช้โปรแกรม Minima v27 โหมด Kwee and van Woerden (Nelson, 2021) ในการหาค่าเวลาที่แสงน้อยที่สุดของระบบดาวคู่อุปราคาสำหรับข้อมูลจากฐานข้อมูล SuperWASP คำสั่งเหตุการณ์ทั้งหมดที่วิเคราะห์ได้ใช้วิเคราะห์พร้อมกับข้อมูลของระบบดาวคู่อุปราคาที่รวบรวมไว้โดย Bob Nelson ในเว็บไซต์ของ AAVSO (2019) และจากบทความวิชาการระดับนานาชาติที่สืบค้นจากวารสารบนฐานข้อมูลออนไลน์ ใช้โปรแกรม Microsoft Office Excel ในการคำนวณและจัดการข้อมูลโฟโตเมตรีและเขียนกราฟแสงของระบบดาวคู่อุปราคา แก้ไขหรือแปลงค่าวันจูเลียน (Julian Date, JD) ให้เป็นวันจูเลียนศูนย์กลาง (Heliocentric Julian Date, HJD) ด้วยโปรแกรมของ Dan Bruton HJD Calculator ใช้โปรแกรม PHOEBE (PHOEBE, 2005) สำหรับวิเคราะห์กราฟแสง ประมาณค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมและสร้างแบบจำลองของระบบดาวคู่อุปราคา TY Boo รวมทั้งคำนวณค่าพารามิเตอร์สัมบูรณ์ด้วยระเบียบวิธีของ Harmanec (1988) สุดท้ายวิเคราะห์หาวัตถุที่สามจากความสัมพันธ์ของฟังก์ชันมวล (Mass Function)

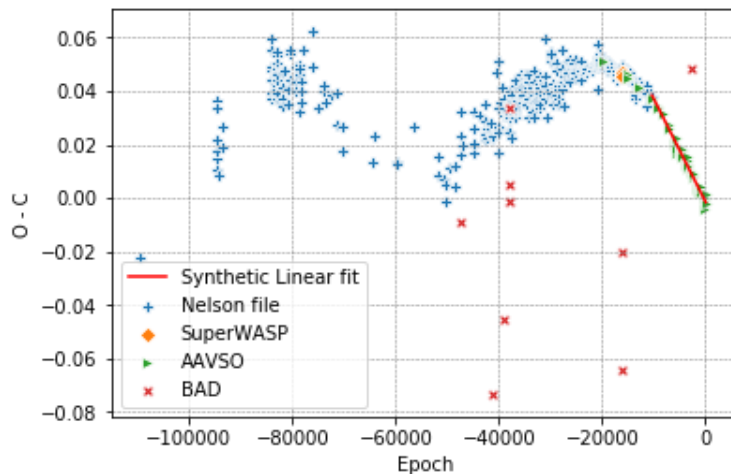
### ผลการวิจัยและอภิปรายผล

วิเคราะห์ค่าเวลาที่แสงน้อยที่สุดจากโปรแกรม Minima v27 และโปรแกรม V Star จากข้อมูลโฟโตเมตรีบนฐานข้อมูลออนไลน์ AAVSO และ SuperWASP แสดงรายละเอียดดังตารางที่ 1



ตารางที่ 1 จำนวนค่าเวลาที่แสงน้อยที่สุดจำแนกตามประเภทอุปราคาและฐานข้อมูล

ฐานข้อมูล	แผนกรองแสง	โปรแกรม	จำนวนอุปราคาปฐมภูมิ	จำนวนอุปราคาทุติยภูมิ
AAVSO	V	V Star	27	25
SuperWASP	V	Minima v27	8	7



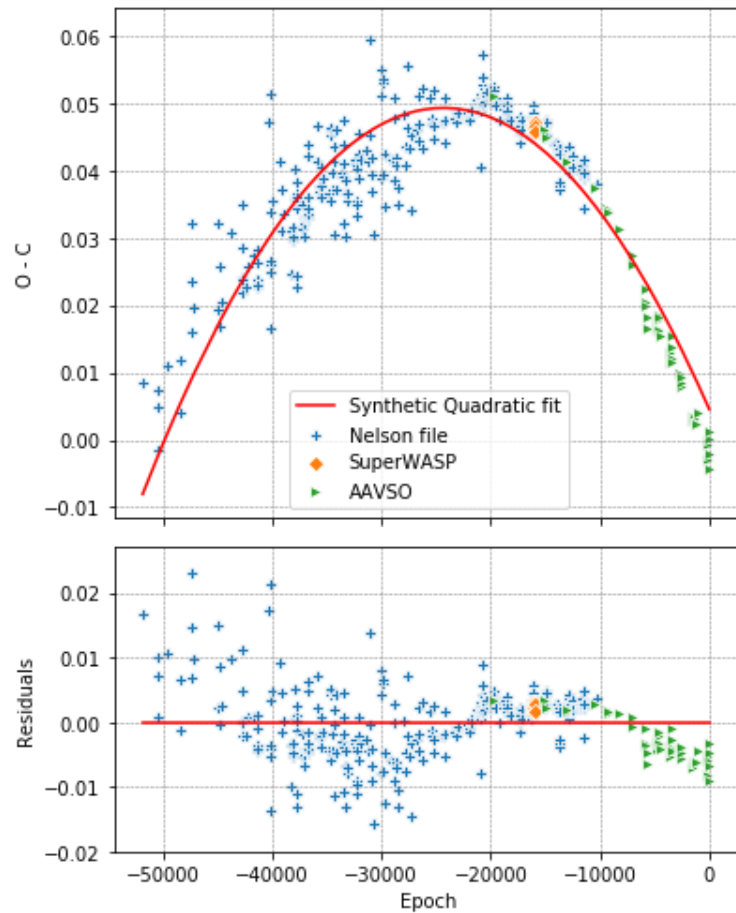
ภาพที่ 1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ O - C และค่า Epoch ของระบบดาวคู่อุปราคา TY Boo

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาอัตราการเปลี่ยนแปลงคาบการโคจรของระบบดาวคู่อุปราคา TY Boo เริ่มจากการพิจารณาข้อมูลของระบบดาวคู่อุปราคาที่รวบรวมไว้โดย Bob Nelson (2021) และจากบทความวิชาการของนักวิจัยหลายท่านรวมกับค่าเวลาที่แสงน้อยที่สุดซึ่งคำนวณได้ในงานวิจัยนี้ แสดงดังภาพที่ 1 จากนั้นทำการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรงอย่างง่าย (Simple Linear Regression Analysis) ในช่วงของข้อมูลที่มีความชันเป็นลบและสามารถนำมาเขียนเป็นสมการ Linear Ephemeris ได้ดังสมการที่ (1):

$$Min.I = HJD2459358.49921(\pm 0.00008) + {}^o0.31714(\pm 0.00052) \times E \quad (1)$$

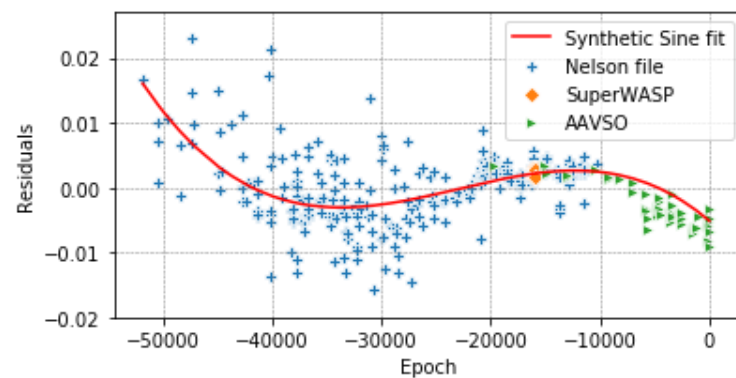
เมื่อ  $E$  คือ ค่ายุค (Epoch) ของการสังเกตการณ์ในขณะที่ยอดแสงได้น้อยที่สุด ดังนั้นคาบการโคจรของระบบดาวคู่อุปราคา TY Boo มีค่าเท่ากับ 0.31714 วัน ขั้นตอนต่อไปคือการวิเคราะห์การถดถอยรูปแบบพหุนามกำลังสอง (Quadratic Regression Analysis) กับข้อมูลในช่วง Epoch -55000 ถึง Epoch 0 เพื่อวิเคราะห์หาอัตราการเปลี่ยนแปลงคาบการโคจรแบบระยะยาว (Long-term orbital period variations) ดังภาพที่ 2 และแสดงเป็นความสัมพันธ์ได้ดังสมการที่ (2):

$$O - C = -7.558 (\pm 0.089) \times 10^{-11} \times E^2 + 3.674(\pm 0.165) \times 10^{-6} \times E + 4.6930(\pm 0.248) \times 10^{-3} \quad (2)$$



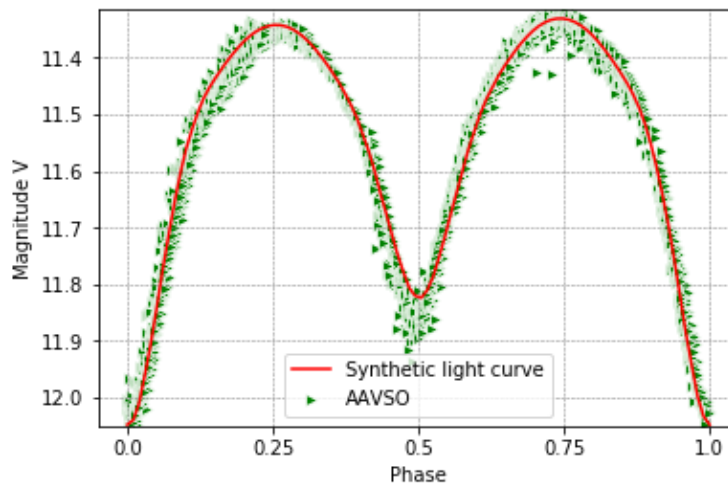
ภาพที่ 2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ O - C และค่า Epoch ของระบบดาวคู่อุปราคา TY Boo (บน)  
และกราฟแสดงการประมาณค่าความคลาดเคลื่อน (ล่าง)

จากการวิเคราะห์หาอัตราการเปลี่ยนแปลงคาบการโคจรโดยใช้กราฟ O - C พบว่าแนวโน้มของข้อมูลเป็นเส้นโค้งพาราโบลาคว่ำ ซึ่งหมายถึงระยะห่างระหว่างดาวสมาชิกทั้งสองจะมีค่าลดลงอย่างต่อเนื่องซึ่งมีวิวัฒนาการที่สอดคล้องกับทฤษฎี Angular Momentum Loss (AML) โดยวิวัฒนาการของระบบดาวคู่นี้จะมีการสูญเสียโมเมนตัมเชิงมุมผ่านทอร์คแม่เหล็กที่เกิดจากการเหนี่ยวนำของสนามแม่เหล็กซึ่งดาวสมาชิกทั้งสองจะมีระยะห่างระหว่างวงโคจรลดลงตลอดเวลา



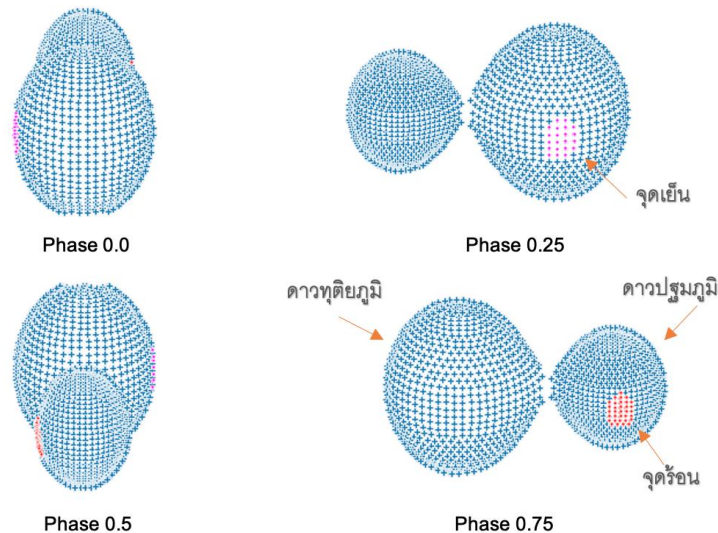
ภาพที่ 3 กราฟแสดงแนวโน้มการผันแปรลักษณะคลื่นรูปไซน์ของการประมาณค่าความคลาดเคลื่อน

จากสมการที่ (2) ใช้คำนวณหาอัตราการเปลี่ยนแปลงคาบการโคจรของระบบดาวคู่อุปราดา TY Boo พบว่า อัตราการเปลี่ยนแปลงคาบการโคจรลดลงอย่างต่อเนื่องในอัตรา  $dP/dt = -1.741 \times 10^{-7}$  วัน/ปี นอกจากนี้ภาพที่ 2 (ล่าง) ได้ประมาณค่าความคลาดเคลื่อน (Residual) และแสดงให้เห็นว่าข้อมูลไม่ได้กระจายตัวอยู่รอบค่าการพยากรณ์จากสมการการถดถอยรูปแบบพหุนามกำลังสอง แต่มีแนวโน้มการผันแปรในลักษณะที่เป็นคาบหรือเป็นคลื่นรูปไซน์ (Sinusoidal Pattern) ดังแสดงในภาพที่ 3 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าระบบดาวคู่อุปราดา TY Boo อาจมีวัตถุที่สามที่โคจรอยู่ในระบบดาวคู่นี้สอดคล้องกับผลการวิจัยของ Yang และคณะในปี ค.ศ.2007



ภาพที่ 4 กราฟแสงสำหรับหาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมของระบบดาวคู่อุปราดา TY Boo

การวิเคราะห์พารามิเตอร์สัมบูรณ์ของระบบดาวคู่อุปราดา TY Boo ด้วยโปรแกรม PHOEBE เพื่อสร้างกราฟแสงสังเคราะห์และสร้างแบบจำลองของระบบดาวคู่ ในโหมด Overcontact Binary not in Thermal Contact แสดงดังภาพที่ 4 (ใช้ข้อมูลสังเกตการณ์เฉพาะจากฐานข้อมูล AAVSO) คำนวณหาเส้นโค้งที่เหมาะสมที่สุด (Fitting Curve) ด้วยการปรับค่าพารามิเตอร์ทั้งหมดและบันทึกผลเมื่อค่า Cost Function ต่ำสุด จากนั้นสร้างแบบจำลองโครงสร้างกายภาพของระบบดาวคู่แสดงดังภาพที่ 5 และผลเฉลยจากกระบวนการสังเคราะห์กราฟแสงดังตารางที่ 2



ภาพที่ 5 แบบจำลองโครงสร้างทางกายภาพ ของระบบดาวคู่อุปราดา TY Boo

ตารางที่ 2 ผลเฉลยจากกระบวนการสังเคราะห์กราฟแสงของระบบดาวคู่อุปราดา TY Boo

Parameters	Value
$q = M_2/M_1$	2.244( $\pm 0.01$ )
$i$ ( $^\circ$ )	72.09( $\pm 0.28$ )
$\Omega$	5.579( $\pm 0.01$ )
$T_1$ (K)	5467(fixed)
$T_2$ (K)	4980( $\pm 20$ )

ค่าพารามิเตอร์สัมบูรณ์ของระบบดาวคู่อุปราดา TY Boo ด้วยระเบียบวิธีของ Harmanec (1988) แสดงดังตารางที่ 3 ค่าพารามิเตอร์จากตารางที่ 2 และ 3 บ่งชี้ได้ว่าระบบดาวคู่นี้เป็นระบบดาวคู่อุปราดาชนิด W Ursae Majoris ชนิด A-type ค่าพารามิเตอร์สัมบูรณ์สำหรับระบบดาวคู่อุปราดา TY Boo พบว่าดาวปฐมภูมิมีขนาดเล็กกว่าดาวทุติยภูมิ ค่าแมกนิจูดโบลเมตริกและค่าอุณหภูมิยังผลของดาวปฐมภูมิมีค่ามากกว่าดาวสมาชิกทุติยภูมิ ทำให้ทราบว่าดาวปฐมภูมิละเอียดกว่าและร้อนกว่าดาวทุติยภูมิ จากการวิเคราะห์กราฟแสงพบว่ากราฟแสงไม่สมมาตร (Asymmetry) ในช่วงบริเวณเฟสที่ 0.25 และ 0.75 ซึ่งเป็นช่วงที่มีค่าแสงมากที่สุดทำให้ทราบว่ามีความร้อนบนดาวปฐมภูมิและจุดเย็นบนดาวทุติยภูมิ นั่นคืออยู่ในช่วงเวลาที่ไมเกิดการบังกันของดาวสมาชิกทั้งสองดวง คาดว่าอาจเป็นผลมาจากปรากฏการณ์โอเคอร์เนล (O'Connell effect) (O'Connell, 1951) โดยอาจจะเกิดจากการถ่ายเทมวลของดาวสมาชิกจนเกิดเป็นจุดร้อน (Hot spot) บนดาวปฐมภูมิ และเกิดเป็นจุดเย็น (Cool spot) บนดาวทุติยภูมิซึ่งปรับปรุงแก้ไขความไม่สมมาตรที่เกิดขึ้นบนกราฟแสงได้ และสามารถยืนยันข้อสมมติฐานนี้ได้ด้วยการวิเคราะห์ข้อมูลสเปกโตรสโคปี (Spectroscopy)

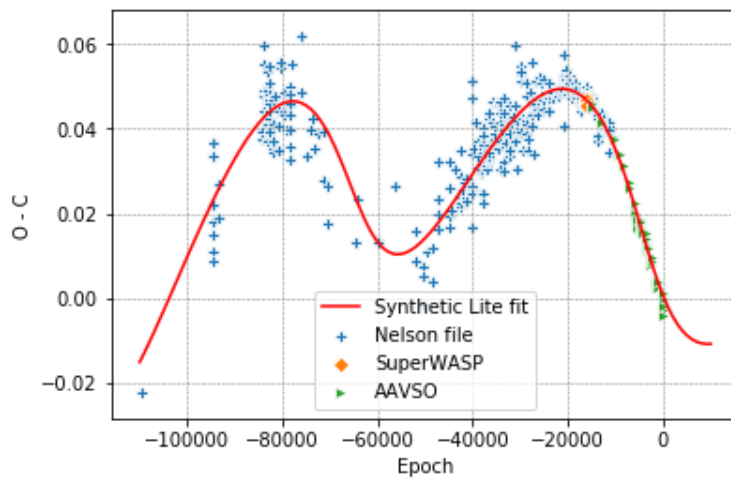
ตารางที่ 3 ค่าพารามิเตอร์สัมบูรณ์ของระบบดาวคู่อุปราดา TY Boo

Parameters	Primary	Secondary
$M/M_\odot$	1.02	2.30
$R/R_\odot$	1.07	3.34
$T/T_\odot$	0.94	0.86
$L/L_\odot$	0.79	5.28
$M_{bol}$	4.78	4.52

พิจารณาการโคจรของวัตถุที่สามรอบจุดศูนย์กลางมวลของระบบดาวคู่ โดยใช้ข้อมูลภาพรวมทั้งหมดแสดงดังภาพที่ 6 จากความสัมพันธ์ของฟังก์ชันมวลดังสมการที่ 3 จากนั้นคำนวณหาผลเฉลยค่าสมบัติทางกายภาพสำหรับวัตถุที่สามของระบบดาวคู่อุปราดา TY Boo ดังตารางที่ 4

$$f(M_3) = \frac{4\pi^2}{GP_3^2} (a'_{12} \sin i')^3 = \frac{(M_3 \sin i')^3}{(M_1 + M_2 + M_3)^2} \quad (3)$$

เมื่อ  $P_3$  คือคาบการของวัตถุที่สาม  $a'_{12} \sin i'$  คือรัศมีวงโคจรของวัตถุที่สาม  $i'$  คือมุมเอียงของระนาบวงโคจรของวัตถุที่สามกับแนวสายตา  $G$  คือค่าโน้มถ่วงสากล  $M_1$ ,  $M_2$  และ  $M_3$  คือมวลของดาวปฐมภูมิ ดาวทุติยภูมิ และวัตถุที่สาม ตามลำดับ



ภาพที่ 6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ O - C และ Epoch ของระบบดาวคู่อุปราคา TY Boo เมื่อพิจารณาการโคจรของวัตถุที่สามจากความสัมพันธ์ของฟังก์ชันมวลและการผันแปรลักษณะคลื่นรูปไซน์

ตารางที่ 4 ค่าสมบัติทางกายภาพสำหรับวัตถุที่สามของระบบดาวคู่อุปราคา TY Boo

Parameters	Elements	Value	Units
Mass function	$f(M_3)$	0.022	$M_{\odot}$
Mass	$M_3$	0.760	$M_{\odot}$
Period	$P_3$	53.05	year
Radius	$a'_{12} \sin i'$	3.950	AU
orbital inclination	$i'$	77.50	( $^{\circ}$ )

### สรุปผล

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงคาบการโคจรและพารามิเตอร์สัมบูรณ์ของระบบดาวคู่อุปราคา TY Boo เมื่อคำนวณค่าเวลาที่แสงน้อยที่สุดจากข้อมูลโฟโตเมตริบนฐานข้อมูล AAVSO และ SuperWASP ซึ่งเก็บข้อมูลภาพถ่ายทางดาราศาสตร์ด้วยแผ่นกรองแสงในช่วงความยาวคลื่นสีที่ตามองเห็น วิเคราะห์หาค่า ToM ด้วยโปรแกรม V Star และ Minima v27 ตามลำดับ ระบบดาวคู่อุปราคา TY Boo เป็นระบบดาวคู่อุปราคาชนิด W Ursae Majoris ชนิด A-type ที่มีคาบการโคจรเท่ากับ 0.31714 วัน และการวิเคราะห์แผนภาพ O-C ได้แสดงให้เห็นว่าอัตราคาบเปลี่ยนแปลงการโคจรของระบบดาวคู่อุปราคา TY Boo มีคาบการโคจรลดลงอย่างต่อเนื่องด้วยอัตรา  $-1.7408 \times 10^{-7}$  วันต่อปี การวิเคราะห์กราฟแสงสังเคราะห์กับข้อมูลสังเกตการณ์ เพื่อหาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมจากโปรแกรม PHOEBE ซึ่งนำไปสู่การคำนวณหาค่าพารามิเตอร์สัมบูรณ์ พบว่าลักษณะทางกายภาพของระบบดาวคู่อุปราคา TY Boo ไม่ได้เป็นระบบดาวคู่แบบตะกัน แต่มีแนวโน้มในการวิวัฒนาการเป็นดาวคู่แบบตะกันได้ในอนาคต มีจุดร้อนบนดาวปฐมภูมิและจุดเย็นบนดาวทุติยภูมิ นอกจากนี้ยังพบว่าวัตถุที่สามโคจรอยู่ในระบบดาวคู่ที่สอดคล้องกับผลการวิจัยของ Yang และคณะในปี ค.ศ.2007 ด้วยคาบการโคจรประมาณ 53.05 ปี ระยะห่างจากศูนย์กลางมวลของระบบเท่ากับ 3.950 AU และมีมวลประมาณ 0.760 เท่าของมวลดวงอาทิตย์ เพื่อให้การศึกษาระบบดาวคู่

อุปราคา TY Boo สมบูรณ์ยิ่งขึ้นควรวិเคราะห์เกี่ยวกับวิวัฒนาการและตำแหน่งบนแผนภาพแฮร์ทสปรุง-รัสเซลล์  
ระยะห่างจากโลก ความเร็วของการเคลื่อนที่ รวมถึงประเภทสเปกตรัมของดาวสมาชิกทั้งสอง

### กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณโครงการ Super Wide Angle Search for Planets (SuperWASP) และทีมงานสมาคม American Association of Variable Star Observers (AAVSO) รหัสผู้สังเกตการณ์ ATE, BHOB, CCHD, CDAD, CK, HBB, MMAO, MZK, PRX, RIZ, SAH, SRTC และ TPV สำหรับข้อมูลโฟโตเมตรีของระบบดาวคู่อุปราคา TY Boo

### เอกสารอ้างอิง

- AAVSO. (2019, August 30). *Bob Nelson's Database of Eclipsing Binary O-C Files*. <https://www.aavso.org/bob-nelsons-o-c-files>.
- AAVSO. (2021, Jan 14). *Vstar*. <https://www.aavso.org/vstar>
- Aimar, M. M., Arranz, T., Braunwarth, H., Cynamon, C., Crowson, D., Cook, S., Harris, B., Menzies, K., Poklar, R., Ritzel, J., Sabo, R., Samolyk, G., & Temple, P., (2021). *Observations from the AAVSO International Database*. <https://www.aavso.org>
- Carr, R. B. (1972). Photoelectric UBV photometry of TY Bootis. *The Astronomical Journal*, 77(1), 155–159.
- Elmasli, A., Selam, S. O., Albayrak, B., & Ozuyar, D. (2006). Possible light-time effect in the eclipsing binary system TY Boo. *Astrophysics and Space Science*, 304 (1)189-190,
- Guthnick, P., & Prager, R. (1926). Neuer Veränderlicher 27. 1926 Bootis. *Astronomische Nachrichten*. 228(1), 149. <https://doi.org/10.1002/asna.19262280905>
- Harmanec, P. (1988). Stellar masses and radii based on modern binary data. *Bulletin Astronomical Institutes of Czechoslovakia*, 39(6), 329-345.
- Milone, E. F., Groisman, G., Fry, D. J. I. & Bradstreet, D. H. (1991). Analysis and solution of the light and radial velocity curves of the contact binary TY Bootis. *The Astronomical Journal*, 370(1), 677-692. Doi: 10.1086/169852
- O'Connell, D. J. K. (1951). The so-called periastron effect in close eclipsing binaries. *Riverview College Observatory*, 2(6), 85-99.
- PHOEBE. (2005, July 20). *PHOEBE 1.0 (legacy)*. <http://phoebe-project.org/1.0/download>
- Pribulla, T., Rucinski, S. M., Lu, W. Mochaki, S. W., Conidis, G., Blake, R. M., DeBond, H., Thomson, J. R. & Pych, W. (2006). Radial velocity studies of close binary stars XI. *The Astronomical Journal*, 132(1), 769-780.
- Rainger, R. R., Hilditch R. W., & Bell S. A. (1990). The contact binary system TY Bootis. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 246(1), 42-46.



Szafraniec, R. (1953). The Light-Curves of 12 Eclipsing Variables. *Acta Astronomica, Series c.*, 5(1), 51.

Nelson, B. (2021). *Variable Star South*. <https://www.variablestarssouth.org/software-by-bob-nelson/>

Yang, Y. G., Dai, J. M., & Yin X. G. (2007). Orbital period changes for the weak-contact binary ty bootis.  
*The Astronomical Journal*, 134(3), 179-184.

## การวางนัยทั่วไปการแปลง(f, g) ของพีชคณิต BE Generalized (f, g) $\neg$ -derivation of BE-algebra

เอกวิทย์ ลำพาย\*, อัฐชัย ชญา และ จุฑาทิพย์ สุรเกียรติกุล  
Ekkawit Lampai\*, Atthchai chada and Jutatip surakeatkul

สาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม  
Mathematics, Faculty of Science and Technology, Rajabhat Maha Sarakham University, Thailand

\*Corresponding author. E-mail: ter\_cool\_cute@hotmail.com

### บทคัดย่อ

ในบทความนี้ เป็นการวางนัยทั่วไปของการแปลงของพีชคณิต BE เราจะแนะนำแนวคิดของการวางนัยทั่วไปการแปลง(f, g) ของพีชคณิต BE และยังได้ศึกษาสมบัติบางประการของการแปลง(f, g) ของพีชคณิต BE

**คำสำคัญ:** พีชคณิต BE, การแปลง , การแปลง f, การแปลง (f,g)

### Abstract

In this paper, it was a generalization of derivation of a BE-algebra. We would introduce the notion of generalization (f, g)  $\neg$ -derivation of BE-algebra, and also some properties of generalization (f, g)  $\neg$ -derivation of BE-algebra were investigated.

**Keywords:** BE-Algebra, Derivation, f-Derivation, (f-g)-Derivation

### บทนำ

ในปี 1966 Imai และ Iseki ได้แนะนำพีชคณิต BCI และพีชคณิต BCK จากนั้นได้มีนักคณิตศาสตร์มากมายให้ความสนใจศึกษาพีชคณิตที่มีความสัมพันธ์กันและการวางนัยทั่วไปของสองพีชคณิตที่กล่าวมาข้างต้น ต่อมาในปี 2007 Kim และ Kim ได้แนะนำพีชคณิต BE ซึ่งเป็นการวางนัยทั่วไปของพีชคณิต BCK ในปี 2014 Kim และ Lee ได้เสนอแนวคิดของ การแปลงของพีชคณิต BE ในปี 2014 Kamari Ardakani และ Davvaz w ได้เสนอ แนวคิดของ การแปลง (f-g) ของพีชคณิต BE และในปี 2015 Kim และ Davvaz ได้ให้แนวคิดของ การแปลง f ของพีชคณิต BE

ในงานวิจัยนี้เราจะเสนอแนวคิดของ การวางนัยทั่วไปการแปลง(f, g) บนพีชคณิต BE และ ได้นิยามเซต และ เมื่อ เป็นพีชคณิต BE และ เป็นการวางนัยทั่วไปการแปลง(f, g) ของ ตลอดจนศึกษาสมบัติต่างๆของการวางนัยทั่วไปการแปลง(f, g) บนพีชคณิต BE



### ความรู้พื้นฐาน

**บทนิยาม 1** ให้  $X$  เป็นเซตใด ๆ ที่ไม่เป็นเซตว่าง และ  $*$  เป็นการดำเนินการทวิภาคบน  $X$  และ  $1$  เป็นตัวค่าคงใน  $X$  จะเรียก  $(X, *, 1)$  ว่า **พีชคณิต BE** (BE-algebra) ถ้าสอดคล้องกับเงื่อนไขต่อไปนี้ สำหรับทุก ๆ  $x, y, z \in X$

$$(BE1) \quad x * x = 1$$

$$(BE2) \quad x * 1 = 1$$

$$(BE3) \quad 1 * x = x$$

$$(BE4) \quad x * (y * z) = y * (x * z)$$

**หมายเหตุ 1** นิยามความสัมพันธ์  $\leq$  บน  $X$  โดย  $x \leq y$  ก็ต่อเมื่อ  $x * y = 1$  สำหรับทุก ๆ  $x, y \in X$  เพื่อความสะดวกจะเขียน  $X$  แทน  $(X, *, 1)$  และจะเขียน  $x \vee y = (y * x) * x$

**ตัวอย่างที่ 1**  $X = \{1, a, b\}$  นิยามการดำเนินการทวิภาค  $*$  บน  $X$  ดังตารางต่อไปนี้

*	1	a	b
1	1	a	b
a	1	1	a
b	1	1	1

จะได้ว่า  $X$  เป็นพีชคณิต BE

**บทนิยาม 2** ให้  $X$  เป็นพีชคณิต BE และ  $\phi \neq S \subseteq X$  จะเรียก  $S$  ว่า **พีชคณิตย่อย** (subalgebra) ของ  $X$

ถ้า  $x * y \in S$  สำหรับทุก ๆ  $x, y \in S$

**บทนิยาม 3** ให้  $X$  เป็นพีชคณิต BE จะกล่าวว่า  $X$  **สลับที่** (commutative)

ถ้า  $(x * y) * y = (y * x) * x$  หรือ  $(y \vee x) = (x \vee y)$  สำหรับทุก ๆ  $x, y \in X$

**บทนิยาม 4** ให้  $X$  เป็นพีชคณิต จะเรียกฟังก์ชัน  $f : X \rightarrow X$  ว่า **อันตรสัณฐาน** (endomorphism) ของ  $X$

ถ้า  $f(x * y) = f(x) * f(y)$  สำหรับทุก ๆ  $x, y \in X$

**หมายเหตุ 2** จากนิยาม 4 จะได้ว่า  $f(1) = 1$

**บทนิยาม 5** ให้  $X$  เป็นพีชคณิต BE และ  $f, g : X \rightarrow X$  เป็นอันตรสัณฐาน

1) จะเรียก  $d : X \rightarrow X$  ว่าเป็น **การแปลงซ้าย-ขวา** (f, g) (left-right (f, g) derivation) ของ  $X$

ถ้าสอดคล้องกับเงื่อนไขต่อไปนี้  $d(x * y) = (d(x) * f(y)) \vee (g(x) * d(y))$

สำหรับทุก ๆ  $x, y \in X$

2) จะเรียก  $d : X \rightarrow X$  ว่าเป็น **การแปลงขวา-ซ้าย** (f, g) (right-left (f, g) derivation) ของ  $X$

ถ้าสอดคล้องกับเงื่อนไขต่อไปนี้  $d(x * y) = (f(x) * d(y)) \vee (d(x) * g(y))$

สำหรับทุก ๆ  $x, y \in X$

3) จะเรียก  $d$  ว่าเป็น **การแปลง** (f, g) ((f, g) derivation) ของ  $X$  ถ้า  $d$  เป็นทั้งการแปลงซ้าย-ขวา (f, g) และการแปลงขวา-ซ้าย (f, g)

**ผลการทดลองและอภิปรายผล**

**บทนิยาม 6** ให้  $X$  เป็นพีชคณิต BE และ  $f, g : X \rightarrow X$  เป็นอันตรสัณฐาน และ  $d$  เป็นการแปลงซ้าย-ขวา ( $f, g$ ) ของ  $X$

1) จะเรียก  $D : X \rightarrow X$  ว่าเป็น การวางนัยทั่วไปการแปลงซ้าย-ขวา ( $f, g$ )

ของพีชคณิต BE (left-right generalized ( $f, g$ ) derivation) ของ  $X$

ถ้า  $D(x * y) = (D(x) * f(y)) \vee (g(x) * d(y))$  สำหรับทุก ๆ  $x, y \in X$

2) จะเรียก  $D : X \rightarrow X$  ว่าเป็นการวางนัยทั่วไปการแปลงขวา-ซ้าย ( $f, g$ )

ของพีชคณิต BE (right-left generalized ( $f, g$ ) derivation) ของ  $X$  เขียนแทนด้วย

ถ้า  $D(x * y) = (f(x) * D(y)) \vee (d(x) * g(y))$  สำหรับทุก ๆ  $x, y \in X$

3) จะเรียก  $D$  ว่าเป็น การวางนัยทั่วไปการแปลง ( $f, g$ )

ของพีชคณิต BE (generalized ( $f, g$ ) derivation) ของ  $X$

ถ้า  $D$  เป็นทั้งการวางนัยทั่วไปการแปลงซ้าย-ขวา ( $f, g$ ) และ การวางนัยทั่วไปการแปลงขวา-ซ้าย ( $f, g$ )

**ตัวอย่าง 2**  $X = \{1, a, b\}$  นิยามการดำเนินการทวิภาค  $*$  บน  $X$  ดังตารางต่อไปนี้

*	1	a	b
1	1	a	b
a	1	1	1
b	1	1	1

จะได้ว่า  $X$  เป็นพีชคณิต BE

นิยามฟังก์ชัน  $f : X \rightarrow X$  โดย

$$f(x) = \begin{cases} 1 & ; \quad x = 1 \\ b & ; \quad x = a, b \end{cases}$$

จะได้ว่า  $f$  เป็นอันตรสัณฐานของ  $X$

และนิยามฟังก์ชัน  $g : X \rightarrow X$  โดยที่

$$g(x) = \begin{cases} 1 & ; \quad x = 1 \\ a & ; \quad x = a, b \end{cases}$$

จะได้ว่า  $g$  เป็นอันตรสัณฐานของ  $X$

และนิยามฟังก์ชัน  $d : X \rightarrow X$  โดยที่

$$d(x) = \begin{cases} 1 & ; \quad x = 1 \\ b & ; \quad x = a \\ a & ; \quad x = b \end{cases}$$

จะได้ว่า  $d$  เป็น การแปลง ( $f, g$ ) ของ  $X$

และนิยามฟังก์ชัน  $D : X \rightarrow X$  โดยที่

$$D(x) = \begin{cases} 1 & ; \quad x = 1 \\ b & ; \quad x = a, b \end{cases}$$

จะได้ว่า  $D$  เป็น การวางนัยทั่วไปการแปลง( $f, g$ ) ของ  $X$

**ทฤษฎีบท 1** ให้  $X$  เป็นพีชคณิต BE และ  $D$  เป็น การวางนัยทั่วไปการแปลง( $f, g$ ) ของ  $X$  จะได้ว่า  $D(1) = 1$

**พิสูจน์.** ให้  $D$  เป็น การวางนัยทั่วไปการแปลง( $f, g$ ) ของ  $X$  จากหมายเหตุ 2 จะได้ว่า  $f(1) = 1$  และ  $g(1) = 1$

พิจารณา

$$\begin{aligned}
 D(1) &= D(1 * 1) && ; \text{BE1} \\
 &= (f(1) * D(1)) \vee (d(1) * g(1)) && ; \text{นิยาม 6(2)} \\
 &= (1 * D(1)) \vee (d(1) * 1) && ; f(1) = 1, g(1) = 1 \\
 &= D(1) \vee 1 && ; \text{BE3, BE2} \\
 &= (1 * D(1)) * D(1) && ; \text{หมายเหตุ 1} \\
 &= D(1) * D(1) && ; \text{BE3} \\
 &= 1 && ; \text{BE1}
 \end{aligned}$$

**ทฤษฎีบท 2** ให้  $X$  เป็นพีชคณิต BE และ  $D$  เป็น การวางนัยทั่วไปการแปลง( $f, g$ ) ของ  $X$  จะได้ว่า

1) ถ้า  $D$  เป็น การวางนัยทั่วไปการแปลงขวา-ซ้าย( $f, g$ ) ของ  $X$  แล้ว  $D(x) = D(x) \vee g(x)$

สำหรับทุก  $x \in X$

2) ถ้า  $D$  เป็น การวางนัยทั่วไปการแปลงซ้าย-ขวา( $f, g$ ) ของ  $X$  แล้ว  $D(x) = f(x) \vee d(x)$

สำหรับทุก  $x \in X$

**พิสูจน์.**

1) ให้  $x \in X$  สมมติว่า  $D$  เป็น การวางนัยทั่วไปการแปลงขวา-ซ้าย( $f, g$ ) ของ  $X$

จากหมายเหตุ 2 จะได้ว่า  $f(1) = 1$  และ  $g(1) = 1$  และจากทฤษฎีบท 1 จะได้ว่า  $D(1) = 1$

$$\begin{aligned}
 \text{พิจารณา } D(x) &= D(1 * x) && ; \text{BE3} \\
 &= (f(1) * D(x)) \vee (d(1) * g(x)) && ; \text{นิยาม 6(2)} \\
 &= (1 * D(x)) \vee (1 * g(x)) && ; f(1) = 1, d(1) = 1 \\
 &= D(x) \vee g(x) && ; \text{BE3}
 \end{aligned}$$

2) ให้  $x \in X$  และ  $D$  เป็น การวางนัยทั่วไปการแปลงซ้าย-ขวา( $f, g$ ) ของ  $X$  จากหมายเหตุ 2

จะได้ว่า  $f(1) = 1$  และ  $g(1) = 1$  และจากทฤษฎีบท 1 จะได้ว่า  $D(1) = 1$

$$\begin{aligned}
 \text{พิจารณา } D(x) &= D(1 * x) && ; \text{BE3} \\
 &= (D(1) * f(x)) \vee (g(1) * d(x)) && ; \text{นิยาม 6(1)} \\
 &= (1 * f(x)) \vee (1 * d(x)) && ; D(1) = 1, g(1) = 1 \\
 &= f(x) \vee d(x) && ; \text{BE2}
 \end{aligned}$$

**บทนิยาม 7** ให้  $X$  เป็นพีชคณิต BE และ  $D$  เป็น การวางนัยทั่วไปการแปลง( $f, g$ ) ของ  $X$  และ

กำหนดเซต  $\text{Fix}(X)$  โดยที่  $\text{Fix}(X) = \{x \in X \mid D(x) = f(x) = g(x) = d(x)\}$

**หมายเหตุ 3**  $\text{Fix}(X) \neq \emptyset$  เพราะว่ามี  $1 \in \text{Fix}(X)$

**ทฤษฎีบท 3** ให้  $X$  เป็นพีชคณิต BE และ  $D$  เป็นการวางนัยทั่วไปการแปลง ( $f, g$ ) ของ  $X$  จะได้ว่า  $Fix(X)$  เป็นพีชคณิตย่อยของ  $X$

**พิสูจน์.** จากหมายเหตุ 2 จะได้ว่า  $Fix(X) \neq \emptyset$  ให้  $x, y \in Fix(X)$  จาก  $x, y \in Fix(X)$  จะได้ว่า  $D(x) = f(x) = g(x) = d(x)$  และ  $D(y) = f(y) = g(y) = d(y)$

พิจารณา

$$\begin{aligned} D(x * y) &= (f(x) * D(y)) \vee (d(x) * g(y)) && ; \text{นิยาม 6(2)} \\ &= (f(x) * f(y)) \vee (d(x) * g(y)) && ; D(y) = f(y) \\ &= (f(x) * f(y)) \vee (f(x) * f(y)) && ; d(x) = f(x), g(y) = f(y) \\ &= ((f(x) * f(y)) * (f(x) * f(y))) * (f(x) * f(y)); \text{หมายเหตุ 1} \\ &= 1 * (f(x) * f(y)) && ; BE1 \\ &= f(x) * f(y) && ; BE3 \\ &= f(x * y) && ; \text{นิยาม 4} \end{aligned}$$

ต่อไปจะแสดงว่า  $D(x * y) = g(x * y)$  พิจารณา

$$\begin{aligned} D(x * y) &= (f(x) * D(y)) \vee (d(x) * g(y)) && ; \text{นิยาม 6(2)} \\ &= (g(x) * D(y)) \vee (g(x) * g(y)) && ; f(x) = g(x), d(x) = g(x) \\ &= (g(x) * g(y)) \vee (g(x) * g(y)) && ; D(y) = g(y) \\ &= ((g(x) * g(y)) * (g(x) * g(y))) * (g(x) * g(y)) ; \text{หมายเหตุ 1} \\ &= 1 * (g(x) * g(y)) && ; BE1 \\ &= g(x) * g(y) && ; BE3 \\ &= g(x * y) && ; \text{นิยาม 4} \end{aligned}$$

ต่อไปจะแสดงว่า  $D(x * y) = d(x * y)$  พิจารณา

$$\begin{aligned} D(x * y) &= (f(x) * D(y)) \vee (d(x) * g(y)) && ; \text{นิยาม 6(2)} \\ &= (d(x) * D(y)) \vee (d(x) * g(y)) && ; f(x) = d(x) \\ &= (d(x) * d(y)) \vee (d(x) * d(y)); && ; D(y) = d(y), g(y) = d(y) \\ &= ((d(x) * d(y)) * (d(x) * d(y))) * (d(x) * d(y)); \text{หมายเหตุ 1} \\ &= 1 * (d(x) * d(y)) && ; BE1 \\ &= d(x) * d(y) && ; BE3 \\ &= d(x * y) && ; \text{นิยาม 4} \end{aligned}$$

ดังนั้น  $D(x * y) = f(x * y) = g(x * y) = d(x * y)$  ทำให้  $x * y \in Fix(X)$

สรุปได้ว่า  $Fix(X)$  เป็นพีชคณิตย่อยของ  $X$

**ทฤษฎีบท 4** ให้  $X$  เป็นพีชคณิต BE และ  $D$  เป็นการวางนัยทั่วไปการแปลง ( $f, g$ ) ของ  $X$

ถ้า  $x, y \in Fix(X)$  แล้ว  $x \vee y \in Fix(X)$  สำหรับทุก ๆ  $x, y \in X$

**พิสูจน์** จากหมายเหตุ 3 จะได้ว่า  $Fix(X) \neq \emptyset$  ให้  $x, y \in X$  สมมติว่า  $x, y \in Fix(X)$

จะได้ว่า  $D(x) = f(x) = g(x) = d(x)$  และ  $D(y) = f(y) = g(y) = d(y)$  จากทฤษฎีบท 3

จะได้ว่า  $y * x \in Fix(X)$  ดังนั้น  $D(y * x) = f(y * x) = g(y * x) = d(y * x)$

พิจารณา

$$\begin{aligned}
 D(x \vee y) &= D((y * x) * x) && ; \text{หมายเหตุ 1} \\
 &= (f(y * x) * D(x)) \vee (d(y * x) * g(x)) && ; \text{นิยาม 6(2)} \\
 &= (f(y * x) * f(x)) \vee (d(y * x) * f(x)) && ; D(x) = f(x) = g(x) \\
 &= (f(y * x) * f(x)) \vee (f(y * x) * f(x)) && ; f(y * x) = d(y * x) \\
 &= ((f(y * x) * f(x)) * (f(y * x) * f(x))) * (f(y * x) * f(x)) ; \text{หมายเหตุ 1} \\
 &= 1 * (f(y * x) * f(x)) && ; BE1 \\
 &= (f(y * x) * f(x)) && ; BE3 \\
 &= (f(y * x) * x) && ; \text{นิยาม 4} \\
 &= f(x \vee y) && ; \text{หมายเหตุ 1}
 \end{aligned}$$

ต่อไปพิจารณา

$$\begin{aligned}
 D(x \vee y) &= D((y * x) * x) && ; \text{หมายเหตุ 1} \\
 &= (f(y * x) * D(x)) \vee (d(y * x) * g(x)) && ; \text{นิยาม 6(2)} \\
 &= (g(y * x) * D(x)) \vee (g(y * x) * g(x)) && ; f(x * y) = g(x * y) = d(x * y) \\
 &= (g(y * x) * g(x)) \vee (g(y * x) * g(x)) && ; D(x) = g(x) \\
 &= ((g(y * x) * g(x)) * (g(y * x) * g(x))) * (g(y * x) * g(x)) ; \text{หมายเหตุ 1} \\
 &= 1 * (g(y * x) * g(x)) && ; BE1 \\
 &= g(y * x) * g(x) && ; BE3 \\
 &= g((y * x) * x) && ; \text{นิยาม 4} \\
 &= g(x \vee y) && ; \text{หมายเหตุ 1}
 \end{aligned}$$

ต่อไปพิจารณา

$$\begin{aligned}
 D(x \vee y) &= D((y * x) * x) && ; \text{หมายเหตุ 1} \\
 &= (f(y * x) * D(x)) \vee (d(y * x) * g(x)) && ; \text{นิยาม 6(2)} \\
 &= (d(y * x) * D(x)) \vee (d(y * x) * g(x)) && ; f(x * y) = d(x * y) \\
 &= (d(y * x) * d(x)) \vee (d(y * x) * d(x)) && ; D(x) = d(x), g(x) = d(x) \\
 &= ((d(y * x) * d(x)) * (d(y * x) * d(x))) * (d(y * x) * d(x)) ; \text{หมายเหตุ 1} \\
 &= 1 * (d(y * x) * d(x)) && ; BE1 \\
 &= d(y * x) * d(x) && ; BE3 \\
 &= d((y * x) * x) && ; \text{นิยาม 4}
 \end{aligned}$$

$$= d(x \vee y) \quad ; \text{หมายเหตุ 1}$$

ดังนั้น  $D(x \vee y) = f(x \vee y) = g(x \vee y) = d(x \vee y)$  สรุปได้ว่า  $x \vee y \in \text{Fix}(X)$

**บทนิยาม 8** ให้  $X$  เป็นพีชคณิต BE และ  $D$  เป็นการวางนัยทั่วไปการแปลง( $f, g$ ) ของ  $X$  และ

กำหนดเซต  $\text{Ker } D$  โดยที่  $\text{Ker } D = \{x \in X \mid D(x) = 1\}$

**หมายเหตุ 4** เนื่องจาก  $D(1) = 1$  ดังนั้น  $1 \in \text{Ker } D$  ทำให้  $\text{Ker } D \neq \emptyset$

**ทฤษฎีบท 5** ให้  $X$  เป็นพีชคณิต BE และ  $D$  เป็นการวางนัยทั่วไปการแปลง( $f, g$ ) ของ  $X$  จะได้ว่า  $\text{Ker } D$  เป็นพีชคณิตย่อยของ  $X$

**พิสูจน์.** จากหมายเหตุ 4 จะได้ว่า  $\text{Ker } D \neq \emptyset$  สมมติว่า  $x, y \in \text{Ker } D$  จะได้ว่า  $D(y) = 1$

พิจารณา

$$\begin{aligned} D(x * y) &= (f(x) * D(y)) \vee (d(x) * g(y)) && ; \text{นิยาม 6(2)} \\ &= (f(x) * 1) \vee (d(x) * g(y)) && ; D(y) = 1 \\ &= 1 \vee (d(x) * g(y)) && ; \text{BE2} \\ &= ((d(x) * g(y)) * 1) * 1 && ; \text{หมายเหตุ 1} \\ &= 1 * 1 && ; \text{BE2} \\ &= 1 && ; \text{BE1} \end{aligned}$$

ดังนั้น  $x * y \in \text{Ker } D$

สรุปได้ว่า  $\text{Ker } D$  เป็นพีชคณิตย่อยของ  $X$

**ทฤษฎีบท 6** ให้  $X$  เป็นพีชคณิต BE และ  $D$  เป็นการวางนัยทั่วไปการแปลง( $f, g$ ) ของ  $X$  ถ้า  $x \in \text{Ker } D$  และ  $y \in X$  แล้ว  $x \vee y \in \text{Ker } D$

**พิสูจน์** สมมติ  $y \in X$  และ  $x \in \text{Ker } D$  จาก  $x \in \text{Ker } D$  จะได้ว่า  $D(x) = 1$

พิจารณา

$$\begin{aligned} D(x \vee y) &= D((y * x) * x) && ; \text{หมายเหตุ 1} \\ &= (f(y * x) * D(x)) \vee (d(y * x) * g(x)) && ; \text{นิยาม 6(2)} \\ &= (f(y * x) * 1) \vee (d(y * x) * g(x)) && ; D(x) = 1 \\ &= 1 \vee (d(y * x) * g(x)) && ; \text{BE2} \\ &= ((d(y * x) * g(x)) * 1) * 1 && ; \text{หมายเหตุ 1} \\ &= 1 * 1 && ; \text{BE2} \\ &= 1 && ; \text{BE1} \end{aligned}$$

ดังนั้น  $x \vee y \in \text{Ker } D$

**ทฤษฎีบท 7** ให้  $X$  เป็นพีชคณิต BE สลับที่ และ  $D$  เป็นการวางนัยทั่วไปการแปลง( $f, g$ ) ของ  $X$

ถ้า  $x \leq y$  และ  $x \in \text{Ker } D$  แล้ว  $y \in \text{Ker } D$  สำหรับทุก ๆ  $x, y \in X$

**พิสูจน์** ให้  $x, y \in X$  สมมติ  $x \leq y$  และ  $x \in \text{Ker } D$  จาก  $x \leq y$  จะได้ว่า  $x * y = 1$  และ  $D(x) = 1$

พิจารณา  $D(y) = D(1 * y) \quad ; \text{BE3}$

$$\begin{aligned}
 &= D((x * y) * y) && ; x * y = 1 \\
 &= D((y * x) * x) && ; \text{นิยาม 3} \\
 &= (f(y * x) * D(x)) \vee (d(y * x) * g(x)) && ; \text{นิยาม 6(2)} \\
 &= (f(y * x) * 1) \vee (d(y * x) * g(x)) && ; D(x) = 1 \\
 &= 1 \vee (d(y * x) * g(x)) && ; \text{BE2} \\
 &= ((d(y * x) * g(x)) * 1) * 1 && ; \text{หมายเหตุ 1} \\
 &= 1 * 1 && ; \text{BE2} \\
 &= 1 && ; \text{BE1}
 \end{aligned}$$

ดังนั้น  $y \in \text{Ker } D$

ทฤษฎีบท 8 ให้  $X$  เป็นพีชคณิต BE และ  $D$  เป็นการวางนัยทั่วไปการแปลง  $(f, g)$  ของ  $X$

ถ้า  $y \in \text{Ker } D$  แล้ว  $x * y \in \text{Ker } D$  สำหรับทุก ๆ  $x, y \in X$

พิสูจน์ ให้  $x, y \in X$  สมมติว่า  $y \in \text{Ker } D$  จะได้ว่า  $D(y) = 1$

$$\begin{aligned}
 \text{พิจารณา } D(x * y) &= (f(x) * D(y)) \vee (d(x) * g(y)) && ; \text{นิยาม 6(2)} \\
 &= (f(x) * 1) \vee (d(x) * g(y)) && ; D(y) = 1 \\
 &= 1 \vee (d(x) * g(y)) && ; \text{BE2} \\
 &= ((d(x) * g(y)) * 1) * 1 && ; \text{หมายเหตุ 1} \\
 &= 1 * 1 && ; \text{BE2} \\
 &= 1 && ; \text{BE1}
 \end{aligned}$$

ดังนั้น  $x * y \in \text{Ker } D$

### สรุปผลและเสนอแนะ

จากงานวิจัยนี้ทำให้ได้แนวคิดของการวางนัยทั่วไปการแปลง  $(f, g)$  ของพีชคณิต BE  $\text{Ker } D$  และ  $\text{Fix}(X)$  และเรายังได้รับทฤษฎีบทต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับ การวางนัยทั่วไปการแปลง  $(f, g)$  บนพีชคณิต BE  $\text{Ker } D$  และ  $\text{Fix}(X)$  นอกจากนี้ยังสามารถนำแนวคิดของ การวางนัยทั่วไปการแปลง  $(f, g)$  บนพีชคณิต BE ไปขยายเพื่อศึกษาบนพีชคณิตตัวอื่น ๆ ได้อีกด้วย

### เอกสารอ้างอิง

- Ahn, S.S. & So, K.S.(2008). On ideals and uppers in BE-algebras. *Sci. Math. Japo. Online e-2008*. 351-357.
- Ardekani, L.K. & Davaz, B. (2014). On  $(f, g)$ -derivations of B-algebras. *Matematikvivesnik*, 66(2), 125–132.
- Kim, K. H. & Lee, S. m. (2014). On derivations of BE-algebras. *Honam Mathematical Journal*, 36(1), 167-178.
- Imai, Y. & Iséki, K. (1966). On axiom systems of propositional calculi, XIV. *Proc. Japan Acad. Ser. A, Math. Sci.*, 42(1), 19-22.
- H. S. Kim & Y. H. Kim. (2007). On BE-algebras. *Sci. Math. Japo*, 66(1), 113-116.

## พันธุศาสตร์เซลล์ของปลากัดป่าบางชนิด จากแหล่งน้ำธรรมชาติในประเทศไทย Cytogenetics of Some Wild Fighting Fish from Natural Water Sources in Thailand

ปริญญาศักดิ์ เจียรระแม

Parinyasak Jiaramae

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

Faculty of Science and Technology Rajabhat Mahasarakham University

\*Corresponding author. E-mail: Nicky256@gmail.com

### บทคัดย่อ

การศึกษาพันธุศาสตร์ระดับเซลล์ของปลากัดป่าบางชนิด จากแหล่งน้ำธรรมชาติในประเทศไทย ได้แก่ ปลากัดป่าภาคกลาง (*Betta splendens*) ปลากัดป่าภาคตะวันออกเฉียง (B. siamorientalis) และปลากัดป่าภาคอีสาน (B. smaragdina) โดยเตรียมโครโมโซมจากไตและย้อมสีโครโมโซมแบบธรรมดา ผลการศึกษาพบว่าปลากัดป่าภาคกลาง มีโครโมโซมดิพลอยด์เท่ากับ 42 แท่ง มีจำนวนโครโมโซมพื้นฐาน 62 แท่ง ประกอบด้วยโครโมโซมชนิด เมทาเซนทริกขนาดใหญ่ 4 แท่ง ซับเมทาเซนทริกขนาดใหญ่ 2 แท่ง ซับเมทาเซนทริกขนาดกลาง 6 แท่ง และเทโลเซนทริกขนาดกลาง 30 แท่ง สูตรแคริโอไทป์คือ  $2n (42) = L^m_4 + L^{sm}_2 + M^{sm}_6 + M^t_{30}$  ปลากัดป่าภาคตะวันออกเฉียง มีจำนวนโครโมโซมดิพลอยด์เท่ากับ 42 แท่ง มีจำนวนโครโมโซมพื้นฐานเท่ากับ 54 แท่ง ประกอบด้วยโครโมโซมชนิด เมทาเซนทริกขนาดใหญ่ 2 แท่ง อะโครเซน-ทริกขนาดใหญ่ 2 แท่ง เทโลเซนทริกขนาดใหญ่ 4 แท่ง ซับเมทาเซนทริกขนาดกลาง 6 แท่ง อะโครเซนทริกขนาดกลาง 2 แท่ง เทโลเซนทริกขนาดกลาง 20 แท่ง และเทโลเซนทริกขนาดเล็ก 6 แท่ง สูตรแคริโอไทป์คือ  $2n (42) = L^m_2 + L^a_2 + L^t_4 + M^{sm}_6 + M^a_2 + M^t_{20} + S^t_6$  ปลากัดป่าภาคอีสาน มีจำนวนโครโมโซมดิพลอยด์เท่ากับ 42 แท่ง มีจำนวนโครโมโซมพื้นฐาน เท่ากับ 42 แท่ง ประกอบด้วยโครโมโซมชนิด เทโลเซนทริกขนาดใหญ่ 14 แท่ง และเทโลเซนทริกขนาดกลาง 28 แท่ง สูตรแคริโอไทป์คือ  $2n (42) = L^t_{14} + M^t_{28}$

**คำสำคัญ:** โครโมโซม, แคริโอไทป์, ไรดิโอแกรม



### Abstract

A cytogenetics study of some wild fighting fish habitats in natural water sources in Thailand, including the Central Betta (*Betta splendens*), Eastern Betta (*Betta siamorientalis*), and Isan Betta (*Betta smaragdina*), was conducted. The chromosomes were extracted from kidney tissue and stained. The results showed that the Central Betta type possessed 42 diploid chromosomes and 62 fundamental chromosomes, with four large metacentric, two large submetacentric, six medium submetacentric, and 30 medium telocentric chromosomes. The karyotype formula for the Central Betta was  $2n = L_4^m + L_2^{sm} + M_6^{sm} + M_{30}^t$ . In the Eastern Betta, 42 diploid and 54 fundamental chromosomes with two large metacentrics, two large acrocentrics, four large telocentrics, six medium submetacentrics, two medium acrocentrics, twenty medium telocentrics, and six small telocentrics were found. The Eastern Betta karyotype formula was  $2n = L_2^m + L_2^a + L_4^t + M_6^{sm} + M_2^a + M_{20}^t + S_6^t$ . There were 42 diploid and 42 fundamental chromosomes in the Isan Betta, including 14 large telocentric and 28 medium telocentric chromosomes with the karyotype formula  $2n = L_{14}^t + M_{28}^t$ .

**Keywords:** Chromosome, Karyotype, Idiogram

### บทนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีความหลากหลายทางชีวภาพ (Biodiversity) มีความอุดมสมบูรณ์ทั้งทรัพยากรพืชและสัตว์ จึงเป็นศูนย์รวมความหลากหลายของชนิดพันธุ์มากที่สุดแห่งหนึ่งของโลก ซึ่งปลาเป็นสัตว์มีกระดูกสันหลังที่มีความหลากหลายทางชนิดพันธุ์สูงที่สุด มากกว่านกเป็นสองเท่า มากกว่าสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมหลายเท่าทั่วโลกมีการค้นพบปลาน้ำจืดและปลาทะเลมากกว่า 24,000 ชนิด ในจำนวนนี้มีปลาที่อาศัยอยู่ในทะเลกว่า 13,000 ชนิด เป็นปลาที่มีถิ่นอาศัยอยู่ในแนวปะการัง 4,000 ชนิด แต่การศึกษาเกี่ยวกับโครโมโซมของปลามีรายงานที่น้อยมาก (ธรรณ์ ธำรงนาวาสวัสดิ์ และคณะ, 2547)

ปลากัดไทย เป็นปลาน้ำจืดสายพันธุ์พื้นเมืองพบตามแหล่งน้ำธรรมชาติมีชื่อสามัญว่า Siamese Fighting Fish ปลากัดมีลักษณะลำตัวยาวประมาณ 5-6 เซนติเมตร มีคุณสมบัติปราดเปรียว ว่องไว มีความอดทน อีกทั้งยังมีสีสันสวยงาม ปลากัดเป็นปลาที่พบได้ทั่วไปในทุกภาคของประเทศไทย สามารถพบได้ตามแหล่งน้ำตามธรรมชาติ บริเวณที่มีน้ำตื้น มักพบในจุดที่มีน้ำค่อนข้างใส นิ่ง และเป็นแหล่งน้ำที่มีพืชน้ำขึ้นอยู่ ซึ่งหากมองย้อนกลับไปในอดีตจะพบว่า ปลากัดเป็นปลาที่เด็กผู้ชายไทยส่วนใหญ่นิยมแสวงหามาเพื่อทำการต่อสู้แข่งขัน และประกวดความสวยงาม โดยตั้งแต่โบราณปลากัดมักถูกเลี้ยงไว้เป็นเกมกีฬาเพื่อการต่อสู้ประชันหลังฤดูเก็บเกี่ยวพืชพันธุ์ จนกลายเป็นวิถีชีวิตของคนไทยในอดีตจนถึงปัจจุบัน ซึ่งในปัจจุบันปลากัดได้ถูกนำมาพัฒนาสายพันธุ์ให้มีความสวยงามยิ่งขึ้น จนทำให้กระแสการเลี้ยงปลากัดของคนไทยโด่งดังและเป็นที่ยอมรับแพร่หลายไปจนทั่วโลก อีกทั้งยังมีการเพาะจำหน่ายทั้งในประเทศไทยและส่งออกไปยังต่างประเทศ จนสามารถสร้างงานและสร้างรายได้อย่างมหาศาลในแต่ละปีให้แก่ประเทศไทยอีกด้วย (สำนักงานอุทยานการเรียนรู้, 2560)

ปัจจุบันปลากัดสวยงามของไทยได้รับความนิยมเลี้ยงกันอย่างแพร่หลายในประเทศต่าง ๆ ทั่วโลก เกษตรกรผู้เพาะเลี้ยงปลาสวยงามของไทย มีความรู้และความชำนาญในการพัฒนาสายพันธุ์ปลากัด จนเป็นที่ยอมรับของนักเลี้ยงปลาทั่วโลก จากมูลค่าการส่งออกปลาสวยงามในแต่ละปี พบว่าปลากัดเป็นปลาสวยงามของไทยที่มีมูลค่าการส่งออกสูงเป็นอันดับ 1 และด้วยคุณภาพทั้งหมดจะพบว่าปลากัดไม่ได้เป็นปลาที่เลี้ยงไว้เพียงชื่นชมความสวยงามเพียงเท่านั้น แต่เป็นปลาที่สร้างงาน สร้างรายได้มหาศาลในแต่ละปี เกิดการรวมกลุ่มของคนรักปลากัดมากมายและที่สำคัญในปี พ.ศ. 2556 กรมส่งเสริมวัฒนธรรมกระทรวงวัฒนธรรมได้ขึ้นทะเบียนปลากัดให้เป็นมรดกทางวัฒนธรรมของชาติ เป็นมรดกภูมิปัญญาไทยที่สำคัญของไทย (สำนักงานอุทยานการเรียนรู้, 2560)

ปัจจุบันการศึกษาทางพันธุศาสตร์ระดับเซลล์ (Cytogenetics) ในปลากัดกำลังเป็นที่สนใจของนักพันธุศาสตร์ เนื่องจากข้อมูลโครโมโซม สามารถใช้เป็นข้อมูลเพิ่มเติมในการจัดจำแนกทางอนุกรมวิธาน ช่วยให้เราเข้าใจวิถีการเกิดวิวัฒนาการของกลุ่มสัตว์มีกระดูกสันหลัง เนื่องจากปลาเป็นสัตว์มีกระดูกสันหลังอันดับแรก ปลาหลายชนิดมีความแตกต่างผันแปรทางด้านโครโมโซมค่อนข้างมาก การวิเคราะห์ลักษณะของโครโมโซมสามารถทำให้เราเข้าใจกระบวนการเกิดสิ่งมีชีวิตใหม่ และสามารถใช้พันธุศาสตร์ระดับเซลล์ในการปรับปรุงสายพันธุ์ปลาและการเพาะเลี้ยงได้ นอกจากนี้ความผิดปกติของโครโมโซมอาจทำให้เกิดโรคในปลาได้ เช่นเดียวกับกรณีที่เกิดขึ้นในมนุษย์ (โรเจอร์วีชย์รัตน์, 2545; Sharma et al., 2002)

มีการศึกษาพันธุศาสตร์ระดับเซลล์อย่างกว้างขวางในสัตว์หลายชนิด ทำให้มีการพัฒนาเทคนิคหลายอย่าง เพื่อให้การวิจัยได้บรรลุผลตามที่ต้องการ รวมถึงการปรับเทคนิคให้เข้ากับชนิดสัตว์ที่ศึกษา เนื่องจากวิธีการและสารเคมีที่เหมาะสมสำหรับใช้ในสัตว์แต่ละชนิดไม่เหมือนกัน การศึกษาพันธุศาสตร์ระดับเซลล์ของปลากัดยังมีน้อย เนื่องจากข้อจำกัดหลายประการ เช่น ปลากัดบางชนิดในประเทศไทยทำการเก็บตัวอย่างที่ลำบาก อีกทั้งปลายังมีขนาดของโครโมโซมที่เล็กมาก และยังสังเกตภายใต้กล้องจุลทรรศน์ได้ยาก ข้อมูลทางด้านพันธุศาสตร์ระดับเซลล์จะมีความสำคัญอย่างยิ่ง เพราะจะทำให้ทราบถึงข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับโครโมโซม นำไปใช้ร่วมกับการศึกษาด้านอนุกรมวิธาน และเชื่อมโยงความสัมพันธ์ทางสายวิวัฒนาการกับปลาชนิดอื่นนอกจากนี้ยังเป็นข้อมูลพื้นฐานทางด้านการศึกษาช่วยอนุรักษ์และขยายพันธุ์รวมถึงการปรับปรุงพันธุ์ ดังนั้นการศึกษาเกี่ยวกับพันธุศาสตร์ระดับเซลล์ของปลากัดในประเทศไทยจึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง เนื่องจากปลาชนิดนี้เป็นปลาประจำชาติและมีความสำคัญทางเศรษฐกิจ ซึ่งพบรายงานข้อมูลทางพันธุศาสตร์เซลล์จำนวนน้อย จึงทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะทำการศึกษาพันธุศาสตร์เซลล์ของปลากัดในแต่ละภาคของประเทศไทยในครั้งนี้

### วิธีดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยเพื่อศึกษาพันธุศาสตร์ระดับเซลล์ของปลากัดป่าบางชนิดในประเทศไทย โดยใช้เทคนิคการย้อมสีโครโมโซมแบบธรรมดา (Conventional Staining) โดยแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน คือ การเตรียมโครโมโซม การย้อมสีโครโมโซม การตรวจสอบโครโมโซมการจัดทำแคโรไทป์และไอดีโอแกรมมาตรฐาน โดยมีขั้นตอนการดำเนินการวิจัย ดังนี้

1. การเตรียมโครโมโซม วิธีดำเนินการวิจัยดัดแปลงจาก อมรา คัมภีรานนท์ (2546) และ Chen and Ebeling (1968)

1.1 เก็บตัวอย่างปลากัดป่าบางชนิดในประเทศไทยได้แก่ ปลากัดป่าภาคกลาง (*Betta splender*) ปลากัดป่าภาคตะวันออก (*Betta siamorientalis*) และปลากัดป่าภาคอีสาน (*Betta smaragdina*) นำมาซึ่งน้ำหนักของตัวปลาพร้อมจดบันทึก

1.2 ฉีดโคชิซินที่มีความเข้มข้น 0.05% เข้าบริเวณช่องท้องของปลากัดป่าโดยคำนวณการฉีดโคชิซิน จากอัตราส่วนของน้ำหนักตัวปลา 100 กรัม ต่อโคชิซิน 1 มิลลิกรัม จากนั้นพักไว้ 1 ชั่วโมง

1.3 นำปลาไปสลบโดยการนำไปแช่แข็ง แล้วทำการผ่าตัดบริเวณช่องท้องของปลาตัดเอาตัวอย่างไตที่อยู่บริเวณกระดูกสันหลังด้านหลังและบริเวณหัวใจที่อยู่ใกล้กับหัวใจ แล้วนำมาแช่ในสารละลายโพแทสเซียมคลอไรด์ (Potassium chloride, KCl) ที่ความเข้มข้น 0.075 โมลาร์

1.4 นำตัวอย่างไตมาสับให้ละเอียดแล้วย้ายลงในหลอดปั่นเหวี่ยง (Centrifuge Tube) ขนาด 15 มิลลิกรัม ทำการปั่น 30 นาที จากนั้นนำมาปั่นเหวี่ยงที่ 1,250 รอบต่อนาที (rpm) เป็นเวลา 8 นาที

1.5 นำมาดูดส่วนที่ใสทิ้งแล้วตรึงเซลล์ (Fixation) โดยการเติม Fresh Cold Fixative ซึ่งเตรียมจาก Methanol : Glacial Acetic Acid ในอัตราส่วน 3 : 1 แล้วนำมาปั่นเหวี่ยงที่ 1,250 รอบต่อนาที เป็นเวลา 8 นาที อีก 3-4 ครั้ง จนได้ตะกอนขาวที่ก้นหลอด

1.6 ดูดสารละลายที่ส่วนบนที่ใสทิ้งไปจนเกือบหมด เหลือไว้เพียงเนื้อเซลล์ประมาณ 0.5-1.0 มิลลิกรัม แล้วเติม Fixative อีกประมาณ 1-2 มิลลิกรัม ผสมให้เข้ากันดี

1.7 ใช้หลอดหยดดูดและหยดสารละลายตะกอนเซลล์บนสไลด์ที่แห้งและสะอาด ทิ้งสไลด์ไว้ให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง

1.8 นำมาตรวจโครโมโซมด้วยกล้องจุลทรรศน์ เลือกสไลด์ที่โครโมโซมกระจายตัวได้ดีไม่ซ้อนทับกันไว้ย้อมสีเพื่อศึกษาต่อไป

2. การย้อมสีโครโมโซม นำสไลด์โครโมโซมมาย้อมสีแบบธรรมดา ด้วยสีจิมซาความเข้มข้นร้อยละ 20 ที่เตรียมจาก Stock Giemsa's Solution ใน Sorensen's Buffer เป็นเวลา 30 นาที จากนั้นนำไปล้างออกด้วยน้ำประปาทิ้งไว้ให้แห้ง แล้วนำโครโมโซมไปตรวจสอบภายใต้กล้องจุลทรรศน์

3. การตรวจสอบโครโมโซม นำสไลด์ที่ย้อมด้วยสีจิมซาความเข้มข้นร้อยละ 20 แล้วนำมาตรวจดูภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง เพื่อตรวจหาเซลล์ที่มีโครโมโซมไม่ซ้อนทับกันและกระจายดีไปถ่ายรูปรด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงที่ติดตั้งระบบถ่ายภาพแบบดิจิทัลด้วยกำลังขยาย 1,000 เท่า

#### 4. การจัดทำแคโรไทป์และไอดีโอแกรม

4.1 การจัดทำแคโรไทป์ ขั้นตอนการจัดแคโรไทป์ดัดแปลงจากวิธีของ กันยาร์ตัน ไชยสุต (2532) โดยศึกษาจำนวนโครโมโซม และรูปร่างโครโมโซมการจัดทำแคโรไทป์จะใช้โครโมโซมในระยะเมทาเฟส 10 เซลล์ มาเป็นตัวแทนของสิ่งมีชีวิตชนิดนั้น โดยมีขั้นตอนดังนี้

1) ใช้รูปถ่ายที่ได้ในการจับคู่ของโครโมโซมที่เหมือนกัน (Homologous Chromosome) โครโมโซมคู่เหมือนนี้แห่งหนึ่งมาจากพ่ออีกแห่งหนึ่งมาจากแม่มีความคล้ายคลึงกันมากจึงสามารถจับคู่โครโมโซมได้ โดยการกำหนดตำแหน่งเซนโทรเมียร์ของโครโมโซมแต่ละแห่งในเซลล์ จากนั้นวัดค่าความยาวของแขนโครโมโซมข้างยาว ค่าความยาวของแขนโครโมโซมข้างสั้นโดยใช้โปรแกรม Photoshop นำค่าที่วัดได้มาคำนวณหาความยาวของ

โครโมโซมแต่ละแท่ง เมื่อวัดความยาวเสร็จแล้วจับคู่โครโมโซมที่มีความยาวของแขนแต่ละข้างและความยาวทั้งแท่งใกล้เคียงกันมากที่สุด

2) คำนวณหาค่า relative length (RL)

$$\text{ค่า } RL = \frac{\text{ความยาวของโครโมโซมแต่ละแท่ง (} LT \text{)}}{\text{ความยาวทั้งหมดของโครโมโซมทุกแท่ง (} \Sigma LT \text{)}}$$

การใช้ค่า RL นี้สามารถช่วยในการจับคู่โครโมโซมได้แน่นอนกว่าการใช้ค่าความยาวของโครโมโซม เพราะค่า RL ของโครโมโซมแต่ละแท่งจะคงที่ในทุกเซลล์ ส่วนค่าความยาวของโครโมโซมจะแตกต่างกันไปในเซลล์แต่ละเซลล์

3) คำนวณหาค่า Centromeric Index (CI) ซึ่งใช้ในการจัดชนิดของโครโมโซม ดังตารางที่ 1

$$\text{ค่า } CL = \frac{\text{ความยาวของแขนโครโมโซมข้างยาว (} Ll \text{)}}{\text{ความยาวของโครโมโซมแต่ละแท่ง (} LT \text{)}}$$

ตารางที่ 1 การจัดจำแนกชนิดของโครโมโซมโดยใช้ค่า CI ตามเกณฑ์ของ กันยารัตน์ ไชยสุต (2532)

ค่า CI	ชนิดของโครโมโซม
0.500-0.599	เมทาเซนทริก
0.600-0.699	ซับเมทาเซนทริก
0.700-0.899	อะโครเซนทริก
0.900-1.000	เทโลเซนทริก

4) การจัดขนาดของโครโมโซมแบ่งออกเป็น 3 ขนาด โดยกำหนดให้โครโมโซมคู่ที่ยาวที่สุด เป็นโครโมโซมคู่ที่ 1 และโครโมโซมคู่ที่สั้นที่สุดเป็นโครโมโซมคู่สุดท้าย เกณฑ์ในการจัดจำแนก ขนาดของโครโมโซม มีดังนี้

โครโมโซมขนาดใหญ่ (large = L)

$$L > \frac{LT \text{ คู่ที่ } 1 + LT \text{ คู่สุดท้าย}}{2}$$

โครโมโซมขนาดกลาง (medium = M)

$$M < \frac{\text{โครโมโซมขนาดกลาง (} \textit{medium} = M \text{)}}{2}$$

โครโมโซมขนาดเล็ก (small = S)

$$S < \frac{LT \text{ คู่ที่ } 1}{2}$$

5) จัดเรียงแคโรไทป์ให้เรียงตามความยาวของโครโมโซมแต่ละคู่จากมากไปหาน้อย

4.2 การจัดทำไอดีโอแกรม ซึ่งไอดีโอแกรมเป็นไดอะแกรมแสดงแคโริโอไทป์ของโครโมโซมหนึ่งชุด แพลลอยด์ โดยใช้ข้อมูลค่าเฉลี่ยความยาวของโครโมโซมและตำแหน่งของเซนโทรเมียร์ ใช้เซลล์ระยะเมทาเฟสจากการย้อมสีโครโมโซมแบบธรรมดา 10 เซลล์ นำมาจัดแคโริโอไทป์แล้ววัดความยาวของโครโมโซมแขนข้างยาวและโครโมโซมแขนข้างสั้นของโครโมโซมทุกคู่ การนำค่าเฉลี่ยความยาวของโครโมโซมแต่ละคู่มาจัดทำกราฟ โดยให้แกนตั้ง (Y) และแกนนอน (X) เป็นลำดับของโครโมโซมคู่ที่ใหญ่ที่สุดไปหาคู่ที่เล็กที่สุด

### ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ผลการศึกษาพันธุศาสตร์ระดับเซลล์ของปลากัดป่าบางชนิดในประเทศไทย ได้แก่ ปลากัดป่าภาคกลาง (*Betta splendens*) ปลากัดป่าภาคตะวันออก (*B. siamorientalis*) และปลากัดป่าภาคอีสาน (*B. smaragdina*) โดยการเตรียมโครโมโซมจากไต และย้อมแถบสีโครโมโซมแบบธรรมดา ซึ่งได้ผลการศึกษาดังนี้

ปลากัดป่าภาคกลาง ปลากัดป่าภาคตะวันออก ปลากัดป่าภาคอีสาน มีจำนวนโครโมโซมดิพลอยด์เท่ากับ 42, 42 และ 42 แห่ง ตามลำดับ และมีจำนวนโครโมโซมพื้นฐานเท่ากับ 62, 54 และ 42 แห่ง ตามลำดับ ซึ่งสามารถสรุปจำนวนชนิดและขนาดของโครโมโซมของปลากัดป่าบางชนิดในประเทศไทยได้ ดังตารางที่ 2

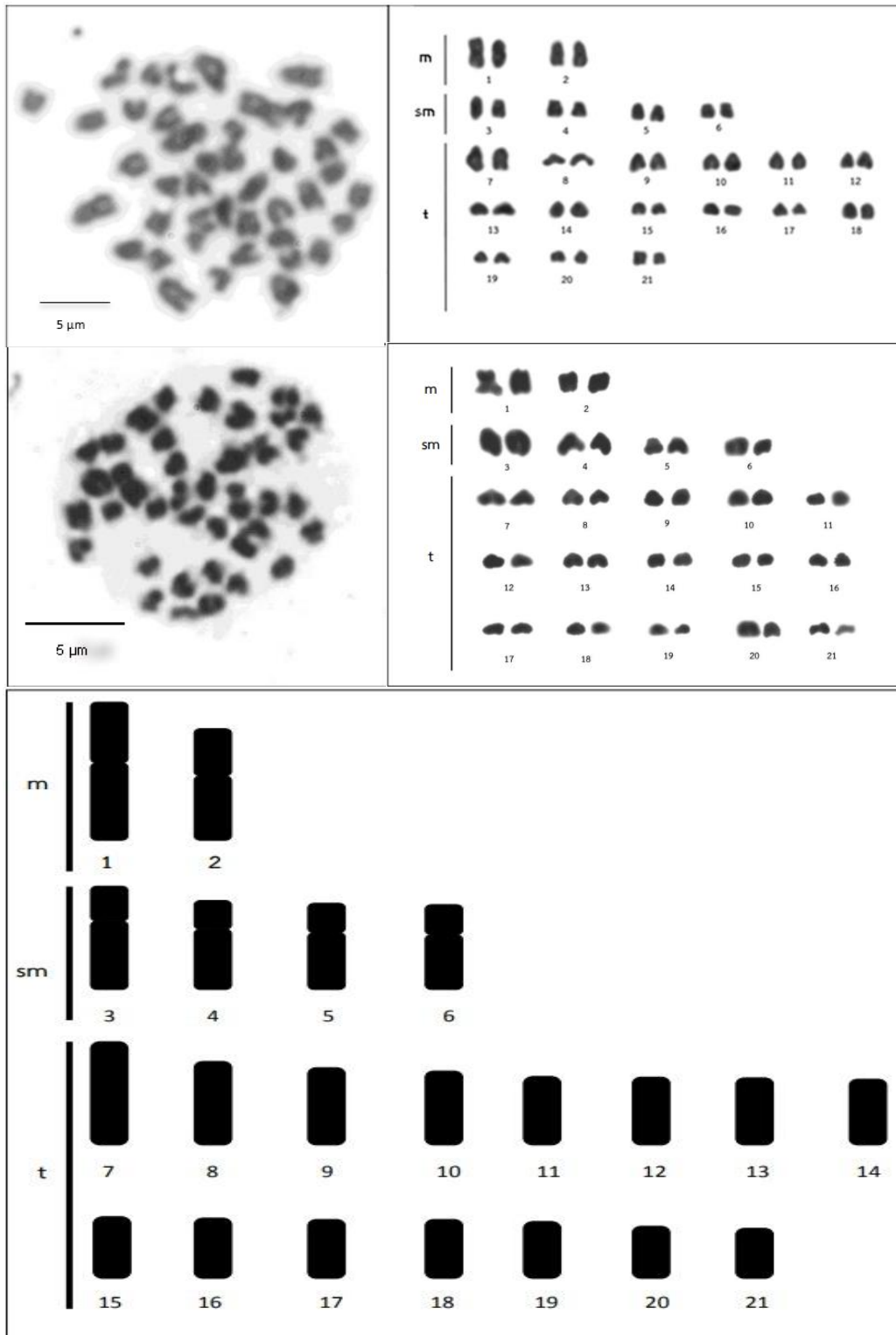
**ตารางที่ 2** จำนวนโครโมโซมดิพลอยด์ จำนวนโครโมโซมพื้นฐาน ชนิด และขนาดของโครโมโซม ในปลากัดป่า

ชนิดของปลา	2n	NF	โครโมโซม											
			L				M				S			
			m	sm	a	t	m	sm	a	t	m	sm	a	t
ปลากัดป่าภาคกลาง	42	62	4	2	-	-	-	6	-	30	-	-	-	-
ปลากัดป่าภาคตะวันออก	42	54	2	-	2	4	-	6	-	20	-	-	-	6
ปลากัดป่าภาคอีสาน	42	42	-	-	-	14	-	-	-	28	-	-	-	-

หมายเหตุ: 2n=diploid, L=Large Chromosome, M=Medium Chromosome, S=Small Chromosome; m=Metacentric, Chromosome; Sm=Sub metacentric Chromosome; a=Acrocentric Chromosome และ t=Telocentric Chromosome.

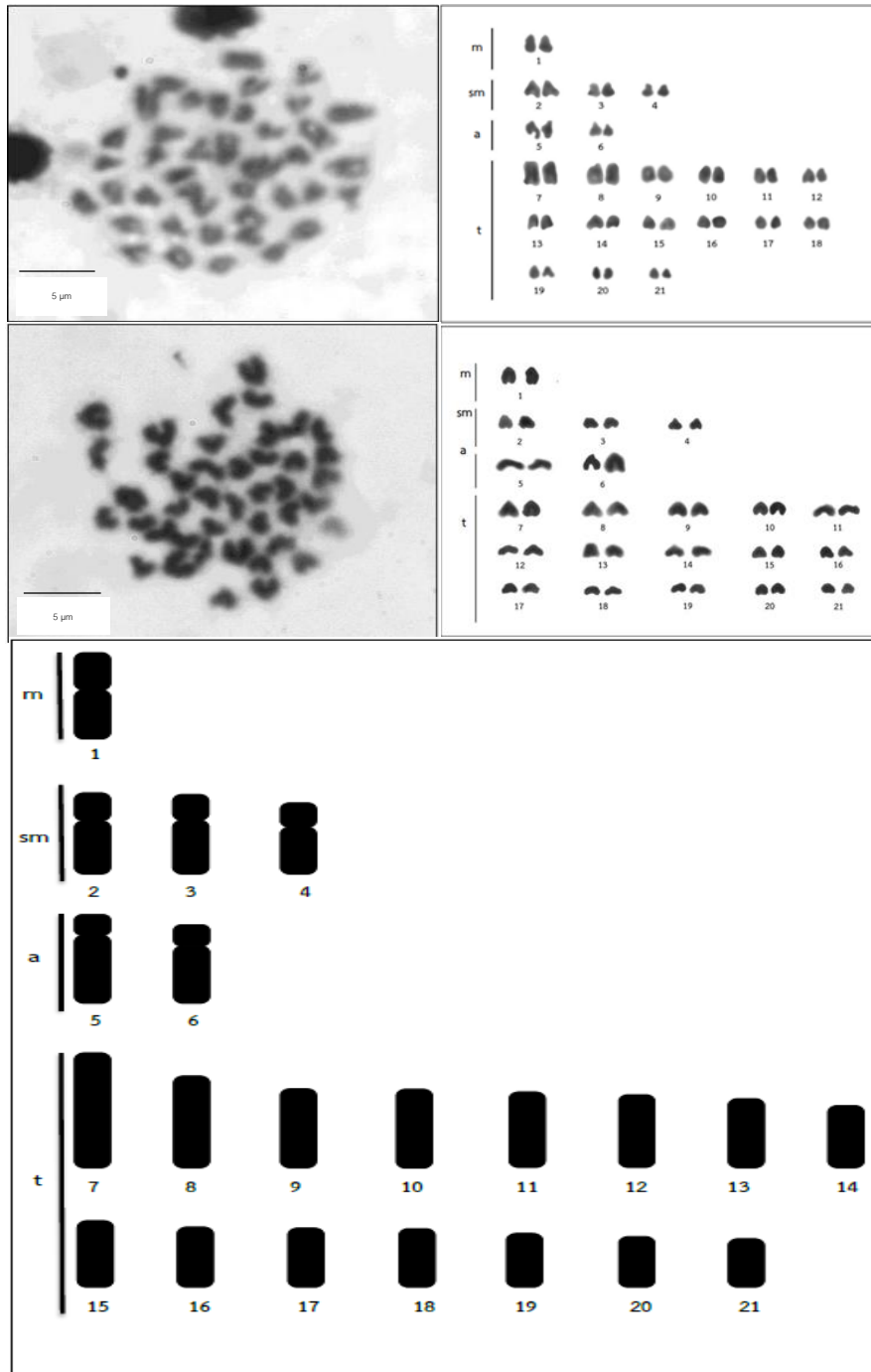
ปลากัดป่าภาคกลางมีจำนวนโครโมโซม 2n=42 แห่ง ประกอบด้วยโครโมโซมชนิดเมทาเซนทริกขนาดใหญ่ 4 แห่ง ซับเมทาเซนทริกขนาดใหญ่ 2 แห่ง ซับเมทาเซนทริกขนาดกลาง 6 แห่ง และเทโลเซนทริกขนาดกลาง 30 แห่ง แคโริโอ-ไทป์ และไอดีโอแกรมของปลากัดป่าภาคกลางจากการย้อมสีโครโมโซมแบบธรรมดา ดังภาพที่ 1 สูตรแคโริโอไทป์คือ

$$2n (42) = L^m_4 + L^{sm}_2 + M^{sm}_6 + M^t_{30}$$



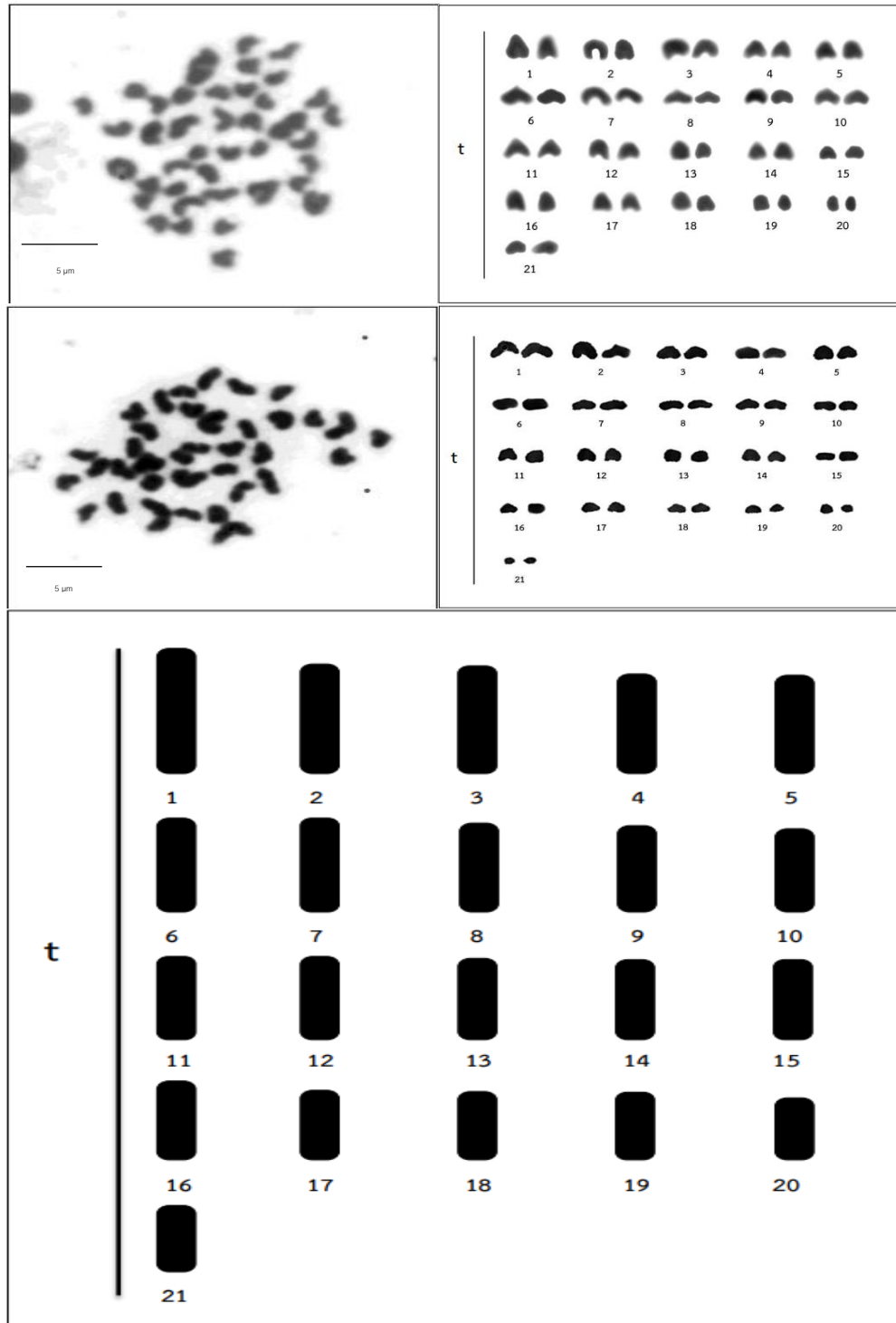
ภาพที่ 1 เซลล์ระยะเมทาเฟส แคริโอไทป์ เพศผู้(บน) เพศเมีย(ล่าง)และไฮดิโอแกรมมาตรฐานของ  
ปลากัดป่าภาคกลาง ด้วยวิธีการย้อมสีแบบธรรมดา

ปลากัดป่าภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีจำนวนโครโมโซม  $2n=42$  แห่ง ประกอบด้วยโครโมโซมชนิดเมทาเซนทริกขนาดใหญ่ 2 แห่ง อะโครเซนทริกขนาดใหญ่ 2 แห่ง เทโลเซนทริกขนาดใหญ่ 4 แห่ง โครโมโซมชนิดซับเมทาเซนทริกขนาดกลาง 6 แห่ง อะโครเซนทริกขนาดกลาง 2 แห่ง เทโลเซนทริกขนาดกลาง 20 แห่ง และเทโลเซนทริกขนาดเล็ก 6 แห่ง แคริโอไทป์ และไอดีโอแกรมของปลากัดป่าภาคกลาง จากการย้อมสีโครโมโซมแบบธรรมดา ดังภาพที่ 2 สูตรแคริโอไทป์คือ  $2n (42) = L^m_2 + L^a_2 + L^t_4 + M^{sm}_6 + M^a_2 + M^t_{20} + S^t_6$



ภาพที่ 2 เซลล์ระยะเมทาเฟส แคริโอไทป์ เพศผู้(บน) เพศเมีย(ล่าง)และไอดีโอแกรมมาตรฐานของปลากัดป่าภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ด้วยวิธีการย้อมสีแบบธรรมดา

ปลากัดป่าภาคอีสานมีจำนวนโครโมโซม  $2n=42$  แห่ง ประกอบด้วยโครโมโซมชนิดเทโลเซนตริกขนาดใหญ่ 14 แห่ง เทโลเซนตริกขนาดกลาง 28 แห่ง แคริโอไทป์และไอดีโอแกรมของปลากัดป่าภาคกลาง จากการย้อมสีโครโมโซมแบบธรรมดา ดังภาพที่ 3 สูตรแคริโอไทป์คือ  $2n (42) = L_{14}^t + M_{28}^t$



ภาพที่ 3 เซลล์ระยะเมทาเฟส แคริโอไทป์ เพศผู้(บน) เพศเมีย(ล่าง)และไอดีโอแกรมมาตรฐานของปลากัดป่าภาคอีสาน ด้วยวิธีการย้อมสีแบบธรรมดา



### อภิปรายผล

จากผลการศึกษาพันธุศาสตร์ระดับเซลล์ของปลากัดป่าบางชนิดจากแหล่งนำธรรมชาติในประเทศไทย ได้แก่ ปลากัดป่าภาคกลาง ปลากัดป่าภาคตะวันออก และปลากัดป่าภาคอีสาน สามารถอภิปรายผลการวิจัยได้ดังนี้

ปลากัดป่าภาคกลางมีจำนวนโครโมโซมดิพลอยด์เท่ากับ 42 แห่ง ซึ่งการศึกษาในครั้งนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ วิเชียร มากตุ่น และ ธวัช ดอนสกุล (2550) Hinegardner and Rosen (1972) Grazyna et al. (2008) และ Amini (2013) ซึ่งพบว่ามีจำนวนโครโมโซมดิพลอยด์เท่ากับ 42 แห่ง เช่นกัน อีกทั้งการศึกษาในครั้งนี้พบจำนวนโครโมโซมพื้นฐานเท่ากับ 62 แห่ง ซึ่งแตกต่างจากวิเชียร มากตุ่น และ ธวัช ดอนสกุล (2550) และ Grazyna et al. (2008) ที่ได้รายงานว่ามีจำนวนโครโมโซมพื้นฐานเท่ากับ 54 แห่ง แต่มีความแตกต่างจากรายงานของ Hinegardner and Rosen (1972) และ Amini (2013) ปลากัดป่าภาคกลางมีจำนวนโครโมโซมดิพลอยด์เท่ากับ 42 แห่ง ประกอบด้วยโครโมโซมชนิดเมทาเซนทริกขนาดใหญ่ 4 แห่ง ซับเมทาเซนทริกขนาดใหญ่ 2 แห่ง ซับเมทาเซนทริกขนาดกลาง 6 แห่ง และเทโลเซนทริกขนาดกลาง 30 แห่ง ซึ่งแตกต่างจากรายงานของ วิเชียร มากตุ่น และ ธวัช ดอนสกุล (2550) ที่ได้รายงานไว้เพียงชนิดของโครโมโซมคือโครโมโซมชนิดเมทาเซนทริกจำนวน 4 แห่ง ซับเมทา-เซนทริกจำนวน 8 แห่ง และเทโลเซนทริกจำนวน 30 แห่ง แตกต่างจากรายงานของ Grazyna et al. (2008) ที่ได้รายงานไว้เพียงชนิดของโครโมโซมคือซับเมทาเซนทริก 12 แห่ง อะโครเซนทริก 14 แห่ง และเทโลเซนทริก 16 แห่ง และแตกต่างจากรายงานของ Amini (2013) ได้รายงานไว้เพียงชนิดของโครโมโซมเช่นกันคือโครโมโซมชนิดเมทาเซนทริก 2 แห่ง ซับเมทา-เซนทริก 6 แห่ง อะโครเซนทริก 18 แห่ง และเทโลเซนทริก 16 แห่ง โดยทั้ง 3 รายงาน ไม่ได้มีการรายงานขนาดของโครโมโซมไว้ และรายงานของ Hinegardner and Rosen (1972) ไม่ได้มีการรายงานทั้งชนิดและขนาดของโครโมโซม

ปลากัดป่าภาคตะวันออกมีจำนวนโครโมโซมดิพลอยด์เท่ากับ 42 แห่ง อีกทั้งการศึกษาในครั้งนี้พบจำนวนโครโมโซมพื้นฐานเท่ากับ 54 แห่ง ประกอบด้วยโครโมโซมชนิดเมทาเซนทริกขนาดใหญ่ 2 แห่ง อะโครเซนทริกขนาดใหญ่ 2 แห่ง เทโลเซนทริกขนาดใหญ่ 4 แห่ง ซับเมทาเซนทริกขนาดกลาง 6 แห่ง อะโครเซนทริกขนาดกลาง 2 แห่ง เทโลเซนทริกขนาดกลาง 20 แห่ง และเทโลเซนทริกขนาดเล็ก 6 แห่ง

ปลากัดป่าภาคอีสานมีจำนวนโครโมโซมดิพลอยด์เท่ากับ 42 แห่งและมีจำนวนโครโมโซมพื้นฐานเท่ากับ 42 แห่ง ประกอบด้วยโครโมโซมชนิดเทโลเซนทริกขนาดใหญ่ 14 แห่ง และเทโลเซนทริกขนาดกลาง 28 แห่ง

สรุปจากผลการศึกษาพันธุศาสตร์ระดับเซลล์ของปลากัดป่าบางชนิดในประเทศไทย ได้แก่ ปลากัดป่าภาคกลาง ปลากัดป่าภาคตะวันออก ปลากัดป่าภาคอีสาน พบว่า มีจำนวนโครโมโซมดิพลอยด์เท่ากับ 42 แห่ง เท่ากันทั้งหมดแต่มีชนิดของโครโมโซมที่แตกต่างกันโดยความแตกต่างดังกล่าวอาจมีสาเหตุมาจากกระบวนการทางวิวัฒนาการของปลาชนิดนี้ ทั้งนี้การเกิดวิวัฒนาการในระดับโครโมโซมดังกล่าวอาจเป็นผลจากแรงกดดันของสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติ ชีวภูมิศาสตร์ รวมถึงถิ่นที่อยู่อาศัยของปลากัดป่า จึงทำให้ปลากัดป่าในแต่ละภูมิภาคประเทศต้องมีการปรับตัวให้เข้ากับสภาพภูมิประเทศนั้น ซึ่งทั้งหมดนี้อาจเป็นปัจจัยที่ทำให้เกิดความเปลี่ยนแปลงโครงสร้างในระดับโครโมโซมได้อีกด้วย

### สรุปผล

จากการเก็บตัวอย่างปลากัดป่าบางชนิดในประเทศไทยจากแหล่งน้ำธรรมชาติ ได้แก่ ปลากัดป่าภาคกลาง (*Betta splender*) จากกรุงเทพมหานคร ปลากัดป่าภาคตะวันออก (*Betta siamorientalis*) จากจังหวัดฉะเชิงเทรา และปลากัดป่าภาคอีสาน (*Betta smaragdina*) จากจังหวัดบึงกาฬ ซึ่งการศึกษาพันธุศาสตร์ระดับเซลล์พบว่า ปลากัดป่าภาคกลางมีจำนวนโครโมโซมดิพลอยด์เท่ากับ 42 แห่ง มีจำนวนโครโมโซมพื้นฐานเท่ากับ 62 แห่ง ประกอบด้วยโครโมโซมชนิดเมทาเซนทริกขนาดใหญ่ 4 แห่ง ซับเมทาเซนทริกขนาดใหญ่ 2 แห่ง ซับเมทาเซนทริกขนาดกลาง 6 แห่ง และเทโลเซนทริกขนาดกลาง 30 แห่ง สูตรแคริโอไทป์คือ  $2n(42) = L^m_4 + L^{sm}_2 + M^{sm}_6 + M^t_{30}$  ปลากัดป่าภาคตะวันออกมีจำนวนโครโมโซม ดิพลอยด์เท่ากับ 42 แห่ง มีจำนวนโครโมโซมพื้นฐานเท่ากับ 54 แห่ง ประกอบด้วยโครโมโซมชนิดเมทาเซนทริกขนาดใหญ่ 2 แห่ง อะโครเซนทริกขนาดใหญ่ 2 แห่ง เทโลเซนทริกขนาดใหญ่ 4 แห่ง ซับเมทาเซนทริกขนาดกลาง 6 แห่ง อะโครเซนทริกขนาดกลาง 2 แห่ง เทโลเซนทริกขนาดกลาง 20 แห่ง และ เทโลเซนทริกขนาดเล็ก 6 แห่ง สูตรแคริโอไทป์คือ  $2n(42) = L^m_2 + L^a_2 + L^t_4 + M^{sm}_6 + M^a_2 + M^t_{20} + S^t_6$  ปลากัดป่าภาคอีสานมีจำนวนโครโมโซมดิพลอยด์เท่ากับ 42 แห่ง มีจำนวนโครโมโซมพื้นฐานเท่ากับ 42 แห่ง ประกอบด้วยโครโมโซมชนิดเทโลเซนทริกขนาดใหญ่ 14 แห่ง และเทโลเซนทริกขนาดกลาง 28 แห่ง สูตรแคริโอไทป์คือ  $2n(42) = L^t_{14} + M^t_{28}$

### กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ดร.พรณรงค์ สิริปิยะสิงห์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ดร.พันธิวิภา แก้วมาตย์ ที่ให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ในการทำวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบคุณหัวหน้าศูนย์วิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ในการทำวิจัยในครั้งนี้ สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณ บิดามารดา ครูอาจารย์ พี่ๆ เพื่อนๆ ที่ให้กำลังใจ และสนับสนุนตลอดมา

### เอกสารอ้างอิง

- กันยารัตน์ ไชยสุต. (2532). เซลล์พันธุศาสตร์และเซลล์อนุกรมวิธานของพืชสกุล *Zephyrathes*. คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ธรณ์ อารงนาสวัสดิ์, อนุวัต สายแสง, บารมี เต็มบุญเกียรติ และ นัท สุมนเดมีย์. (2547). *ปลาทะเลไทย* (พิมพ์ครั้งที่ 2). บ้านพระอาทิตย์.
- ธวัช ดอนสกุล. (2530). *การศึกษากระบวนการผสมพันธุ์และการเพาะเลี้ยงปลากัดไทย*. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- โจจน์วี ชัยรัตน์. (2545). *แคริโอไทป์และการกระจายของบริเวณนิวคลีโอไล์สอแกในเซอร์ของปลาไหลนาในประเทศไทย*. [ปริญญาณิพนธ์ การศึกษามหาบัณฑิต สาขาชีววิทยา ไม้ได้ตีพิมพ์] มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- วิเชียร มากตุน และ ธวัช ดอนสกุล. (2550). *แคริโอไทป์ของปลากัดป่าภาคกลาง ปลากัดหม้อ ปลากัดจีน ปลากัดหัวมอ่งในประเทศไทย*. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สำนักงานอุทยานการเรียนรู้. (2560). *ปลากัดนักสู้แห่งสยาม*. สำนักงานบริหารและพัฒนาองค์กร (องค์การมหาชน).

อมรา คัมภีรานนท์. (2540). พันธุศาสตร์ของเซลล์. คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Amini, F. (2013). Karyotyping and chromosomal Ag-NOR banding of Siamesefighting fish, (*Betta splendens*). *Journal of Veterinary Research*, 68(3). [https://www.researchgate.net/publication/261322742\\_Karyotyping\\_and\\_chromosomal\\_Ag-NOR\\_banding\\_of\\_Siamese\\_fighting\\_fish\\_Betta\\_splendens](https://www.researchgate.net/publication/261322742_Karyotyping_and_chromosomal_Ag-NOR_banding_of_Siamese_fighting_fish_Betta_splendens).

Chen, T.R. & Ehbeling, A.W. (1968). Karyological evidence of female heterogamety in the mosquito fish. *Gambusia Affinis Copeia*, 1, 70-75

Grazyna, F., Fopp-Bayat, D., Jankun, M., Krejszeff, S. & Mamcarz, A. (2008). Note on the karyotype and NOR location of Siamese fightingfish *Betta splendens* (Perciformes, Osphronemidae). *Cytologia*, 61(4), 353.

Hinegardner, R. & Rosen, D.E. (1972). Cellular DNA Content and the Evolution of Teleostean Fishes. *The American Naturalist*, 106, 951.

Sharma, O. P., Tripathi, N. K. & Sharma, K. K. (2002). A review of chromosome banding in fishes. In Sobti, R.C. (Ed). *Some Aspects of Chromosome Structure and Functions*. Narosa Publishing House.

การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา  
ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบทีไฟว์ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์  
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

The Development of Science Activity Packages by Encouraging T-five  
Technique to Promote Problem Solving Ability on Stoichiometry  
for Grade 10<sup>th</sup> Students

ศรัญญา สมภักดี<sup>1,\*</sup>, พัชราภรณ์ พิมพ์จันทร์<sup>2</sup> และ ฌาณุภรณ์ ทับทิมใส<sup>2</sup>  
Saranya Sompakdee<sup>1\*</sup>, Patcharaporn Pimchan<sup>2</sup> and Chanukorn Tabtimsai<sup>2</sup>

<sup>1</sup>นักศึกษาสาขาวิชาเคมีศึกษา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, <sup>2</sup>อาจารย์สาขาวิชาเคมีศึกษา  
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

<sup>1</sup>Faculty of Science and Technology, Rajabhat Maha Sarakham University, <sup>2</sup>Faculty of Science and Technology,  
Rajabhat Maha Sarakham University

\*Corresponding author. E-mail: 638220060101@rmu.ac.th

### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาด้วยการจัดการเรียนรู้แบบทีไฟว์ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 2) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 75 และ 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนต่อการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนเชิงชัยวิทยาคม ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาด้วยการจัดการเรียนรู้แบบทีไฟว์ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา และแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน ได้แก่ One sample t-test ผลการวิจัยพบว่า 1) ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาด้วยการจัดการเรียนรู้แบบทีไฟว์ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพ 83.05/82.60 2) ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาล้างเรียนของนักเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 3) ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาด้วยการจัดการเรียนรู้แบบทีไฟว์ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ โดยรวมอยู่ในระดับมาก

**คำสำคัญ :** ชุดกิจกรรมการเรียนรู้; การจัดการเรียนรู้แบบทีไฟว์, ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา

### Abstract

The purposes of this study were 1) to develop the science activity packages by encouraging T-five technique to promote problem solving ability on Stoichiometry for grade 10<sup>th</sup> students with efficiency criterion of 75/75, 2) to compare the problem solving ability of students with 75 percentage, and 3) to study the satisfaction of the students towards the learning science activity packages by encouraging T-five technique to promote problem solving ability. The subjects consisted of 34 grade 10<sup>th</sup> students in Khong Chiam Wittayakhom School, second semester of 2022 academic year, gained from purposive random sampling technique. Research instruments were 1) six science activity packages based on problem solving method and T-five technique to promote problem solving ability on Stoichiometry, 2) A Subjective Problem Solving Ability Test with 6 items, and 3) A Satisfaction Questionnaire regarding using science activity package. The research data were analyzed by using percentage, mean, and standard deviation. Research hypothesis was tested by one sample t-test. The results of this research have found that: 1) The science activity packages by encouraging T-five technique to promote problem solving ability on Stoichiometry for grade 10<sup>th</sup> students had efficiency criterion of 83.05/82.60, higher than the criterion of 75/75. 2) The average problem solving ability of the student as a whole was statistically higher than those 75 percentage at the .05 significant level. 3) The satisfaction of students towards the learning science activity packages by encouraging T-five technique to promote problem solving ability on Stoichiometry was in high level ( $\bar{X}$ =4.39, S.D.= 0.33).

**Keywords:** Science activity packages, T-five technique, Problem solving ability

### บทนำ

การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเองมากที่สุด เพื่อให้ได้ทั้งกระบวนการและความรู้จากวิธีการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ การทดลอง แล้วนำผลที่ได้มาจัดระบบเป็นหลักการ แนวคิด และองค์ความรู้ การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงมีเป้าหมายที่สำคัญอย่างหนึ่งคือ เพื่อพัฒนา ความสามารถในการแก้ปัญหา (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560)

ในการจัดการเรียนการสอนวิชาเคมีผู้เรียนยังประสบปัญหาในการเรียน เนื่องจากวิชาเคมีเป็นสาขาหนึ่งของวิทยาศาสตร์ที่ศึกษาสารและการเปลี่ยนแปลงสารในระดับอะตอมและโมเลกุล โดยศึกษาสมบัติ ความสามารถ การแปรรูป และการปฏิสัมพันธ์กับพลังงาน ธรรมชาติของวิชาเคมีจำแนกออกเป็น 3 ระดับ คือ ระดับมหภาค ระดับอนุภาค และระดับสัญลักษณ์ ความยากของวิชาเคมีสามารถสรุปได้เป็น 3 ประเด็น คือ 1) ความเป็นนามธรรม วิชาเคมีมีคำอธิบายอยู่ในระดับที่ผู้เรียนไม่สามารถมองเห็นได้ เมื่อเรียนวิชาเคมี ผู้เรียนจะต้องพยายามทำความเข้าใจและสร้างคำอธิบาย จึงอาจทำให้ผู้เรียนนี้ภาพไม่ออกและไม่สามารถทำความเข้าใจแนวคิดทางเคมี 2) อุปสรรคด้านภาษา ในการเรียนวิชาเคมี คำอธิบายที่ผู้เรียนพบในหนังสือเรียนหรือคำอธิบายจากครูผู้สอน ส่วนใหญ่จะเป็น

คำอธิบายที่ใช้คำศัพท์เฉพาะวิทยาศาสตร์ การใช้ภาษาสัญลักษณ์ โดยผู้เรียนจะต้องรู้ว่าบทเรียนที่กำลังเรียนอยู่มีการใช้สัญลักษณ์อะไรบ้าง และสัญลักษณ์แต่ละสัญลักษณ์มีความหมายว่าอย่างไร ผู้เรียนจึงสามารถทำความเข้าใจแนวคิดเรื่องนั้นได้ 3) การจัดการเรียนรู้วิชาเคมีขัดแย้งกับธรรมชาติการเรียนรู้ของผู้เรียน เนื่องจากครูผู้สอนพยายามใส่ข้อมูลให้นักเรียนให้ได้มากที่สุดโดยปราศจากการตั้งคำถาม ดังนั้นการเรียนรู้วิชาเคมีจึงจำเป็นต้องให้ผู้เรียนเข้าใจปรากฏการณ์ทางเคมี 3 ระดับ คือ 1) การนำเสนอแนวคิดในระดับมหภาค 2) การนำเสนอแนวคิดในระดับอนุภาค 3) การนำเสนอแนวคิดที่เป็นระดับสัญลักษณ์ เพื่อเชื่อมโยงระดับมหภาคและระดับจุลภาค (ภาณุวัฒน์ จิตรภิมย์, 2561)

ปริมาณสารสัมพันธ์ เป็นเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณ มีโจทย์ปัญหาซับซ้อนมีความเป็นนามธรรม มีคำศัพท์เฉพาะวิทยาศาสตร์ การใช้ภาษาสัญลักษณ์เฉพาะ เกี่ยวกับเรื่องปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับมวลสาร ความเข้มข้นของสารละลาย ปริมาตรแก๊ส ปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีหลายขั้นตอน สารกำหนดปริมาณ และผลได้ร้อยละ ซึ่งเนื้อหาปริมาณสารสัมพันธ์ถือเป็นความรู้พื้นฐานเคมีที่สำคัญที่สำคัญในเรียนเรื่องอื่น ๆ ของวิชาเคมีต่อไป เช่น แก๊ส อัตราการเกิดปฏิกิริยา สมดุลเคมี กรด-เบส ไฟฟ้าเคมี เป็นต้น แต่ยังคงพบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีปัญหาในการแก้โจทย์ปัญหา ซึ่งเป็นอุปสรรคต่อการเรียนวิชาเคมี (จรรยาพงษ์ ชลสินธุ์, 2561) จากข้อมูลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาเคมี ว 31222 โรงเรียนเชิงเสียมวิทยาคม ภายใน ปีการศึกษา 2562-2563 นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ร้อยละ 45.05 และ 49.02 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ที่โรงเรียนกำหนด คือ นักเรียนร้อยละ 60 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำกว่าเป้าหมายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระดับโรงเรียน ผลการเรียนไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70 ซึ่งชี้ให้เห็นว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้รายวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ โดยเฉพาะการแก้โจทย์ปัญหาการคำนวณ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ที่ผ่านมาไม่ประสบผลสำเร็จ จำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องแก้ไขและพัฒนาการแก้โจทย์ปัญหาการคำนวณ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ของนักเรียนให้ดียิ่งขึ้น ดังนั้นเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ได้ จะต้องเน้นให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง สามารถคิด วางแผน กำหนดทางเลือกในการแก้โจทย์ปัญหาอย่างเป็นระบบและเป็นขั้นตอนด้วยตนเอง มีกระบวนการทำงานเดี่ยวและทำงานกลุ่ม ซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับแนวทางในการช่วยพัฒนาการเรียนเรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ นั่นคือความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการจัดการกับปัญหา โดยการแยกส่วนวิเคราะห์ ข้อความในโจทย์ปัญหา ซึ่งได้รับการพัฒนาจากการเรียนเกี่ยวกับภาษา การคิดคำนวณ การดำเนินการและการปฏิบัติ (พัทธมน วิริยะธรรม, 2561) ซึ่งกระบวนการสอนการแก้โจทย์ปัญหาอย่างเป็นระบบและเป็นขั้นตอนประกอบด้วยขั้นทำความเข้าใจปัญหา ขั้นวางแผนแก้ปัญหา ขั้นแก้ปัญหาคำตามแผน และขั้นตรวจสอบวิธีการและคำตอบ (Polya, 1980)

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เป็นสื่อที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนที่สามารถช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง เนื่องจากชุดกิจกรรมจะกำหนดบทบาทของครูและนักเรียนไว้อย่างชัดเจน ผู้เรียนมีอิสระในการเรียนรู้ เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็น ฝึกการตัดสินใจ แสวงหาความรู้ด้วยตนเองและฝึกความรับผิดชอบ ช่วยส่งเสริมให้นักเรียน บรรลุเป้าหมายในการเรียนรู้ เรียนรู้ได้ตลอดเวลาและทุกสถานที่ ชุดกิจกรรมสามารถทำให้เกิดความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนมากยิ่งขึ้น เมื่อผู้เรียนยังเกิดความไม่เข้าใจก็สามารถนำมาศึกษาเรียนรู้ได้อยู่เสมอ นอกจากนี้ ยังช่วยเสริมทักษะการแก้โจทย์ปัญหาให้เกิดขึ้นกับนักเรียน ดังปรากฏในงานวิจัยของสุจิตรา บุญรอด (2559)

รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ไฟว์ (T5 Model) (Salter, Richard and Carey, 2004) มีองค์ประกอบ 5 อย่าง ได้แก่ 1) Task คือ การมอบหมายงานให้กับผู้เรียนซึ่งมีทั้งงานเดี่ยวและงานกลุ่ม 2) Tutoring คือ การให้ข้อเสนอแนะแก่ผู้เรียน 3) Teamwork คือ การทำงานเป็นกลุ่ม 4) Topic resources คือ แหล่งเรียนรู้ และ 5) Tools or technology คือ เครื่องมือหรือเทคโนโลยีที่สนับสนุนการเรียน การทำงานที่ได้รับมอบหมาย การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบที่ไฟว์ (T5 Model) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนได้ทำงานทั้งงานเดี่ยวและงานกลุ่มเพื่อให้ผู้เรียนได้ศึกษาและเกิดความรู้เบื้องต้นที่เกี่ยวกับชิ้นงานที่จะทำก่อน จากนั้นผู้สอนจะให้ข้อเสนอแนะและอธิบายเพิ่มเติม เพื่อเสริมความเข้าใจของผู้เรียนให้ถูกต้องมากยิ่งขึ้น (ซัลซาปีลา สาและ, 2562) ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีสูงขึ้น ดังปรากฏในงานวิจัยของ ธันยาภัทร์ เขียวทองอินทร์ (2554) ที่ได้พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ โดยการจัดการเรียนรู้แบบที่ไฟว์กระดาษ และปรากฏในงานวิจัยของ สมเจตน์ อูระศิลป์ (2555) ที่ได้สำรวจและปรับแก้โมเดลที่คลาดเคลื่อน เรื่องพันธะเคมี โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้ที่ไฟว์แบบกระดาษ และ สนทรรศน์ มนต์ (2559) ที่ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ที่ไฟว์กระดาษ เรื่อง กรดและเบส

ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นสื่อในการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบที่ไฟว์แบบกระดาษ ซึ่งผู้วิจัยได้สร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบที่ไฟว์ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพื่อมุ่งให้ผู้เรียนเกิดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาเคมีได้อย่างถูกต้อง

### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบที่ไฟว์ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบที่ไฟว์ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 75
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาด้วยการจัดการเรียนรู้แบบที่ไฟว์ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

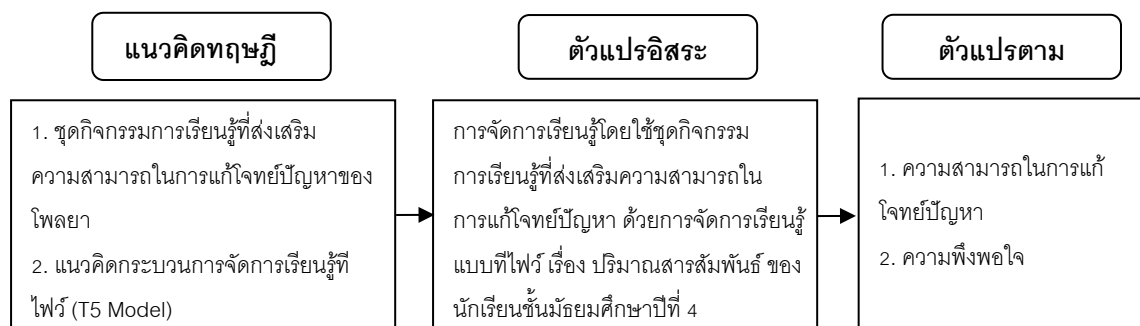
### เอกสารที่เกี่ยวข้อง

1. กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา (Polya) งานวิจัยในครั้งผู้วิจัยได้ยึดแนวทางกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาตามแนวทางของ Polya (1980) เสนอขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาไว้ สรุปได้ดังนี้ 1) ขั้นทำความเข้าใจในปัญหา (Understanding the Problem) เป็นการวิเคราะห์และกำหนดรายละเอียดของปัญหา คือ สิ่งที่ต้องการคืออะไร ข้อมูลที่กำหนดให้คืออะไรบ้าง พิจารณาข้อมูลและเงื่อนไขที่กำหนดให้เพียงพอที่จะหาคำตอบของปัญหาหรือไม่ ถ้าไม่เพียงพอควรหาข้อมูลเพิ่มเติม 2) ขั้นวางแผนแก้ปัญหา (Devising a Plan) การวางแผนในการแก้ปัญหา เมื่อทำความเข้าใจแล้วควรวางแผนในการแก้ปัญหาด้วยการเลือกใช้เครื่องมือ และวิธีการเพื่อให้ได้ซึ่งคำตอบ ประสบการณ์จะ

นำมาใช้ในขั้นตอนนี้ "เคยแก้ปัญหาในลักษณะนี้หรือไม่" ในกรณีที่มีประสบการณ์มาก่อน ควรใช้ประสบการณ์มาเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาโดยปรับปรุงให้เหมาะสมกับปัญหาใหม่ 3) ขั้นตอนดำเนินการตามแผน (Carrying Out the Plan) การดำเนินการแก้ไขปัญหามือวางแผนในขั้นตอนที่ 2 แล้วจึงดำเนินการเพื่อแก้ปัญหา และ 4) ขั้นตรวจสอบวิธีการและคำตอบ (Looking Back) การตรวจสอบและปรับปรุง เมื่อดำเนินการตามขั้นที่ 3 แล้วจึงนำผลมาตรวจสอบว่าแก้ปัญหาได้หรือไม่ ถ้าแก้ได้ถือว่าสำเร็จ แต่ถ้าแก้ไม่ได้ จะต้องมียุทธวิธีปรับปรุงให้ดีขึ้น

2. การจัดการเรียนรู้แบบที่ไฟว์ สอนธรรม์ มนัส (2559, น. 8-9) กล่าวถึง การเรียนรู้แบบที่ไฟว์ ว่าเป็นรูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือที่มีการออกแบบผ่านระบบออนไลน์ โดยเน้นให้นักเรียนได้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองซึ่ง (Salter, Richard and Carey, 2004) ได้พัฒนาขึ้นเพื่อแก้ปัญหา เช่น การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่เนื้อหา มากกว่าการเรียนรู้จากการปฏิบัติ ผู้เรียนขาดความสนใจและแรงจูงใจในการเรียน การให้ข้อมูลย้อนกลับผู้เรียนเป็นรายบุคคลเป็นไปได้ยาก และไม่ครอบคลุมในสิ่งที่สอน ดังนั้น จึงมีแนวคิดในการพัฒนาโดยใช้แนวคิดการออกแบบโมเดลที่ไฟว์มาพัฒนา โดยรูปแบบนี้เป็น การมอบหมายงาน (Task-based approach) ซึ่งเป็นการบูรณาการรูปแบบการเรียนการสอนและเทคโนโลยีเข้าด้วยกัน เช่น ในการออกแบบการเรียนการสอนอาศัยคำหลัก 5 คำ จึงให้ชื่อรูปแบบนี้ว่า "T5 -D4L (Designing 4 Learning)" หรือ "T5 model" 5 คำหลักที่ใช้คือ 1) Task คือ การมอบหมายงานทั้งงานเดี่ยวและงานกลุ่มซึ่ง หมายถึง งานเดี่ยวที่เป็นกิจกรรมที่นำไปสู่กระบวนการเรียนรู้ที่มอบหมายให้แก่ผู้เรียนทำเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ 2) Tutorial คือ การให้ข้อเสนอแนะ หมายถึง การให้ข้อเสนอแนะจากเพื่อนในชั้นเรียนและจากครูผู้สอนในระหว่างการทำงาน 3) Teamwork คือ กระบวนการกลุ่ม หมายถึง การทำงานร่วมกันของเพื่อนในกลุ่ม 4) Topic resources คือ แหล่งเรียนรู้ หมายถึง เนื้อหาและเอกสารที่เกี่ยวข้องกับงานเดี่ยวและงานกลุ่มเพื่อสนับสนุนการทำงานชิ้นงานของนักเรียน และ 5) Tools or technology คือ เครื่องมือหรือเทคโนโลยีที่สนับสนุนการเรียนการทำงานที่ได้รับมอบหมาย

### กรอบแนวคิดในการวิจัย



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

### วิธีดำเนินการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ประชากรที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ ซึ่งกำลังศึกษาอยู่ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนโขงเจียมวิทยาคม อำเภอโขงเจียม จังหวัดอุบลราชธานี จำนวน 3 ห้องเรียน จำนวน 105 คน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ คือ



นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/3 จำนวน 34 คน ซึ่งกำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนโขงเจียมวิทยาคม อำเภอโขงเจียม จังหวัดอุบลราชธานี ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

## 2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

2.1 ชุดกิจกรรมเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบที่ไฟว์ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 6 ชุด จำนวน 18 คาบ คาบละ 50 นาที ได้แก่ ชุดที่ 1 ปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับมวลสาร จำนวน 2 คาบ ผลการประเมินความเหมาะสม พบว่ามีความเหมาะสมมากที่สุด ( $\bar{X} = 4.73$ ) ชุดที่ 2 ปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับความเข้มข้นของสารละลาย จำนวน 4 คาบ ผลการประเมินความเหมาะสม พบว่ามีความเหมาะสมมากที่สุด ( $\bar{X} = 4.74$ ) ชุดที่ 3 ปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับปริมาตรแก๊ส จำนวน 2 คาบ ผลการประเมินความเหมาะสม พบว่ามีความเหมาะสมมากที่สุด ( $\bar{X} = 4.64$ ) ชุดที่ 4 ปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีหลายขั้นตอน จำนวน 4 คาบ ผลการประเมินความเหมาะสม พบว่ามีความเหมาะสมมากที่สุด ( $\bar{X} = 4.78$ ) ชุดที่ 5 สารกำหนดปริมาณ จำนวน 2 คาบ ผลการประเมินความเหมาะสม พบว่ามีความเหมาะสมมากที่สุด ( $\bar{X} = 4.75$ ) ชุดที่ 6 ผลได้ร้อยละ จำนวน 4 คาบ ผลการประเมินความเหมาะสม พบว่ามีความเหมาะสมมากที่สุด ( $\bar{X} = 4.79$ )

2.2 แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เป็นข้อสอบแบบอัตนัย จำนวน 6 ข้อ ข้อละ 4 ชั้น ให้คะแนนคำตอบตามความถูกต้องและสมบูรณ์ เป็น 1 2 และ 3 รวมข้อละ 12 คะแนน รวมเป็น 72 คะแนน มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 1 ทุกข้อ ค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.51 – 0.67 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.31–0.67 และค่าความเชื่อมั่น Cronbach's alpha เท่ากับ 0.91

3. แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบที่ไฟว์เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งเป็นมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด จำนวน 20 ข้อ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง 0.60 – 1.00

## การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. จัดการเรียนรู้อาศัยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบที่ไฟว์ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กับกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/3 จำนวน 34 คน จำนวน 6 ชุด จำนวน 18 คาบ คาบละ 50 นาที

2. วัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาหลังการจัดการเรียนรู้ ด้วยแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา

3. ให้นักเรียนทำแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อการเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบที่ไฟว์ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

### การวิเคราะห์ข้อมูล

1. หาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาด้วยการจัดการเรียนรู้แบบที่ไฟว์ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 โดยใช้  $E_1/E_2$

2. เปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาด้วยการจัดการเรียนรู้แบบที่ไฟว์ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กับเกณฑ์ร้อยละ 75 โดยใช้สถิติทดสอบ t-test (for one sample)

3. ศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อการเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบที่ไฟว์ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้ค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

### ผลการวิจัยและอภิปรายผล

1. ผลการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบที่ไฟว์ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75

**ตารางที่ 1** ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบที่ไฟว์ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ช่วงการวัด	N	คะแนนเต็ม	คะแนนรวม	$\bar{X}$	S.D.	ร้อยละ
ประสิทธิภาพของกระบวนการ ( $E_1$ )	34	144	4,066	119.59	5.17	83.05
ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ( $E_2$ )	34	12	337	9.91	1.58	82.60
ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้เท่ากับ 83.05/82.60						

จากตารางที่ 1 พบว่า ประสิทธิภาพของกระบวนการ ( $E_1$ ) เท่ากับ 83.05 และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ( $E_2$ ) เท่ากับ 82.60 ดังนั้น ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบที่ไฟว์ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 83.05/82.60 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75/75 เป็นไปตามเกณฑ์ประสิทธิภาพที่ตั้งไว้ เนื่องจาก ชุดกิจกรรมมีการนำเสนอเนื้อหาอย่างเป็นระบบจากง่ายไปยาก ให้ตัวอย่างวิธีการแก้โจทย์ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอน แสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหาอย่างละเอียด ผู้เรียนสามารถติดตามและศึกษาด้วยตนเองได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ กิรกานต์ คำขาว (2559) ชุดกิจกรรมใช้งานได้ง่าย ประหยัดเวลาในการอธิบาย สามารถศึกษาเนื้อหาล่วงหน้าและทำความเข้าใจด้วยตนเองได้ สอดคล้องกับแนวคิดของ เอกราช ตาแก้ว (2564) และชุดกิจกรรมสร้างขึ้นอย่างมีระบบ ศึกษากระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา และการจัดการเรียนรู้แบบที่ไฟว์ ผ่านการประเมินคุณภาพจากที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญ สอดคล้องกับงานวิจัยของ รุ่งฤดี อ่อนสง (2557)

2. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบที่ไฟว์ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 75

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 75

	คะแนนเต็ม	N	$\bar{x}$	%	S.D.	df	t	Sig.
ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา	72	34	60.97	84.68	3.67	33	11.07*	.000

\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 2 พบว่า คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบที่ไฟว์ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของนักเรียน มีค่าเท่ากับ 60.97 หรือคิดเป็นร้อยละ 84.68 ซึ่งสูงกว่าความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาตามเกณฑ์ ร้อยละ 75 เมื่อพิจารณาค่า t พบว่า มีค่าเท่ากับ 11.07 ซึ่งมีค่า Sig. น้อยกว่า .05 ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า นักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบที่ไฟว์ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การที่ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เนื่องจากชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ได้ออกแบบมาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาอย่างเป็นระบบและขั้นตอน ทำให้นักเรียนเข้าใจปัญหา รู้จักแนวทางการแก้ปัญหา และตรวจสอบความถูกต้องของการแก้โจทย์ปัญหาได้ เปิดโอกาสให้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นทั้งจากนักเรียนและครูผู้สอนสอดคล้องกับงานวิจัยของลำดวน จำปานูรี (2563) และชุดกิจกรรมการเรียนรู้ออกแบบมาให้ให้นักเรียนสามารถศึกษา ทบทวนและเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง โดยมีตัวอย่างการแก้โจทย์ปัญหาให้นักเรียนสามารถศึกษาด้วยตนเองได้และมีแบบฝึกหัดที่หลากหลายสอดคล้องกับงานวิจัยของ Nurita, Hastuti and Sari (2017) ที่ได้ทำการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาของนักศึกษาหลักสูตรคลื่นแสง พบว่าความสามารถในการแก้ปัญหาชั้นที่ 1, ชั้นที่ 2, ชั้นที่ 3 และชั้นที่ 4 เท่ากับ ร้อยละ 100, ร้อยละ 93.33, ร้อยละ 73.33 และ 66.67 ตามลำดับ และด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบที่ไฟว์เป็นการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนยังไม่เคยเรียนมาก่อน นักเรียนจึงให้ความสนใจ มีการมอบหมายงานเดี่ยว นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง มีการประเมินงานแก่กัน เพื่อทราบข้อบกพร่องของตนเองนำไปแก้ไขและปรับปรุงในงานชิ้นต่อไป การส่งเสริมให้เกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนในลักษณะการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Cooperative learning) โดยการทำงานกลุ่มแบบคละความสามารถ เพื่อให้เกิดการช่วยเหลือกันในเรื่องทำงาน นักเรียนสามารถสืบค้นข้อมูลได้ตามที่ต้องการจากแหล่งข้อมูลอื่น ๆ เช่น การสืบค้นจากอินเทอร์เน็ต หนังสือเรียน ใบความรู้ต่างๆที่เกี่ยวข้อง เป็นต้น ส่งผลให้ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาโดยรวมทุกข้อสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับงานวิจัยของ สมเจตน์ อูระศิลป์ (2555) ที่ได้ศึกษาการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามโมเดลที่ไฟว์แบบกระต่ายในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่องพันธะเคมี ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น และนักเรียนมีคะแนนทดสอบหลังเรียนสูงกว่าคะแนนทดสอบก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาด้วยการจัดการเรียนรู้แบบที่ไฟว์ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาด้วยการจัดการเรียนรู้แบบทีไฟว์ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

รายการประเมิน	$\bar{x}$	S.D	ระดับความพึงพอใจ
1. กระบวนการจัดการเรียนรู้มีความน่าสนใจ	4.47	0.75	มาก
2. กระบวนการจัดการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง	4.47	0.66	มาก
3. นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาจากการทำงานเดี่ยวได้ด้วยตัวเอง	3.91	0.71	มาก
4. กระบวนการจัดการเรียนรู้ทำให้นักเรียนมีโอกาสแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อน	4.59	0.49	มากที่สุด
5. กระบวนการจัดการเรียนรู้เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ให้คะแนนและรับคะแนนการทำงานจากเพื่อน	4.76	0.43	มากที่สุด
6. นักเรียนรู้สึกสนุกกับการทำงานกลุ่มกับเพื่อน	4.32	0.59	มาก
7. นักเรียนเกิดการเรียนรู้จากการทำงานกลุ่มกับเพื่อน	4.56	0.50	มากที่สุด
8. ความพึงพอใจโดยรวมของกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	4.38	0.49	มาก
9. การแก้โจทย์ปัญหาจำเป็นต้องดำเนินการเป็นขั้นตอน	4.56	0.50	มากที่สุด
10. ชุดกิจกรรมช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้ง่าย	4.44	0.50	มาก
11. ชุดกิจกรรมมีความน่าสนใจ	4.38	0.55	มาก
12. ชุดกิจกรรมทำให้นักเรียนได้เรียนรู้วิธีการแก้โจทย์ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน	4.32	0.64	มาก
13. ชุดกิจกรรมทำให้นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ได้ดีขึ้น	4.44	0.56	มาก
14. ขั้นทำความเข้าใจโจทย์ ช่วยให้นักเรียนมั่นใจในการหาคำตอบได้ถูกต้อง	4.35	0.65	มาก
15. ขั้นวางแผนแก้ปัญหา ช่วยเป็นแนวทางในการหาคำตอบ	4.29	0.68	มาก
16. ขั้นดำเนินการตามแผน ทำให้การแก้โจทย์ปัญหานั้นถูกต้อง	4.41	0.66	มาก
17. ขั้นตรวจสอบวิธีการและคำตอบทำให้นักเรียนมั่นใจว่าผลคำตอบที่ได้นั้นถูกต้อง	4.29	0.68	มาก
18. ชุดกิจกรรมทำให้นักเรียนเรียนวิชาเคมีคำนวณได้ดีขึ้น	4.11	0.59	มาก
19. นักเรียนมีความพึงพอใจโดยรวมของชุดกิจกรรม	4.38	0.49	มาก
20. นักเรียนสามารถนำหลักการแก้โจทย์ปัญหาไปใช้กับวิชาอื่นได้	4.41	0.56	มาก
<b>รวม</b>	<b>4.39</b>	<b>0.33</b>	<b>มาก</b>

จากตารางที่ 4 พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาด้วยการจัดการเรียนรู้แบบทีไฟว์ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยรวมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.39 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.33

ทั้งนี้เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบทีไฟว์เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ มีการให้ข้อเสนอแนะจากเพื่อนในชั้นเรียนและจากครูผู้สอนในระหว่างการทำงาน มีขั้นตอนที่ให้นักเรียนทำงานกลุ่ม นักเรียนเก่งจะเป็นผู้นำในการทำแบบฝึกหัดและอธิบายให้นักเรียนที่อยู่ในกลุ่มอ่อนได้ จึงเป็นสาเหตุที่ทำให้นักเรียนเกิดความพึงพอใจในการปฏิบัติกิจกรรมสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุนทรธรณ์ มนัส (2559) ที่ได้พัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานระหว่างการจัดการเรียนรู้ทีไฟว์ โดยพบว่านักเรียนชอบทำงานกลุ่ม มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 54 และชุดกิจกรรม

ประกอบด้วยกิจกรรมที่ดำเนินการแก้ไข้ปัญหาตามแนวทางของโพลยา 4 ขั้นตอน นักเรียนสามารถเรียนรู้และดำเนินการตามกระบวนการแก้ไข้ปัญหาได้อย่างเป็นระบบ และมีความต่อเนื่องตามลำดับขั้นตอนของชุดกิจกรรม ส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ไข้ปัญหาสูงขึ้น จึงเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้นักเรียนเกิดความพึงพอใจในการปฏิบัติกิจกรรมซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุจิตรา บุญรอด (2559) ที่ได้ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมโดยการใช้ตัวแทนเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระดับความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ทั้งนี้เนื่องมาจากชุดกิจกรรมมีการจัดรูปแบบที่ดึงดูดความสนใจของนักเรียนและสะดวกต่อการเรียนรู้ นักเรียนสามารถเรียนรู้และดำเนินการตามกระบวนการแก้ไข้ปัญหาได้อย่างเป็นระบบ และมีความต่อเนื่องตามลำดับขั้นตอนของชุดกิจกรรม

### สรุปผล

1. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ไข้ปัญหา ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบที่ไฟว์ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพ 83.05/82.60
2. ความสามารถในการแก้ไข้ปัญหาของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ไข้ปัญหา ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบที่ไฟว์ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
3. ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ไข้ปัญหา ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบที่ไฟว์ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยรวมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.39 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.33

### ข้อเสนอแนะ

ในทำการวิจัยครั้งต่อไป ควรพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ไข้ปัญหา โดยการจัดการเรียนรู้แบบที่ไฟว์ ในรายวิชาเคมีที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณเรื่องอื่นๆ เช่น อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี แก๊ส สมดุลเคมี กรด - เบส เป็นต้น รวมทั้งควรพัฒนาชุดกิจกรรมโดยการจัดการเรียนรู้แบบที่ไฟว์ ที่ส่งเสริมความสามารถในด้านอื่นๆ เช่น ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความก้าวหน้าทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การคิดวิเคราะห์ การคิดขั้นสูง การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การคิดสร้างสรรค์ เป็นต้น

### กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยในครั้งนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างสูงยิ่งจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พัชราภรณ์ พิมพ์จันทร์ อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฉานนุกรณ์ ทับทิมใส อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ซึ่งให้คำแนะนำ ตรวจสอบแก้ไข้ข้อบกพร่องต่างๆ ในการทำวิจัย ขอขอบพระคุณอาจารย์ประจำสาขาเคมีศึกษาที่กรุณาประสาทวิชาและดูแลช่วยเหลือในการวิจัย ขอขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ขอขอบพระคุณ ผู้อำนวยการ คณะครูและนักเรียนโรงเรียนโขงเจียมวิทยาคม จังหวัดอุบลราชธานี ที่ให้

ความอนุเคราะห์และอำนวยความสะดวกในการเก็บข้อมูลในการทำวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างดี รวมทั้งบุคคลอื่นที่เกี่ยวข้องที่ไม่ได้กล่าวมาทั้งหมดซึ่งมีส่วนช่วยให้การวิจัยในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

### เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและหลักสูตรแกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กิริกานต์ คำขาว, วีระศักดิ์ ชมภูคำ และ พิชญ์สินี ชมภูคำ. (2559, กรกฎาคม-ธันวาคม). การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์แบบ 7E ที่ส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ เรื่อง กรด-เบส การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหา ของโพลยาและผังกราฟิก เพื่อส่งเสริมผลการเรียนรู้ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. *วารสารบัณฑิตวิจัย*, 7(2), 73-89.
- จรรยาพงษ์ ชลสินธุ์. (2561, เมษายน-มิถุนายน). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์*, 20(2), 32-46.
- ชลชาปีลา สาและ (2562). *ผลของการจัดการเรียนรู้เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ ตามแนวคิดห้องเรียนกลับทางร่วมกับโมเดล T5 แบบกระต่าย ที่มีต่อความสำเร็จของชิ้นงาน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความรับผิดชอบต่อการเรียน และความพึงพอใจของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเบญจมราชูทิศ จังหวัดปัตตานี*. [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- ธัญยาภัทร์ เขียวทองอินทร์. (2555). *การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ โดยการจัดการเรียนรู้แบบที่ไฟว์กระต่าย*. [วิทยานิพนธ์ ปริญญาโทมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.
- ประสาธ เนืองเฉลิม. (2558, ตุลาคม - ธันวาคม). จุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 Objectives of the 21<sup>st</sup> Century Teaching and Learning in Science. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*, 9(4), 8-13.
- พัทธมน วิริยะธรรม, ภัทกร ชัยประเสริฐ และ สพลณภัทร์ ศรีแสนรงค์. (2561, เมษายน-มิถุนายน). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์*, 20(2), 140-152.
- ภาณุวัฒน์ จิตรภิมย์. (2561, พฤษภาคม 8-9). ผลของการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย สังเกต อธิบาย ร่วมกับการอธิบายปรากฏการณ์ทางเคมีสามระดับที่มีต่อมโนทัศน์ เรื่อง กรด เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. ใน *งานวิจัยและนวัตกรรมเพื่อสังคมที่มั่นคง มั่งคั่ง และยั่งยืน: การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยทักษิณ ครั้งที่ 28* (น.1512-1517), สงขลา.

- รุ่งฤดี อ่อนสง. (2557). ผลการใช้แบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณวิชาเคมี เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสารในสมการเคมีที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสุราษฎร์ธานี 2 จังหวัดสุราษฎร์ธานี. [วิทยานิพนธ์ ปริญญาามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- ลำดวน จำปานูรี และ ญาณภัทร สีหะมงคล. (2563). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดของ POLYA ร่วมกับ SSCS กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ. *วารสารวารสารเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา*, 3(9), 94-105.
- สนทรรศน์ มั่นส. (2559). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ที่ไฟว์กระดาศ เรื่อง กรดและเบส. [วิทยานิพนธ์ ปริญญาามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.
- สมเจตน์ อูระศิลป์. (2555). การสำรวจและปรับแก้โมเดลที่คลาดเคลื่อน เรื่องพันธะเคมี โดยใช้โมเดลการเรียนรู้ T5 แบบกระดาศ. [วิทยานิพนธ์ ปริญญาามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.
- สุจิตรา บุญรอด. (2559). การศึกษาผลการใช้ชุดกิจกรรมโดยการใช้ตัวแทนเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่องการประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. [วิทยานิพนธ์ ปริญญาามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- เอกราช ตาแก้ว. (2564, มกราคม - มิถุนายน). การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องธาตุและสารประกอบโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *วารสารวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ศึกษา*, 4(1), 71-83.
- Polya, G. (1980). On Solving Mathematical Problems in High School. In Problem solving in School Mathematics. *The National Council of Teacher of Mathematics*. Yearbook.
- Salter, D., Richards, L., & Carey, T. (2004). The T5 Design Model: An Instruction Model and Learning Environment to Support the Integration of online and Campus-Based Courses. *Educational Media International*, 41(3), 207-217.
- Nurita, T., Hastuti, P.W. & Sari, D. (2017, October). PROBLEM-SOLVING ABILITY OF SCIENCE STUDENTS IN OPTICAL WAVE COURSES. *Journal Pendidikan IPA Indonesia*, 6(2), 341-345.

การพัฒนาชุดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์  
ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง พอลิเมอร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

The Development Activity Packages based on STEM Education  
to Promote Science Problem Solving Ability  
on Polymer for Grade 12<sup>th</sup> Students

ธนพัฒน์ ทับไธสง\*, เนตรชนก จันทร์สว่าง และ ปนัดดา แทนสุโพธิ์  
Thanaphat Tabthaisong\*, Natchanok Jansawang and Panadda Tansupo

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

Faculty of Science and Technology, Rajabhat Maha Sarakham University

\*Corresponding author. E-mail: t.tabthaisong@gmail.com

### บทคัดย่อ

การพัฒนาชุดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง พอลิเมอร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาชุดกิจกรรมส่งเสริมการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง พอลิเมอร์ และ 2) เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยรวมและจำแนกเป็นรายองค์ประกอบ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยชุด กิจกรรมส่งเสริมการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง พอลิเมอร์ กับเกณฑ์ร้อยละ 70 กลุ่ม ตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/3 โรงเรียนศรีเมืองวิทยาครุ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 36 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ ชุดกิจกรรม ส่งเสริมการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง พอลิเมอร์ จำนวน 6 ชุด รวมเวลา 18 ชั่วโมง แบบวัดการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบกำหนดสถานการณ์ ชนิดปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 32 ข้อ และ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พอลิเมอร์ แบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ สถิติที่ใช้ในการ วิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน ได้แก่ One – sample t – test ผลการวิจัยพบว่า 1) ชุดกิจกรรมส่งเสริมการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง พอลิ เมอร์ จำนวน 6 ชุด มีความเหมาะสมเฉลี่ย 4.35 - 4.96 อยู่ในระดับ มากที่สุด จำนวน 5 ชุด ระดับ มาก จำนวน 1 ชุด และ 2) ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยรวมและจำแนกเป็นรายองค์ประกอบ และผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมส่งเสริมการแก้ปัญหาทาง วิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเรื่อง พอลิเมอร์ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

**คำสำคัญ:** ชุดกิจกรรมตามแนวทางสะเต็มศึกษา, การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์, พอลิเมอร์



### Abstract

The objectives of this research study were to 1) develop learning activity packages based on STEM education to promote science problem solving ability, and 2) compare science problem solving ability as a whole and each component, and learning achievement on Polymer of the grade 12<sup>th</sup> students studied with activity packages based on STEM education to promote science problem solving ability with the 70 percentage criteria. Subjects, gained from purposive random sampling technique, were 36 of grade 12<sup>th</sup> students in Simuang Wittayakhan School, the second semester of 2021 academic year. Research instruments were 6 activity packages based on STEM education to promote science problem solving ability on Polymer, A Science Problem Solving Ability Assessment Test with 8 situations, 32 items, and A Learning Achievement Test on Polymer with 30 items 4 multiple choice test. The research data were analyzed by using percentage, mean, and standard deviation. Research hypotheses were tested by one – sample t – test. The results of this research have found that; the qualities of activity packages based on STEM education to promote science problem solving ability on Polymer showed mean value at high to highest level (mean value 4.35 - 4.96), five packages showed at the highest level, and one package at high level. The science problem solving ability as a whole and each component, and learning achievement on Polymer of the students after learning with the activity packages statistically had higher than those 70 percentages of criterion at the .05 level of significant difference.

**Keywords:** Activity packages based on STEM education, Science problem solving, Polymer

### บทนำ

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ.2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ได้กำหนดให้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี แบ่งออกเป็นวิทยาศาสตร์พื้นฐานและวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม โดยวิทยาศาสตร์เพิ่มเติมนั้นประกอบไปด้วยสาระชีววิทยา สาระเคมี สาระฟิสิกส์ และสาระโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2560) โดยวิชาเคมีมุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยา (โกศล สีสังข์, 2559) พอลิเมอร์เป็นหนึ่งในเนื้อสาระสำคัญที่บรรจุอยู่ในหลักสูตรที่ให้ผู้เรียนได้ศึกษาเกี่ยวกับปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์ โครงสร้างของและสมบัติของพอลิเมอร์ ประเภทจากพอลิเมอร์ การปรับเปลี่ยนโครงสร้างของพอลิเมอร์ และผลกระทบจากการใช้และการกำจัดผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ แต่เนื่องจากโรงเรียนมัธยมของรัฐมีข้อจำกัดในการดำเนินการปฏิบัติการเคมีในการจัดการเรียนการสอน ตัวอย่างเช่น สารเคมีที่ใช้ไม่เพียงพอ เครื่องมือและอุปกรณ์การทดลองมีราคาสูง เป็นต้นทำให้นักเรียนขาดประสบการณ์การทดลอง ขาดทักษะและวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (กรไกร ภูมิใส และคณะ, 2559) การเรียนการสอนในโรงเรียนส่วนใหญ่ยังเน้นที่การจดจำเนื้อหา ผู้สอนมีบทบาทเป็นผู้ถ่ายทอดเนื้อหาวิชามากกว่าการเรียนรู้จากสภาพจริง ขาดเทคนิคการสอนที่ช่วยให้นักเรียนสนใจใฝ่เรียนรู้ ทำให้นักเรียนเกิดความเบื่อหน่ายและ

ไม่สนใจในการเรียน ไม่มีเจตคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ อีกทั้งยังส่งผลให้นักเรียนส่วนใหญ่ขาดความสามารถในการแก้ปัญหาส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ จากรายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านพื้นฐาน (O-NET) รายวิชาวิทยาศาสตร์ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนศรีเมืองวิทยาคาร จังหวัดอุบลราชธานี ปีการศึกษา 2562 และ 2563 พบว่า มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละเท่ากับ 25.47 และ 27.59 ตามลำดับ ซึ่งต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยร้อยละของระดับจังหวัด เขตพื้นที่การศึกษาและระดับประเทศ รวมทั้งคะแนนเฉลี่ยยังต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน

การปรับเปลี่ยนทางสังคมที่เกิดขึ้นในศตวรรษที่ 21 ก่อให้เกิดความก้าวหน้าในทุก ๆ มิติอย่างรวดเร็ว ส่งผลต่อวิถีการดำเนินชีวิตและการประกอบอาชีพ ดังนั้นเพื่อการดำรงชีวิตอยู่อย่างมีคุณภาพจะต้องเป็นผู้ที่มีความรู้และมีความสามารถในการปรับตัว ซึ่งทักษะในการแก้ปัญหาเป็นกุญแจสำคัญที่จะนำไปสู่การปรับตัวเพื่อรับมือกับการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว (Lopez et al., 2014) โดยความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นสมรรถนะสำคัญในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ.2551 และในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (ภูรินทร์ แต่งน้อย และคณะ, 2562) โดยนักการศึกษาได้ออกแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมและพัฒนาผู้เรียนให้เกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรียกว่า การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นรูปแบบการเรียนการสอนตามทฤษฎีการสร้างความรู้ (Constructivism) ที่ผู้เรียนจะต้องสืบค้น เสาะหา สัมผัส ตรวจสอบและค้นคว้าด้วยวิธีการต่าง ๆ จนทำให้เกิดความเข้าใจ ซึ่งการที่จะจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างเต็มศักยภาพจะต้องยึดแนวคิดผู้เรียนเป็นสำคัญ (Child Center Learning) โดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนเกิดองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง ผ่านสื่อและวิธีการจัดการเรียนรู้ที่หลากหลายตามความสนใจของผู้เรียน โดยมีครูเป็นผู้สนับสนุนและอำนวยความสะดวก (สัจญา สดประเสริฐ, 2562) โดยครูผู้สอนจะรวบรวมสื่อ กระบวนการและกิจกรรมการเรียนรู้ต่าง ๆ เพื่อเป็นสื่อกลางระหว่างผู้สอนกับผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้แก่ผู้เรียนตามจุดประสงค์ เรียกว่า ชุดกิจกรรม ซึ่งชุดกิจกรรมจะทำให้ผู้เรียนสามารถค้นคว้าหาความรู้และคำตอบของปัญหาได้ด้วยตนเอง ผู้เรียนมีทักษะในการคิดและแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ และสามารถสรุปองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง ส่งผลให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นและมีเจตคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ (พิชญ์สินี พิศวงปราการ และ อัมพร วัจนะ, 2564)

ในปัจจุบันมีการปรับหลักสูตรโดยบูรณาการการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและกระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริงและการประกอบอาชีพในอนาคตหรือที่เรียกว่า สะเต็มศึกษา (STEM Education) การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ไม่เน้นเพียงการท่องจำทฤษฎีหรือกฎทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ แต่เป็นการสร้างความเข้าใจทฤษฎีหรือกฎเหล่านั้นผ่านการปฏิบัติให้เห็นจริงควบคู่กับการพัฒนาทักษะการคิดตั้งคำถาม แก้ปัญหาและการหาข้อมูลและวิเคราะห์ข้อค้นพบใหม่ ๆ พร้อมทั้งสามารถนำข้อค้นพบนั้นไปใช้หรือบูรณาการกับชีวิตประจำวันได้ (Enlow et al, 2017) ซึ่งสามารถจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาในรูปแบบบูรณาการจะช่วยพัฒนาทักษะการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดของมาตรฐานการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (21<sup>st</sup> Century Standards) ที่ประกอบด้วยทักษะในการหาความรู้ด้วยตนเอง ทักษะการทำงานร่วมกัน ทักษะการคิดวิเคราะห์/แก้ปัญหา ทักษะการพัฒนานวัตกรรม และทักษะการใช้ชีวิตที่มีค่า (ฐิติวรรณ พลเยี่ยม, 2561)

จากที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้ว่าหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ.2551 มีความมุ่งหวังจะให้ผู้เรียนสามารถนำองค์ความรู้ทางเคมีไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ แต่กลับพบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์

ทางการเรียนและการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน จากการสืบค้นข้อมูลพบว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ฝึกให้ผู้เรียนค้นคว้าหาความรู้โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะพัฒนาชุดกิจกรรมส่งเสริมการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง พอลิเมอร์ เพื่อยกระดับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ให้สูงขึ้น ซึ่งจะทำให้นักเรียนสามารถพัฒนาตนเองได้เต็มตามศักยภาพตามที่หลักสูตรมุ่งหวัง

### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

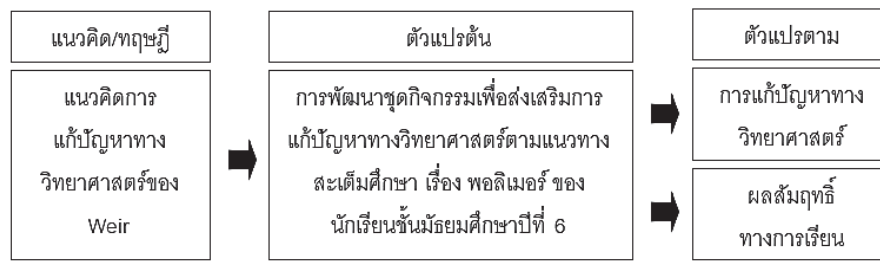
1. เพื่อพัฒนาชุดกิจกรรมส่งเสริมการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง พอลิเมอร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์โดยรวม และจำแนกเป็นรายองค์ประกอบ ของนักเรียน หลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมส่งเสริมการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง พอลิเมอร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 กับเกณฑ์ร้อยละ 70
3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน หลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมส่งเสริมการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง พอลิเมอร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 กับเกณฑ์ร้อยละ 70

### เอกสารที่เกี่ยวข้อง

1. กระบวนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา งานวิจัยในครั้งผู้วิจัยได้ยึดแนวทางกระบวนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาตาม ศิริพร ศรีจันทร์ และคณะ (2562) ซึ่งได้อธิบายกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา มี 6 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 ระบุปัญหาในชีวิตจริง/นวัตกรรมที่ต้องการพัฒนา (Problem Identification) เป็นการทำความเข้าใจปัญหาหรือความท้าทาย วิเคราะห์เงื่อนไขหรือข้อจำกัดของสถานการณ์ปัญหา เพื่อกำหนดขอบเขตของปัญหา ซึ่งจะนำไปสู่การสร้างชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง (Related Information Search) เป็นการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการแก้ปัญหาและประเมินความเป็นไปได้ ข้อดีและข้อจำกัด ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design) เป็นการประยุกต์ใช้ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องเพื่อกำหนดแบบชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา โดยคำนึงถึงทรัพยากร ข้อจำกัดและเงื่อนไขตามสถานการณ์ที่กำหนด ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development) เป็นการกำหนดลำดับขั้นตอนของการสร้างชิ้นงานหรือวิธีการ แล้วลงมือสร้างชิ้นงานหรือพัฒนา วิธีการเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา ขั้นที่ 5 ทดสอบประเมินผลและปรับปรุง (Testing, Evaluation and Design Improvement) เป็นการทดสอบและประเมินการใช้งานของชิ้นงานหรือวิธีการ โดยผลที่ได้จะนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมที่สุด และ ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา (Presentation) เป็นการนำเสนอแนวคิดและขั้นตอนการแก้ปัญหาของการสร้างชิ้นงานหรือการพัฒนาวิธีการให้ผู้สนใจและได้ข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนาต่อไป

2. องค์ประกอบในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ งานวิจัยครั้งนี้ได้ยึดองค์ประกอบในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดของ Weir ที่ได้เสนองค์ประกอบในการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นตอนที่ 1 การระบุปัญหา หมายถึง ความสามารถในการบอกปัญหาที่สำคัญที่สุดในขอบเขตของข้อเท็จจริงจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ขั้นตอนที่ 2 การวิเคราะห์ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการบอกสาเหตุที่แท้จริง หรือสาเหตุที่เป็นไปได้ของปัญหา จากข้อเท็จจริงตามสถานการณ์ ขั้นตอนที่ 3 การกำหนดวิธีการเพื่อแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการวางแผนเพื่อตรวจสอบสาเหตุของปัญหาหรือข้อเท็จจริงหรือข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อนำไปสู่วิธีการแก้ปัญหาที่ระบุไว้ และขั้นตอนที่ 4 การตรวจสอบผลลัพธ์ หมายถึง ความสามารถในการอธิบายได้ว่าผลที่เกิดขึ้นจากการกำหนดวิธีการเพื่อแก้ปัญหานั้นสอดคล้องกับสาเหตุของปัญหาที่ระบุไว้หรือไม่และผลที่ได้จากเป็นจะเป็นอย่างไร โดยกระบวนการแก้ปัญหาแต่ละขั้นตอนมีความสัมพันธ์กัน

### กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพที่ 1 แผนผังกรอบแนวคิดในการวิจัย

### วิธีดำเนินการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ประชากรที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ จำนวน 200 คน ซึ่งกำลังศึกษาอยู่ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนศรีเมืองวิทยาคาร อำเภอศรีเมืองใหม่ จังหวัดอุบลราชธานี ส่วนกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/3 จำนวน 36 คน ซึ่งกำลังศึกษาอยู่ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนศรีเมืองวิทยาคาร อำเภอศรีเมืองใหม่ จังหวัดอุบลราชธานี ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Sampling)

#### 2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

2.1 ชุดกิจกรรมส่งเสริมการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง พอลิเมอร์ โดยเป็นเอกสารสื่อการเรียนรู้ที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ เรื่อง พอลิเมอร์ ซึ่งออกแบบตามกระบวนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา 6 ขั้นตอน จำนวน 18 ชั่วโมง ประกอบไปด้วย 6 ชุดกิจกรรม ได้แก่ ชุดที่ 1 ระบุปัญหาในชีวิตจริง/นวัตกรรมที่ต้องการพัฒนา จำนวน 2 ชั่วโมง ในชุดนี้นักเรียนจะได้ฝึกการเลือกประเด็นปัญหาสำคัญที่เกี่ยวข้องกับพอลิเมอร์ในชีวิตประจำวันหรือในท้องถิ่น สำหรับการศึกษาค้นคว้า ออกแบบวิธีการแก้ปัญหาในชุดกิจกรรมถัดไป ชุดที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง จำนวน 5 ชั่วโมง ในชุดนี้นักเรียนจะได้ศึกษาค้นคว้าเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับพอลิเมอร์ในหัวข้อต่าง ๆ ได้แก่ ปฏิกริยาการเกิดพอลิเมอร์ โครงสร้างและสมบัติของพอลิเมอร์ ประเภทของพอลิเมอร์ การปรับปรุงคุณภาพของพอลิเมอร์ และ ผลกระทบจากการใช้พอลิเมอร์ สำหรับเป็นพื้นฐานในการออกแบบวิธีการแก้ไขปัญหา

ชุดที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา จำนวน 2 ชั่วโมง ในชุดนี้นักเรียนจะได้ออกแบบวิธีการแก้ปัญหาผ่านหัวข้อต่าง ๆ ได้แก่ การวิเคราะห์เงื่อนไขหรือข้อจำกัดที่เป็นบริบทของปัญหา การตั้งสมมติฐานที่สามารถตรวจสอบได้ การวิเคราะห์ S T E M และออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ชุดที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา จำนวน 4 ชั่วโมง ในชุดนี้นักเรียนจะได้วางแผนการดำเนินงานตามวิธีการแก้ปัญหาที่ออกแบบไว้ และดำเนินการตามแผนที่กำหนด ชุดที่ 5 ทดสอบประเมินผลและปรับปรุง จำนวน 2 ชั่วโมง ในชุดนี้นักเรียนจะได้เรียนรู้วิธีการออกแบบประเมินประสิทธิภาพของชิ้นงาน ทดสอบประเมินคุณภาพชิ้นงานและทำการปรับปรุงชิ้นงานให้ได้คุณภาพ และชุดที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา จำนวน 3 ชั่วโมง ในชุดนี้นักเรียนจะได้นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา กระบวนการดำเนินงานแก้ปัญหาและผลจากการแก้ปัญหา

2.2 แบบวัดการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้ จำนวน 8 สถานการณ์ สถานการณ์ละ 4 ข้อ ให้คะแนนคำตอบตามความถูกต้องและสมบูรณ์ เป็น 0 1 2 และ 3 จำนวน 32 ข้อ รวมเป็น 96 คะแนน มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง 0.60 – 1.00 ค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.64–0.69 ค่าอำนาจจำแนกแบบ Item Total Correlation อยู่ระหว่าง 0.33 – 0.45 และค่าความเชื่อมั่น Cronbach's alpha ของสถานการณ์ที่ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 และ 8 มีค่าเท่ากับ 0.87, 0.78, 0.81, 0.79, 0.84, 0.84, 0.86 และ 0.85 ตามลำดับ

2.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พอลิเมอร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แบบปรนัย เลือกตอบ 4 ตัวเลือก ตอบถูกให้คะแนน 1 ตอบผิดให้คะแนน 0 จำนวน 30 ข้อ รวมเป็น 30 คะแนน มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง 0.80–1.00 ค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.33–0.80 ค่าอำนาจจำแนกรายข้อเทียบเกณฑ์ (B - index) อยู่ระหว่าง 0.25–0.74 และค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สูตร Lovett ( $r_{cc}$ ) มีค่าเท่ากับ 0.996

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล จัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมส่งเสริมการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง พอลิเมอร์ กับกลุ่มทดลอง ซึ่งก็คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/3 จำนวน 36 คน 18 ชั่วโมง วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มเป้าหมายหลังการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แบบวัดการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่างหลังการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พอลิเมอร์

4. การวิเคราะห์ข้อมูล หาคุณภาพของชุดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง พอลิเมอร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ โดยใช้ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51 - 5.00 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.51 - 4.50 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับมาก

ค่าเฉลี่ย 2.51 - 3.50 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51 - 2.50 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00 - 1.50 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับน้อยที่สุด

จากนั้นตรวจแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พอลิเมอร์ และให้คะแนนตามเกณฑ์ วิเคราะห์คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และคะแนนจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พอลิเมอร์ ของกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้ค่าสถิติ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ วิเคราะห์คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และ

คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังการจัดการเรียนรู้ของกลุ่มทดลองกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติ One – Sample t – test

### ผลการวิจัยและอภิปรายผล

1. ผลการพัฒนาชุดกิจกรรมส่งเสริมการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง พอลิเมอร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยได้จัดทำชุดกิจกรรมส่งเสริมการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง พอลิเมอร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 6 ชุด ได้แก่ ชุดที่ 1 ระบุปัญหาในชีวิตจริง/นวัตกรรมที่ต้องการพัฒนา ชุดที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง ชุดที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ชุดที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา ชุดที่ 5 ทดสอบประเมินผลและปรับปรุง และชุดที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา ซึ่งเมื่อนำชุดกิจกรรมส่งเสริมการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง พอลิเมอร์ ให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ประเมินคุณภาพ ผลจากการประเมินสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 1

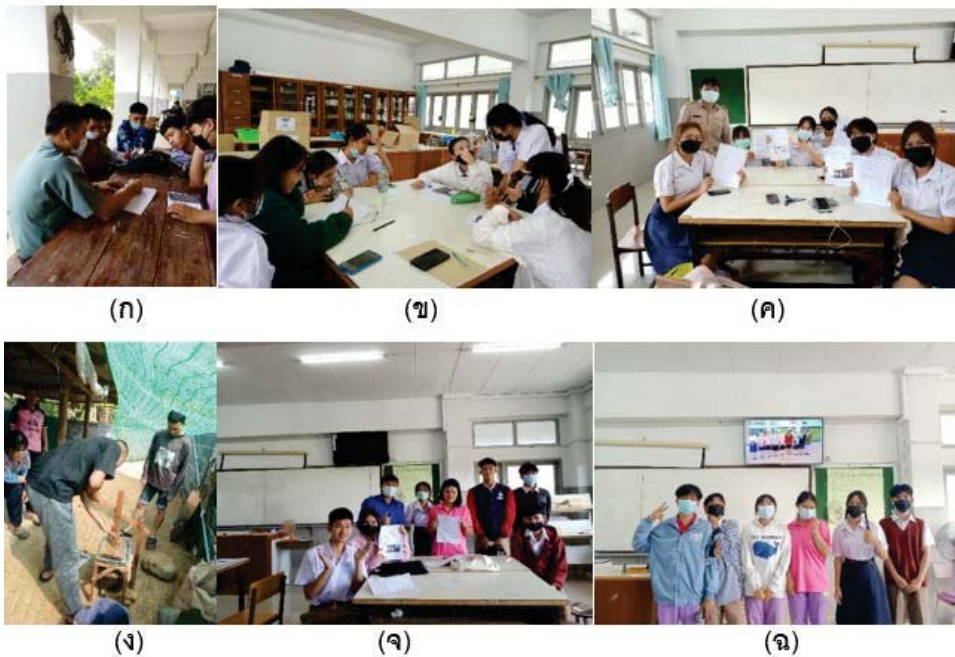
**ตารางที่ 1** ผลการประเมินคุณภาพชุดกิจกรรมส่งเสริมการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง พอลิเมอร์ โดยผู้เชี่ยวชาญ

	ชุดกิจกรรม ที่ 1	ชุดกิจกรรม ที่ 2	ชุดกิจกรรม ที่ 3	ชุดกิจกรรม ที่ 4	ชุดกิจกรรม ที่ 5	ชุดกิจกรรม ที่ 6
ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ )	4.79	4.96	4.61	4.35	4.75	4.71
ระดับความเหมาะสม	มากที่สุด	มากที่สุด	มากที่สุด	มาก	มากที่สุด	มากที่สุด

จากตารางที่ 1 พบว่า ผลการประเมินชุดกิจกรรมส่งเสริมการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง พอลิเมอร์ โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 คน จำนวน 6 ชุด พบว่ามีค่าเฉลี่ย 4.35-4.96 โดยระดับความเหมาะสมอยู่ในระดับ มากที่สุด จำนวน 5 ชุด ระดับ มาก จำนวน 1 ชุด โดยชุดที่มีความเหมาะสมมากที่สุด คือ ชุดที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง มีความเหมาะสมมากที่สุด ( $\bar{X} = 4.96$ ) และชุดที่มีความเหมาะสมในระดับมาก คือ ชุดที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา มีความเหมาะสมมาก ( $\bar{X} = 4.35$ )

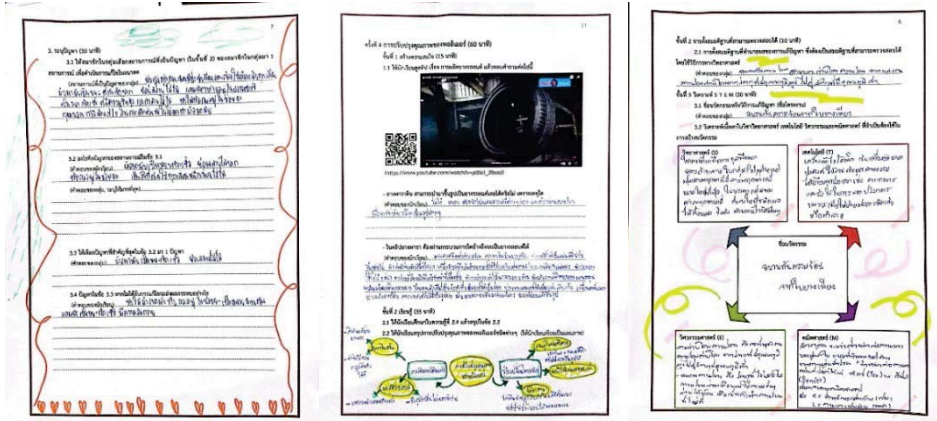
การที่ชุดกิจกรรมมีผลการประเมินคุณภาพอยู่ในระดับดีขึ้นไป เนื่องมาจากได้ดำเนินการออกแบบชุดกิจกรรมตามหลักการสร้างชุดกิจกรรมอย่างเป็นระบบและครอบคลุม และชุดกิจกรรมออกแบบได้สอดคล้องกับรายการประเมินคุณภาพของชุดกิจกรรม สอดคล้องกับงานวิจัยของ ภาณุวัฒน์ เปรมปรี (2556) ที่ได้พัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ระบบนิเวศน้ำจืด สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามหลักการสร้างชุดกิจกรรม ซึ่งพบว่า ชุดกิจกรรมมีคุณภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ และชุดกิจกรรมส่งเสริมการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง พอลิเมอร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เป็นนวัตกรรมที่เน้นให้นักเรียนได้ศึกษาและปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเองตามความสามารถและความแตกต่างระหว่างบุคคล โดยใช้แหล่งการเรียนรู้ที่หลากหลาย มีการกำหนดเป้าหมาย วัตถุประสงค์การเรียนรู้ สิ่งที่ต้องการให้นักเรียนรู้และการวัดประเมินผลอย่างชัดเจน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ อริยาภรณ์ ชุนปักซี่ (2560) ที่ได้พัฒนาชุดกิจกรรมวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ ซึ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ มีการออกแบบแบบฝึกหัดที่เหมาะสมตรงตามวัตถุประสงค์ ทำให้นักเรียนสามารถฝึกฝนได้ด้วยตนเอง ส่งผลให้ชุดกิจกรรมมีคุณภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้

ผลการประเมินคุณภาพชุดกิจกรรมชุดที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา ได้คะแนนต่ำสุดในชุดกิจกรรมทั้ง 6 ชุด คือ มีความเหมาะสมมาก ( $\bar{X} = 4.35$ ) โดยผู้เชี่ยวชาญได้ให้ข้อเสนอแนะเรื่องการปรับกิจกรรมให้เหมาะสมกับระยะเวลาที่ใช้ในชุดกิจกรรม ซึ่งผู้วิจัยได้ปรับปรุงแก้ไขชุดกิจกรรมชุดที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา ก่อนนำไปใช้ทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง และเมื่อนำชุดกิจกรรมส่งเสริมการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง พอลิเมอร์ ที่ผ่านการประเมินคุณภาพไปจัดกิจกรรมการเรียนรู้กับกลุ่มตัวอย่างตามแผนการเก็บรวบรวมข้อมูล สามารถแสดงได้ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้กับกลุ่มตัวอย่างโดยใช้ชุดกิจกรรมส่งเสริมการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง พอลิเมอร์ (ก) ชุดที่ 1 (ข) ชุดที่ 2 (ค) ชุดที่ 3 (ง) ชุดที่ 4 (จ) ชุดที่ 5 และ (ฉ) ชุดที่ 6

ผลงานของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างจากกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมส่งเสริมการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง พอลิเมอร์ สามารถแสดงตัวอย่างผลงานได้ดังภาพที่ 3



(ก)

(ข)

(ค)



(ง)

(จ)

ภาพที่ 2 ตัวอย่างผลงานของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างจากกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมส่งเสริมการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง พอลิเมอร์ (ก) ชุดที่ 1 (ข) ชุดที่ 2 (ค) ชุดที่ 3 (ง) ชุดที่ 4 และ (จ) ชุดที่ 5

2. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน หลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมส่งเสริมการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง พอลิเมอร์ กับเกณฑ์ร้อยละ 70 เมื่อนำคะแนนสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ หลังการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมส่งเสริมการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง พอลิเมอร์ ด้วยแบบ มาวิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้ One – Sample t – test ผลปรากฏดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70

	คะแนนเต็ม	N	$\bar{x}$	%	S.D.	df	T	pValue
ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์	96	36	77.22	80.44	9.82	35	6.12*	.00

\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 2 พบว่า คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้ของนักเรียน มีค่าเท่ากับ 77.22 หรือคิดเป็นร้อยละ 80.44 ซึ่งสูงกว่าความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ตาม



เกณฑ์ (ร้อยละ 70) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อนำคะแนนหลังการจัดการเรียนรู้จากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ มาแยกวิเคราะห์เป็นรายองค์ประกอบ ได้แก่ 1) การระบุปัญหา 2) การตั้งสมมติฐาน 3) การกำหนดวิธีการเพื่อแก้ปัญหา และ 4) การสรุปผลการแก้ปัญหา โดยใช้ค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละองค์ประกอบเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้ One – Sample t – test ผลปรากฏดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์แยกองค์ประกอบเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70

ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์	คะแนนเต็ม	N	$\bar{X}$	%	S.D.	df	T	pValue
1. การระบุปัญหา	24	36	18.67	77.78	2.10	35	5.34*	.00
2. การตั้งสมมติฐาน	24	36	19.22	80.09	2.51	35	5.79*	.00
3. การกำหนดวิธีการเพื่อแก้ปัญหา	24	36	19.78	82.41	3.91	35	4.57*	.00
4. การสรุปผลการแก้ปัญหา	24	36	19.56	81.48	3.62	35	4.57*	.00

\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 3 พบว่า คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้ของนักเรียน องค์ประกอบที่ 1) การระบุปัญหา มีค่าเท่ากับ 18.67 คิดเป็นร้อยละ 77.78 องค์ประกอบที่ 2) การตั้งสมมติฐาน มีค่าเท่ากับ 19.22 คิดเป็นร้อยละ 80.09 องค์ประกอบที่ 3) การกำหนดวิธีการเพื่อแก้ปัญหา มีค่าเท่ากับ 19.78 คิดเป็นร้อยละ 82.41 และองค์ประกอบที่ 4) การสรุปผลการแก้ปัญหา มีค่าเท่ากับ 19.56 คิดเป็นร้อยละ 81.48 ซึ่งคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 4 องค์ประกอบสูงกว่าความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ตามเกณฑ์ (ร้อยละ 70) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การที่ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ทั้งโดยรวมและรายองค์ประกอบ เนื่องมาจากชุดกิจกรรมส่งเสริมการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง พอลิเมอร์ เป็นชุดกิจกรรมที่ออกแบบมาเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์โดยอาศัยแนวทางสะเต็มศึกษา ซึ่งในการเรียนรู้ตามชุดกิจกรรมของนักเรียนมีกระบวนการสอดคล้องกับการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ กล่าวคือ การเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ระบุปัญหาในชีวิตจริง/นวัตกรรมที่ต้องการพัฒนา 2) รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง 3) ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา 4) วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา 5) ทดสอบประเมินผลและปรับปรุง และ 6) นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา ในขณะที่ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) การระบุปัญหา 2) การตั้งสมมติฐาน 3) การกำหนดวิธีการเพื่อแก้ปัญหา และ 4) การสรุปผลการแก้ปัญหา ซึ่งการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาจะสอดคล้องกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ในขั้นตอนที่ 1) ระบุปัญหาในชีวิตจริง/นวัตกรรมที่ต้องการพัฒนา และ 1) การระบุปัญหา ขั้นตอนที่ 3) ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา และ 2) การตั้งสมมติฐาน กับ 3) การกำหนดวิธีการเพื่อแก้ปัญหา ขั้นตอนที่ 6) นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา และ 4) การสรุปผลการแก้ปัญหา ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ วิสุทธิ์ ตรีเงิน (2550) ที่ได้ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาที่ทำโครงการสะเต็มศึกษา ผลการวิจัยพบว่า นักศึกษาที่ทำโครงการสะเต็มศึกษามีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และงานวิจัยของ Broman et al. (2018) ที่ได้ศึกษา

วิธีการที่นักเรียนอธิบายการแก้ปัญหาเคมีปลายเปิดจากบริบท (Context - based) และผลของ Scaffolding ที่มีต่อกระบวนการแก้ปัญหาของนักเรียน ผลการศึกษาพบว่า ปัญหาทางเคมีปลายเปิดตามบริบทสามารถพัฒนานักเรียนให้มีทักษะการแก้ปัญหาสูงขึ้น และ Scaffolding สามารถช่วยให้นักเรียนแก้ปัญหาได้ง่ายขึ้น ดังนั้นเมื่อนักเรียนได้เรียนรู้จากชุดกิจกรรมส่งเสริมการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง พอลิเมอร์ ครบทั้ง 6 ชุด นักเรียนก็จะได้รับการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ให้สูงขึ้น นอกจากนี้ชุดกิจกรรมส่งเสริมการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง พอลิเมอร์ เป็นเครื่องมือที่ใช้ให้นักเรียนได้ทำการศึกษาค้นคว้าและลงมือทำด้วยตนเอง เปิดโอกาสในการวางแผนการทำงาน ศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลที่หลากหลาย สนับสนุนให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น มีการฝึกปฏิบัติการทดลอง มีการออกแบบและนำเสนอข้อมูลจากการทดลองและสรุปผลด้วยตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ นาดยา ช่วยชูเชิด (2557) ที่พบว่าชุดกิจกรรมช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้ารวบรวมข้อมูลด้วยตนเองอย่างเป็นระบบ นักเรียนมีเสรีภาพในการแสดงความคิดเห็นในการแก้ปัญหาและตลอดกระบวนการเรียนรู้ ซึ่งเมื่อนักเรียนมีอิสระในการเรียนรู้จึงส่งผลให้นักเรียนสามารถระบุปัญหาจากสถานการณ์ปัญหา สามารถตั้งสมมติฐานและวางแผนเพื่อตรวจสอบสาเหตุของปัญหา ตลอดจนการอธิบายและสรุปผลที่เกิดขึ้น งานวิจัยของ Mau Duc et al (2019) ที่พบว่าชุดกิจกรรมน้ำยากรด – ต่างจากกะหล่ำปลีสีม่วงที่ออกแบบตามแนวทางสะเต็มศึกษา ส่งผลให้ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนหลังการเรียนมากกว่าก่อนการเรียน และงานวิจัยของ Enlow et al (2017) ที่พบว่าชุดพอลิเมอร์เคมีคอนดักเตอร์และ 3-in-1 พลาสติกอิเล็กทรอนิกส์ที่ออกแบบตามแนวทางสะเต็มศึกษา ส่งผลให้ทักษะในการแก้ปัญหาของนักเรียนเพิ่มขึ้น ดังนั้นความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจึงสูงขึ้นเมื่อเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมส่งเสริมการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเรื่อง พอลิเมอร์

3. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน หลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมส่งเสริมการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง พอลิเมอร์ กับเกณฑ์ร้อยละ 70 เมื่อนำคะแนนสอบหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พอลิเมอร์ มาวิเคราะห์คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้ One – Sample t – test ผลปรากฏดังตารางที่ 4

**ตารางที่ 4** คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70

	คะแนนเต็ม	N	$\bar{x}$	%	S.D.	df	t	pValue
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	30	36	23.58	78.61	3.30	35	4.70*	.00

\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 4 พบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง มีค่าเท่ากับ 23.58 หรือคิดเป็นร้อยละ 78.61 ซึ่งสูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามเกณฑ์ (ร้อยละ 70) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 การที่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 เนื่องมาจากการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมส่งเสริมการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง พอลิเมอร์ นักเรียนมีอิสระในการเรียนรู้ ได้ฝึกทักษะกระบวนการคิดด้านต่าง ๆ ในการเชื่อมโยงกับเนื้อหาการเรียน มีสื่อการเรียนรู้ที่หลากหลายสามารถเรียนซ้ำได้หลายรอบและระหว่างเรียนยังสามารถพูดคุยแลกเปลี่ยนกับเพื่อนร่วมชั้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ภักดี เอ็นแคน (2561) ที่ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนโดย

ใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น เรื่อง เซลล์ไฟฟ้าเคมี ผลการศึกษาพบว่าชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น เรื่อง เซลล์ไฟฟ้าเคมี ช่วยให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีปกติ และ วนิดา สองโสม (2564) ได้ศึกษา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาเคมี 1 ของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมแบบจำลองอะตอม ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมแบบจำลองอะตอมมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ดังนั้นเมื่อนักเรียนเรียนรู้ผ่านชุดกิจกรรมส่งเสริมการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง พอลิเมอร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจึงสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ในชุดกิจกรรมส่งเสริมการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง พอลิเมอร์ นักเรียนจะได้เรียนรู้เนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับ เรื่อง พอลิเมอร์ ในชุดที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง เป็นหลัก มีการจัดเรียงเนื้อหาอย่างเป็นระบบตามความยากง่ายและความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาเป็นอย่างดี โดยแบ่งการเรียนออกเป็น 5 ครั้ง ตามหัวข้อเนื้อหา ซึ่งในการเรียนรู้แต่ละครั้งจะเริ่มต้นจากการสร้างความสนใจโดยใช้วิดีโอผ่านคำถามชวนคิดเพื่อจุดประเด็นในการเรียนรู้ และเรียนรู้ผ่านใบความรู้หรือใบกิจกรรมแล้วจึงประเมินตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของตนเอง จะเห็นได้ว่าการชุดกิจกรรมออกแบบมาได้ครบถ้วนตามกระบวนการเรียนรู้ ดังนั้นเมื่อนักเรียนศึกษาผ่านชุดกิจกรรมส่งเสริมการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง พอลิเมอร์ จึงเรียนรู้ได้ง่ายส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง และตลอดกระบวนการเรียนรู้ทั้ง 6 ชุดกิจกรรม นักเรียนจะต้องมีการใช้ความรู้เนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับพอลิเมอร์ เพื่อวางแผน ออกแบบ ประเมิน ปรับปรุงอธิบาย และสรุปผลจากการศึกษาโครงการของตนเอง อาจกล่าวได้ว่านักเรียนได้ทบทวนเนื้อหาความรู้อยู่เสมอจึงทำให้มีความคงทนในการเรียนรู้สูง ซึ่งส่งผลให้เมื่อทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนักเรียนจึงได้คะแนนสูง และในกระบวนการเรียนรู้ชุดกิจกรรมส่งเสริมการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง พอลิเมอร์ นอกจากนักเรียนจะได้เรียนรู้เฉพาะเรื่องเกี่ยวกับพอลิเมอร์แล้ว ยังได้เรียนรู้บูรณาการศาสตร์อื่น ๆ ด้วย ตัวอย่างเช่น การออกแบบชิ้นงานในศาสตร์ด้านวิศวกรรม การใช้เครื่องมือหรือวิธีการในศาสตร์ด้านเทคโนโลยี และการคำนวณต่าง ๆ ในศาสตร์ด้านคณิตศาสตร์ ซึ่งจะส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความเข้าใจได้ลึกซึ้งและเรียนรู้อย่างมีความหมายมากยิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ วิไลลักษณ์ ผ่านเมือง (2560) ที่ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง พอลิเมอร์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และงานวิจัยของ พลศักดิ์ แสงพรหมศรี และคณะ (2558) ที่ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ดังนั้นเมื่อนักเรียนเรียนรู้ผ่านชุดกิจกรรมชุดที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง และชุดอื่น ๆ ในชุดกิจกรรมส่งเสริมการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง พอลิเมอร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจึงสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้

### สรุปผล

1. ชุดกิจกรรมส่งเสริมการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง พอลิเมอร์ จำนวน 6 ชุด มีความเหมาะสมเฉลี่ย 4.35 - 4.96 อยู่ในระดับ มากที่สุด จำนวน 5 ชุด ระดับ มาก จำนวน 1 ชุด
2. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์โดยรวมและจำแนกตามองค์ประกอบทุกด้าน ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมส่งเสริมการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง พอลิเมอร์ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมส่งเสริมการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง พอลิเมอร์ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

### ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ในการเรียนรู้ในชุดกิจกรรมส่งเสริมการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง พอลิเมอร์ ของนักเรียน ครูผู้สอนควรให้คำแนะนำ ช่วยเหลือ และประเมินการเรียนรู้ของนักเรียนอย่างสม่ำเสมอ เพื่อให้นักเรียนสามารถสร้างสรรค์โครงงานวิทยาศาสตร์ได้สำเร็จตามเป้าหมาย
2. ในทำการศึกษาวิจัยครั้งต่อไปควรพัฒนาชุดกิจกรรมส่งเสริมการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษาบูรณาการกับเนื้อหาเรื่องอื่น ๆ ในรายวิชาเคมีที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน เช่น อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี สมดุลเคมี กรด - เบส เคมีอินทรีย์ เป็นต้น
3. ในทำการศึกษาวิจัยครั้งต่อไปควรศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ ที่อาจมีความสัมพันธ์กัน เช่น ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ กับ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นต้น เพื่อที่จะได้วางแผนพัฒนาหรือส่งเสริมให้ครอบคลุมมากยิ่งขึ้น

### กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยในครั้งนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างสูงยิ่งจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เนตรชนก จันทร์สว่าง อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก และ อาจารย์ ดร.ปนัดดา แทนสุโพธิ์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ซึ่งให้คำแนะนำ ตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ในการทำวิจัย ขอขอบพระคุณอาจารย์ประจำสาขาเคมีศึกษาที่กรุณาประสาทวิชาและดูแลช่วยเหลือในการวิจัย ขอขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ขอขอบพระคุณ ผู้อำนวยการ คณะครูและนักเรียนโรงเรียนศรีเมืองวิทยาคาร จังหวัดอุบลราชธานี ที่ให้ความอนุเคราะห์และอำนวยความสะดวกในการเก็บข้อมูลในการทำวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างดี รวมทั้งบุคคลอื่นที่เกี่ยวข้องที่ไม่ได้กล่าวมาทั้งหมดซึ่งมีส่วนช่วยให้การวิจัยในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

### เอกสารอ้างอิง

- กรไกร ภูมิไสว, ปิยรัตน์ มูลศรี และ เสาวภา ชุมณี. (2559, กุมภาพันธ์ 14). การพัฒนาทปฏิบัติการเคมี เรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. ใน งานวิจัยเพื่อพัฒนาท้องถิ่น: การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ครั้งที่ 2 (น.328 – 332). เพชรบูรณ์.
- โกศล สีสังข์. (2559). การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์แบบ 7E ที่ส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ เรื่อง กรด-เบส ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารการศึกษา. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- จิตติวรดา พลเยี่ยม. (2561, กรกฎาคม-ธันวาคม). สะเต็มศึกษา : ความเข้าใจเบื้องต้นสู่ห้องเรียนบูรณาการ. วารสารครู พิบูล, 5(2), 122-135.
- นาคยา ช่วยชูเชิด. (2557, กรกฎาคม-ธันวาคม). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์. วารสารศรีนครินทร์วิจัยและพัฒนา (สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์), 6(12), 87 – 94.
- พลศักดิ์ แสงพรหมศรี, ประสาท เนืองเฉลิม และ ปิยะเนตร จันทศิริระติกุล. (2558, เมษายน - มิถุนายน). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วย การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนรู้ แบบปกติ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 40(2). 41-51.
- พิชญ์สินี พิศวรปราการ และ อัมพร วัจนะ. (2564, สิงหาคม 18). การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. ใน *Global Goals, Local Actions: Looking Back and Moving Forward 2021: การประชุมวิชาการนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 14 มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา* (น.64–76). กรุงเทพฯ.
- ภักดี เอ็นแคน. (2561). การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ โดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง ไฟฟ้าเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ ปริญญาโทบริหารการศึกษา ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- ภาณุวัฒน์ เปรมปรี. (2556). การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ระบบนิเวศน้ำจืด สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนประเทียวิทยาทาน จังหวัดสระบุรี [วิทยานิพนธ์ ปริญญาโทบริหารการศึกษา ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ภูรินทร์ แดงน้อย, ชนินันท์ พฤกษ์ประมูล, ณสรณ์ ผลโภาค และ สมสรณ์ วงษ์อยู่น้อย. (2562). การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วารสารการศึกษาและการพัฒนาสังคม, 12(1), 201 – 211.
- วนิดา ส่องโสม. (2564, มิถุนายน). การศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ด้วยชิปาโมเดลร่วมกับการใช้ชุดกิจกรรมเรื่องแบบจำลองอะตอม รายวิชาเคมี 1 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสตรีราชินูทิศ. *Journal of Roi Kaensarn Academi*, 6(6), 126 – 136.

- วิไลลักษณ์ ผ่านเมือง. (2560). การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาในรายวิชาเคมี เรื่อง พอลิเมอร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 [วิทยานิพนธ์ ปริญญาโทมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- วิสุทธิ ตรีเงิน. (2550). การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ด้วยโครงการวิทยาศาสตร์. [วิทยานิพนธ์ ปริญญาโทมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต.
- ศิริพร ศรีจันทะ, พีรภัฏ รุ่งสัทธรรม และ ประดิษฐ์ วิชัย. (2562, มกราคม-เมษายน). สะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนรู้ STEM Education with Learning Management. *วารสารวิชาการแพรวกาฬสินธุ์ มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์*, 6(1), 157 – 177.
- สัญญา สดประเสริฐ. (2562). ศตวรรษที่ 21 : ทักษะการเรียนรู้สู่ความเป็นครูมืออาชีพ. *วารสารสหวิทยาการมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์*, 2(1), 1 – 12.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- อริยาภรณ์ ชุนปากี. (2560). การพัฒนาชุดกิจกรรมวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 [วิทยานิพนธ์ ปริญญาโทมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต.
- Broman, K., Bernholt, S. & Parchmann, I. (2018). Using model-based scaffolds to support students solving context – based chemistry problems. *International Journal of Science Education*. 40(10). 1176 – 1197.
- Enlow, J. L., Marin, D. M. & Walter, M. G. (2017). Using Polymer Semiconductors and a 3 – in – 1 Plastic Electronics STEM Education Kit To Engage Students in Hands – On Polymer Inquiry Activities. *Journal of Chemistry Education*. 94(11). 1714 – 1720.
- Lopez, E. J. et al. (2014). Factors Contributing to Problem-Solving Performance in First - Semester Organic Chemistry. *Journal of Chemistry Education*. 91(7). 976 – 981.
- Mau Duc, N., Nguyen, Q.L. & Yuenyong, C. (2019). Implement of STEM education in Vietnamese high school: unit of acid-base reagent from purple cabbage. *J. Phys.: Conf. Ser.* 1340, 1 – 9.

## การกำจัดฟอสฟอรัสจากน้ำเสียโรงฆ่าสัตว์ด้วยเถ้ากระดูกหมู

### Phosphorus Removal from Slaughterhouse Wastewater Using Pig Bone Ash

เจนจิราภรณ์ ศรีสุวรรณ, ธนัชพร จินตะชิน, ศศิญาพร นรราชฎ์ และ วุฒิกกร สายแก้ว  
Janjiraporn Srisuwan, Thanatchaporn Jintachin, Sasiyaporn Norarat and Wutthikorn  
Saikaew

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

Environmental Science Program, Faculty of Science and Technology, Rajabhat Mahasarakham University

\*Corresponding author Email: [ajkorrmu@hotmail.com](mailto:ajkorrmu@hotmail.com)

#### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมต่อการกำจัดฟอสฟอรัสจากน้ำเสียโรงฆ่าสัตว์ด้วยเถ้ากระดูกหมูและศึกษาประสิทธิภาพการกำจัดฟอสฟอรัสจากน้ำเสียโรงฆ่าสัตว์ด้วยเถ้ากระดูกหมู น้ำเสียใช้ในการศึกษาเป็นน้ำเสียจากโรงฆ่าสัตว์เทศบาลเมืองมหาสารคาม ศึกษาการกำจัดฟอสฟอรัสด้วยวิธีการตกตะกอนด้วยเครื่องจาร์เทสต์ ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมของค่าความเป็นกรด-ด่าง ความเข้มข้นน้ำเถ้ากระดูกหมู และระยะเวลาในการกวน พารามิเตอร์ของคุณลักษณะของน้ำเสียที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ ฟอสฟอรัสรวม บีโอดี ความเป็นกรด-ด่าง และการนำไฟฟ้า และคุณลักษณะของน้ำเสียหลังการทดลอง ได้แก่ ฟอสฟอรัสรวม สถิติที่ใช้ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการศึกษาคคุณลักษณะของน้ำเสียโรงฆ่าสัตว์ที่ใช้ในการทดลอง พบว่ามีค่าฟอสฟอรัสรวมเท่ากับ 3.124 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าบีโอดีเท่ากับ 715.50 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 7.42 และค่าการนำไฟฟ้าเท่ากับ 1,043 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร สำหรับสภาวะที่เหมาะสมในการกำจัดฟอสฟอรัสจากน้ำเสียโรงฆ่าสัตว์ด้วยเถ้ากระดูกหมู คือ ค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 8, ความเข้มข้นน้ำเถ้ากระดูกสัตว์เท่ากับ 80 กรัม/100 มิลลิลิตร และระยะเวลาในการกวนเท่ากับ 30 นาที ซึ่งพบว่าประสิทธิภาพการกำจัดฟอสฟอรัสสูงสุดจากการศึกษาในครั้งนี้คือร้อยละ 53.59

**คำสำคัญ:** การกำจัดฟอสฟอรัส, เถ้ากระดูกสัตว์, น้ำเสียโรงฆ่าสัตว์

### Abstract

The objectives of this research were to study the optimum conditions for phosphorus removal from slaughterhouse wastewater with pig bone ash and to study the efficiency of phosphorus removal from slaughterhouse wastewater with pig bone ash. Wastewater samples were collected from Maha Sarakham Municipality Slaughterhouse and investigated for phosphorus removal with sedimentation method by Jar test. The optimum conditions were studied by varying solution pH of 8 and 12, pig bone ash concentrations of 30, 40, 50 and 80 g/100 ml and agitating time of 30, 40, 50 minutes. The studied parameters for influent wastewater characteristics were total phosphorus, BOD, pH and electrical conductivity, while the effluent samples were investigated for total phosphorus. The results of the study were statistically analyzed, including mean and standard deviation.

The results of the study on the characteristics of the slaughterhouse wastewater used in this experiment were as the follows; the total phosphorus value was 3.124 mg/l, BOD 715.50 milligrams per liter, pH was 7.42 and the electrical conductivity 1,043 microsiemens per centimeter. The optimum condition for phosphorus removal from slaughterhouse wastewater with pig bone ash was pH 8, pig bone ash with water concentration of 80 g/100 ml, and agitating time was 30 minutes. In this study, the highest efficiency was 53.59%.

**Keywords:** Phosphorus Removal, Pig Bone Ash, Slaughterhouse Wastewater

### บทนำ

ปัญหาสิ่งแวดล้อมด้านมลพิษทางน้ำนับได้ว่ามีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น ซึ่งเป็นผลมาจากการเจริญเติบโตของการพัฒนาประเทศ ส่งผลให้เกิดผลกระทบต่อคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำ สาเหตุสำคัญของปัญหาเกิดจากการปนเปื้อนของสารมลพิษต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการปนเปื้อนของฟอสฟอรัสในแหล่งน้ำที่มีแหล่งกำเนิดมาจากกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ เช่น การชักล้าง การทำฟาร์มปศุสัตว์และโรงฆ่าสัตว์ โดยกิจกรรมการฆ่าสัตว์จากโรงฆ่าสัตว์นับเป็นแหล่งกำเนิดสารมลพิษที่สำคัญ ที่มีการปล่อยฟอสฟอรัสจากสิ่งสกปรกจำพวกเลือด มูลสัตว์ รวมไปถึงเศษเนื้อ ฟอสฟอรัสที่ปนเปื้อนลงสู่แหล่งน้ำจะส่งผลกระทบต่อแหล่งน้ำคือ ทำให้เกิดปรากฏการณ์ยูโทรฟิเคชัน (Eutrophication) ซึ่งเป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำและเป็นมลพิษทางสิ่งแวดล้อม โดยทั่วไปพบว่าคุณลักษณะของน้ำเสียจากโรงฆ่าสัตว์ มีค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ในช่วง 6.9-7.5 บีโอดี 340-670 มิลลิกรัมต่อลิตร น้ำมันและไขมัน 60-94 มิลลิกรัมต่อลิตร ทีเคเอ็น 53-99 มิลลิกรัมต่อลิตร และฟอสฟอรัสรวม 17-30 มิลลิกรัมต่อลิตร (กฤตธี วงศ์สถิตย์, 2544)

การกำจัดฟอสฟอรัสในน้ำเสียนั้นสามารถทำได้หลายวิธี กระบวนการที่นิยมนำมาใช้กำจัด ได้แก่ การกำจัดฟอสฟอรัสด้วยวิธีทางเคมี ด้วยการให้หลักการการทำให้เกิดปฏิกิริยาการตกผลึก ปฏิกิริยาโคแอกกูเลชัน และการดูดซับ โดยสารเคมีที่สามารถใช้ในการกำจัดฟอสฟอรัส ได้แก่ เบนโทไนท์ ปูนขาว อลูมิเนียมซัลเฟต และเฟอร์รัสซัลเฟต ซึ่งมีประสิทธิภาพสูงในการกำจัดฟอสฟอรัสจากน้ำ (จารุวรรณ เกษมทรัพย์, 2538) สำหรับการศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้อง



กับการกำจัดฟอสฟอรัสโดยวัชธุกรมชาติ เช่น การศึกษาของ วิจิตรธัญญา บุรีรัตน์และคณะ (2555) ได้ศึกษาการกำจัดไนโตรเจนและฟอสฟอรัสจากน้ำปฏิกูลด้วยเถ้าเปลือกหอยเชอรี่ โดยศึกษาการกำจัดไนโตรเจนและฟอสฟอรัสจากน้ำปฏิกูลและใช้วัชธุกรมชาติที่มีองค์ประกอบของแคลเซียมและแมกนีเซียมในการกำจัด ซึ่งพบว่ามีประสิทธิภาพในการกำจัดไนโตรเจนและฟอสฟอรัสจากน้ำปฏิกูลได้ดีที่สุดคือ ร้อยละ 70.19 และ 54.55 ตามลำดับ และการศึกษาของคชินท์ สายอินทวงศ์ (2559) ได้ศึกษาเกี่ยวกับคุณลักษณะของเถ้ากระดูกสัตว์ พบว่ากระดูกสัตว์เมื่อเผาเป็นเถ้าที่อุณหภูมิ 900-1000 องศาเซลเซียส จะทำให้เกิดเถ้ากระดูกสัตว์ที่มีปริมาณของแคลเซียมฟอสเฟตร้อยละ 67-85 แคลเซียมคาร์บอเนตร้อยละ 3-10 และแมกนีเซียมฟอสเฟตร้อยละ 2-3 ตามลำดับ ซึ่งวัสดุนี้สามารถใช้เป็นสารโคแอกกูแลนต์ (coagulant) ได้และสามารถนำมาใช้ร่วมกับวิธีการตกตะกอน ซึ่งเป็นวิธีการที่มีราคาถูกเพราะใช้พลังงานน้อย และเป็นปฏิกิริยาที่ทำให้เกิดการรวมตัวของตะกอนได้รวดเร็ว

กระดูกสัตว์ที่เหลือทิ้งจากร้านจำหน่ายอาหาร นับเป็นปัญหาหนึ่งในการจัดการขยะมูลฝอยจากร้านจำหน่ายอาหาร เช่นในปัจจุบันมีการนำกระดูกสัตว์มาใช้ประกอบการปรุงสุกโดยเฉพาะการนำกระดูกหมูเพื่อทำน้ำต้มกระดูกและเมื่อใช้เสร็จแล้วจะทิ้งเศษกระดูกเหล่านี้ไปรวมกับขยะมูลฝอยชุมชน ก่อให้เกิดกลิ่นเหม็น เป็นแหล่งรวมของเชื้อโรคและพาหะนำโรค ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมตามมา ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงมีความสนใจในการนำเถ้ากระดูกสัตว์ซึ่งเป็นวัสดุที่เหลือทิ้ง เนื่องจากมีคุณสมบัติในการเป็นสารโคแอกกูแลนต์ มาใช้ประโยชน์ในการกำจัดฟอสฟอรัสด้วยหลักการทำให้เกิดการตกตะกอน โดยคำนึงถึงการนำวัสดุจากธรรมชาติที่ไม่ใช่แล้วมาใช้ให้เกิดประโยชน์ และเป็นทางเลือกใหม่ในการกำจัดฟอสฟอรัสจากน้ำเสียโรงฆ่าสัตว์ได้อีกทางหนึ่ง

### วิธีดำเนินการวิจัย

1. พื้นที่ศึกษา การศึกษาการกำจัดฟอสฟอรัสจากน้ำเสียโรงฆ่าสัตว์ด้วยเถ้ากระดูกหมู เป็นการศึกษาเชิงทดลองในห้องปฏิบัติการ ผู้วิจัยได้เก็บตัวอย่างน้ำจากโรงฆ่าสัตว์เทศบาลเมืองมหาสารคาม และนำมาทำการทดลองและวิเคราะห์คุณภาพน้ำ ณ ห้องปฏิบัติการสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

2. การเตรียมเถ้ากระดูกสัตว์ การเตรียมเถ้ากระดูกสัตว์โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

2.1 นำกระดูกสัตว์ที่เป็นส่วนกระดูกขาตั้ง ที่ได้จากการปรุงสุกและเป็นเศษเหลือทิ้งจากการทำน้ำต้มกระดูกหมู จากร้านชำวต้มแห่งหนึ่งที่ตั้งอยู่ ณ ถนนริมครองสมถวิล ตำบลตลาด อำเภอเมืองมหาสารคาม จังหวัดมหาสารคาม

2.2 ทูบกระดูกสัตว์ นำใส่ขามระเหยแล้วนำเข้าเตาเผา (Raku Kiln) ชนิดอุณหภูมิสูงแบบแก๊ส เผาที่อุณหภูมิ 900-1,000 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง

2.3 นำออกจากเตาเผา บดให้ละเอียด จากนั้นนำไปทำให้แห้งโดยการอบที่อุณหภูมิ 103-105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง แล้วทิ้งไว้ให้เย็นในตู้ดูดความชื้น

3. การเตรียมความเข้มข้นน้ำเถ้ากระดูกสัตว์ โดยการนำน้ำกลั่นใส่บีกเกอร์ 100 มิลลิลิตร ใส่เถ้ากระดูกสัตว์ 30, 40, 50 และ 80 มิลลิกรัม ผสมให้เข้ากัน แล้วตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอน กรองตะกอนออก และนำน้ำที่ตกตะกอนจากแต่ละบีกเกอร์มาใช้ในการทดลองปริมาตร 20 มิลลิลิตร

4. การเก็บตัวอย่าง/การเตรียมน้ำเสียจากโรงฆ่าสัตว์ เก็บตัวอย่างน้ำเสียจากรางระบายน้ำทิ้งจากกระบวนการของโรงฆ่าสัตว์ ด้วยขวดเก็บตัวอย่างน้ำ ในการเก็บรักษาตัวอย่างน้ำจะจัดเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

5. รูปแบบการทดลอง การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาเชิงทดลองในห้องปฏิบัติการ แต่ผลการทดลองศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการตกตะกอนจาก 3 ปัจจัย ได้แก่ ความเป็นกรด-ด่าง ความเข้มข้นน้ำเถ้ากระดูกหมูและระยะเวลาในการกวน โดยมีรายละเอียด โดยชุดการทดลองที่ 1 ใช้น้ำเสียจากโรงฆ่าสัตว์จำนวน 9 ปีกเกอร์ ปีกเกอร์ละ 500 มิลลิลิตร ปรับค่าความกรด-ด่างให้ได้เท่ากับ 8 เดิมความเข้มข้นน้ำเถ้ากระดูกหมู 30, 40, 50 และ 80 กรัม/100 มิลลิลิตร ตามลำดับ ทดสอบการตกตะกอนด้วยเครื่องจาร์เทสต์ กวนด้วยอัตราเร็ว 100 รอบต่อนาที ใช้ระยะเวลาในการกวน ที่ 30, 40 และ 50 นาที ชุดการทดลองที่ 2 ใช้น้ำเสียจากโรงฆ่าสัตว์จำนวน 9 ปีกเกอร์ ปีกเกอร์ละ 500 มิลลิลิตร ปรับค่าความกรด-ด่างให้ได้เท่ากับ 12 เดิมความเข้มข้นน้ำเถ้ากระดูกหมู 30, 40, 50 และ 80 กรัม/100 มิลลิลิตร ตามลำดับ ทดสอบการตกตะกอนด้วยเครื่องจาร์เทสต์ กวนด้วยอัตราเร็ว 100 รอบต่อนาที ใช้ระยะเวลาในการกวน ที่ 30, 40 และ 50 นาที

6. การศึกษาการจัดฟอสฟอรัส ศึกษาโดยใช้หลักการตกตะกอนด้วยเครื่องจาร์เทสต์ สารเคมีที่ใช้ปรับค่าความเป็นกรด-ด่าง ได้แก่ สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1 นอร์มัล (NaOH 1 N) และสารละลายกรดซัลฟิวริก 1 นอร์มัล (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1 N)

7. คุณลักษณะของน้ำที่ทำการศึกษา

7.1 คุณลักษณะของน้ำเสียที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ ฟอสฟอรัสรวม (Total Phosphorus: TP), ปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์หรือบีโอดี (Biochemical Oxygen Demand: BOD) ความเป็นกรด-ด่าง (pH) และการนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity: EC)

7.2 คุณลักษณะของน้ำหลังการทดลอง ได้แก่ ฟอสฟอรัสรวม (Total Phosphorus: TP)

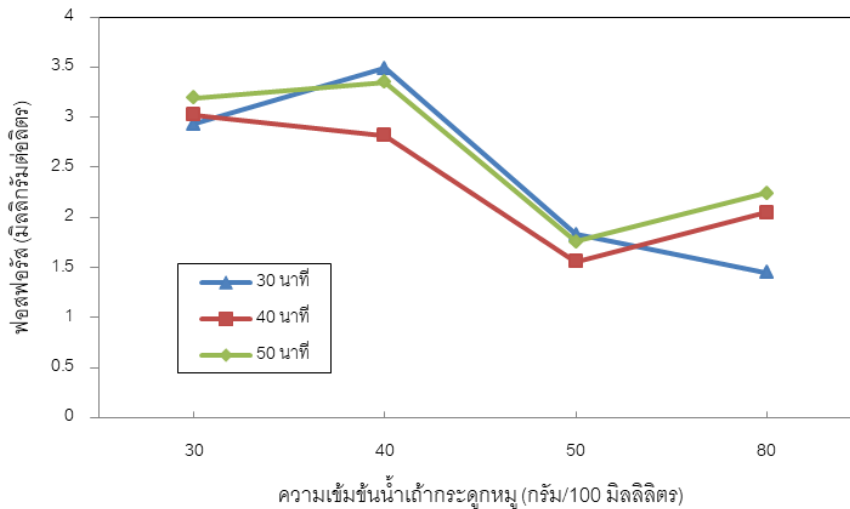
## ผลการวิจัย

1. ลักษณะน้ำเสียโรงฆ่าสัตว์ จากการศึกษพบว่าน้ำเสียโรงฆ่าสัตว์ที่ใช้ในการทดลอง มีค่าปริมาณฟอสฟอรัสรวมเท่ากับ 3.124 มิลลิกรัมต่อลิตร บีโอดีเท่ากับ 715.50 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 7.42 และค่าการนำไฟฟ้าเท่ากับ 1,043 ไมโครซีเมนตต่อเซนติเมตร

2. สภาวะที่เหมาะสมต่อการกำจัดฟอสฟอรัส สารละลายที่ความเป็นกรด-ด่าง เท่ากับ 8 ความเข้มข้นน้ำเถ้ากระดูกหมู 30, 40, 50 และ 80 กรัม/100 มิลลิลิตร และระยะเวลาในการกวน 30 นาที พบฟอสฟอรัสมีค่าเท่ากับ 2.932±0.067, 3.487±0.149, 1.828±0.692 และ 1.450±0.205 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ สำหรับระยะเวลาในการกวน 40 นาที พบฟอสฟอรัสมีค่าเท่ากับ 3.021±0.099, 2.819±0.076, 1.558±0.379 และ 2.049±0.845 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ และระยะเวลาในการกวน 50 นาที พบฟอสฟอรัสมีค่าเท่ากับ 3.191±0.303, 3.350±0.346, 1.758±0.282 และ 2.244±0.028 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ซึ่งความสัมพันธ์ระหว่างฟอสฟอรัสรวมกับความเข้มข้นน้ำเถ้ากระดูกหมูและระยะเวลาในการกวน แสดงดังตารางที่ 1 และภาพที่ 1

ตารางที่ 1 ปริมาณฟอสฟอรัสรวมที่ค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 8 ความเข้มข้นและระยะเวลาในการกวนต่าง ๆ

ระยะเวลาในการกวน (นาที)	ความเข้มข้นน้ำเถ้ากระดูกหมู (กรัม/100 มิลลิลิตร)			
	30	40	50	80
30	2.932 ± 0.067	3.487 ± 0.149	1.828 ± 0.692	1.450 ± 0.205
40	3.021 ± 0.099	2.819 ± 0.076	1.558 ± 0.379	2.049 ± 0.845
50	3.191 ± 0.303	3.350 ± 0.346	1.758 ± 0.282	2.244 ± 0.028



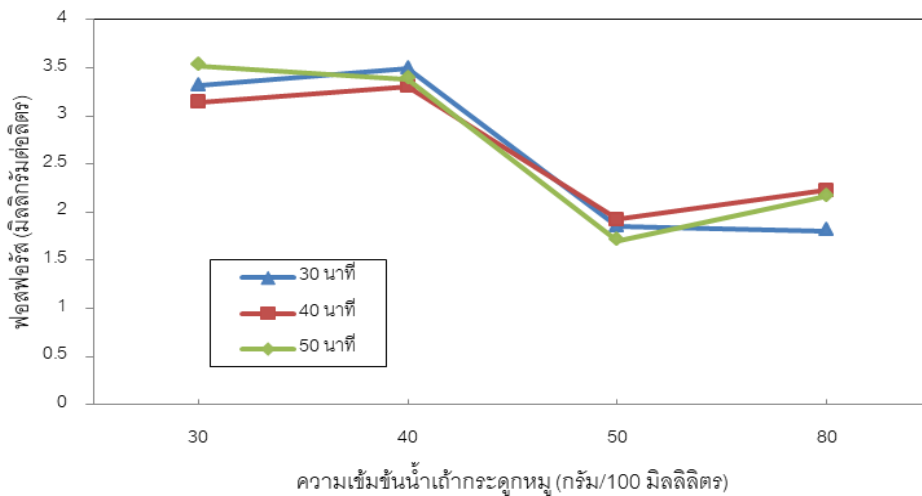
ภาพที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฟอสฟอรัสรวมที่ค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 8 ความเข้มข้นและระยะเวลาในการกวนต่าง ๆ

จากตารางที่ 1 และภาพที่ 1 แสดงให้เห็นว่าปัจจัยที่มีผลต่อการกำจัดฟอสฟอรัส โดยสภาวะที่เหมาะสมในการกำจัดฟอสฟอรัสคือที่ค่าความเป็นกรด-ด่าง เท่ากับ 8 ที่ความเข้มข้นน้ำเถ้ากระดูกหมู และระยะเวลาในการกวน 80 กรัม/100 มิลลิลิตรและ 30 นาที ตามลำดับ

สำหรับผลการศึกษปัจจัยที่มีผลต่อการกำจัดฟอสฟอรัสที่ค่าความเป็นกรด-ด่าง เท่ากับ 12 ความเข้มข้นน้ำเถ้ากระดูกหมูเท่ากับ 30, 40, 50 และ 80 กรัม/100 มิลลิลิตร ระยะเวลาในการกวน 30 นาที พบฟอสฟอรัสมีค่าเท่ากับ 3.312±0.038, 3.489±0.124, 1.849±0.008 และ 1.806±0.315 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ที่ระยะเวลาในการกวน 40 นาที พบว่าฟอสฟอรัสมีค่าเท่ากับ 3.145±0.119, 3.307±0.143, 1.925±0.188 และ 2.227±0.220 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ และที่ระยะเวลาในการกวน 50 นาที พบว่าฟอสฟอรัสมีค่าเท่ากับ 3.524±0.051, 3.383±0.184, 1.701±0.106 และ 2.167±0.077 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ซึ่งความสัมพันธ์ระหว่างฟอสฟอรัสรวมกับความเข้มข้นน้ำเถ้ากระดูกหมู และระยะเวลาในการกวน แสดงดังตารางที่ 2 และภาพที่ 2

ตารางที่ 2 ปริมาณฟอสฟอรัสรวมที่ค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 12 ความเข้มข้นและระยะเวลาในการกวนต่าง ๆ

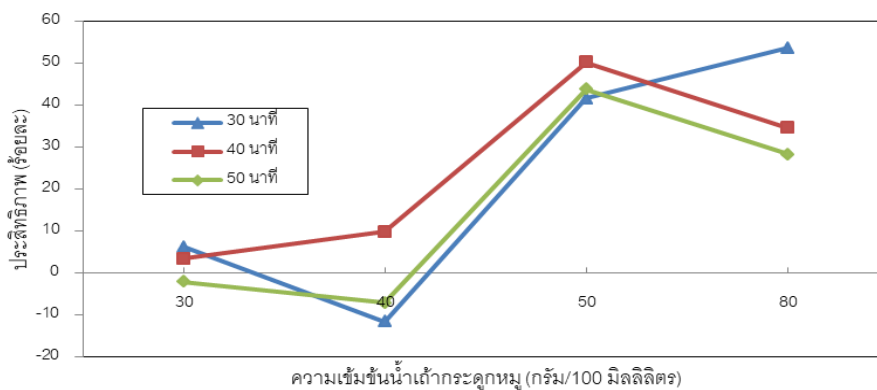
ระยะเวลาในการกวน (นาที)	ความเข้มข้นน้ำเถ้ากระดูกหมู (กรัม/100 มิลลิลิตร)			
	30	40	50	80
30	3.312 ± 0.038	3.489 ± 0.124	1.849 ± 0.008	1.806 ± 0.315
40	3.145 ± 0.119	3.307 ± 0.143	1.925 ± 0.188	2.227 ± 0.220
50	3.524 ± 0.051	3.383 ± 0.184	1.701 ± 0.106	2.167 ± 0.077



**ภาพที่ 2** ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฟอสฟอรัสรวมที่ค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 12 ความเข้มข้นและระยะเวลาในการกวนต่าง ๆ

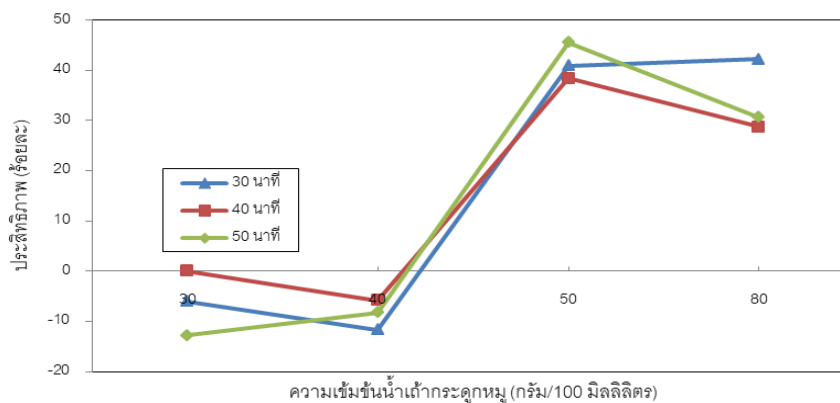
จากตารางที่ 2 และภาพที่ 2 แสดงให้เห็นว่าสภาวะที่เหมาะสมในการกำจัดฟอสฟอรัส ที่ค่าความเป็นกรด-ด่าง เท่ากับ 12 และสภาวะที่ความเข้มข้นน้ำเถ้ากระดูกหมูและระยะเวลาในการกวน 50 กรัม/100 มิลลิลิตรและ 50 นาที ตามลำดับ

3. ประสิทธิภาพการกำจัดฟอสฟอรัสจากน้ำเสียโรงฆ่าสัตว์ ผลการศึกษาประสิทธิภาพการกำจัดฟอสฟอรัส ที่ค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 8 ความเข้มข้นน้ำเถ้ากระดูกหมูเท่ากับ 30, 40, 50 และ 80 กรัม/100 มิลลิลิตร และระยะเวลาในการกวน 30 นาที พบว่าประสิทธิภาพในการกำจัดฟอสฟอรัส มีค่าเท่ากับร้อยละ  $6.161 \pm 2.152$ ,  $11.605 \pm 4.756$ ,  $41.491 \pm 22.140$  และ  $53.592 \pm 6.558$  ตามลำดับ และการศึกษาระยะเวลาในการกวน 40 นาที พบว่าประสิทธิภาพในการกำจัดฟอสฟอรัส มีค่าเท่ากับร้อยละ  $3.328 \pm 3.172$ ,  $9.802 \pm 2.450$ ,  $50.135 \pm 12.115$  และ  $34.410 \pm 27.033$  ตามลำดับ และที่ระยะเวลาในการกวน 50 นาที พบว่าประสิทธิภาพในการกำจัดฟอสฟอรัส มีค่าเท่ากับร้อยละ  $-2.115 \pm 9.703$ ,  $-7.191 \pm 11.085$ ,  $43.734 \pm 12.115$  และ  $28.194 \pm 0.876$  ตามลำดับ รายละเอียดแสดงดังภาพที่ 3



**ภาพที่ 3** ประสิทธิภาพการกำจัดฟอสฟอรัสตามระยะเวลาในการกวน และความเข้มข้นน้ำเถ้ากระดูกหมูที่ค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 8

จากภาพที่ 3 แสดงให้เห็นว่า ประสิทธิภาพการกำจัดฟอสฟอรัสจากน้ำเสียโรงฆ่าสัตว์ด้วยถ้ำกระดูกหมู ที่ค่าความเป็นกรด-ด่าง เท่ากับ 8 มีประสิทธิภาพสูงที่สุด และที่ความเข้มข้นน้ำถ้ำกระดูกหมูและระยะเวลาในการกวน 80 กรัม/100 มิลลิลิตรและ 30 นาที ตามลำดับ สำหรับประสิทธิภาพการกำจัดฟอสฟอรัสจากน้ำเสียโรงฆ่าสัตว์ ด้วยถ้ำกระดูกสัตว์ ที่ค่าความเป็นกรด-ด่าง เท่ากับ 12 ความเข้มข้นน้ำถ้ำกระดูกสัตว์เท่ากับ 30, 40, 50 และ 80 กรัม/100 มิลลิลิตร และระยะเวลาในการกวน 30 นาที ผลการศึกษาพบว่าประสิทธิภาพในการกำจัดฟอสฟอรัส มีค่าเท่ากับร้อยละ  $-5.999 \pm 1.212$ ,  $-11.660 \pm 3.948$ ,  $40.847 \pm 0.252$  และ  $42.208 \pm 10.102$  ตามลำดับ ที่ระยะเวลาในการกวน 40 นาที พบว่าประสิทธิภาพในการกำจัดมีค่าเท่ากับร้อยละ  $-0.644 \pm 3.808$ ,  $-5.811 \pm 4.575$ ,  $38.401 \pm 6.028$  และ  $28.745 \pm 7.061$  ตามลำดับ และที่ระยะเวลาในการกวน 50 นาที พบว่าประสิทธิภาพในการกำจัดฟอสฟอรัส มีค่าเท่ากับร้อยละ  $-12.763 \pm 1.627$ ,  $-8.276 \pm 5.882$ ,  $45.550 \pm 3.377$  และ  $30.640 \pm 2.481$  ตามลำดับ รายละเอียดแสดงภาพที่ 4



ภาพที่ 4 ประสิทธิภาพการกำจัดฟอสฟอรัสตามระยะเวลาในการกวน และความเข้มข้นน้ำถ้ำกระดูกหมูที่ค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 12

จากภาพที่ 4 แสดงให้เห็นว่า ประสิทธิภาพการกำจัดฟอสฟอรัสที่ค่าความเป็นกรด-ด่าง เท่ากับ 12 มีประสิทธิภาพสูงที่สุดที่ความเข้มข้นน้ำถ้ำกระดูกสัตว์และระยะเวลาในการกวน 50 กรัม/100 มิลลิลิตรและ 50 นาที ตามลำดับ

### อภิปรายผล

จากคุณลักษณะของน้ำเสียโรงฆ่าสัตว์ที่ใช้ในการทดลอง มีค่าบีโอดี ค่าความเป็นกรด-ด่าง และค่าการนำไฟฟ้า ซึ่งเป็นค่าที่พบได้จากน้ำเสียโรงฆ่าสัตว์โดยทั่วไป (กฤตธี วงศ์สถิตย, 2544) อย่างไรก็ตามปริมาณความสกปรกในรูปของค่าบีโอดี และค่าการนำไฟฟ้าอาจมีความแตกต่างกันไปตามลักษณะของสัตว์ จำนวนของสัตว์ และกระบวนการผลิตที่แตกต่างกันออกไป

ผลการศึกษาประสิทธิภาพการกำจัดฟอสฟอรัสจากน้ำเสียโรงฆ่าสัตว์มีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ  $-12.764$  ถึง  $53.592$  ซึ่งประสิทธิภาพการกำจัดฟอสฟอรัสจะขึ้นอยู่กับสภาวะที่เหมาะสมของค่าความเป็นกรด-ด่าง ความเข้มข้นน้ำถ้ำกระดูกหมู และระยะเวลาในการกวน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของฐิติชญา บุรีรัตน์และคณะ (2555) ที่ได้

ศึกษาการกำจัดไนโตรเจนและฟอสฟอรัสจากน้ำปฏิกูลด้วยเถ้าเปลือกหอยเชอรี่ โดยพบว่าประสิทธิภาพการกำจัดไนโตรเจนและฟอสฟอรัสจากน้ำปฏิกูล ขึ้นอยู่กับสภาวะที่เหมาะสมของค่าความเป็นกรด-ด่าง ความเข้มข้นของเถ้าเปลือกหอยเชอรี่และระยะเวลาในการกวน

เมื่อพิจารณาค่าความเป็นกรด-ด่างในการกำจัดฟอสฟอรัสจากน้ำเสียโรงฆ่าสัตว์ด้วยเถ้ากระดูกหมู พบว่าค่าความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสมและเกิดประสิทธิภาพสูงสุด คือค่าความเป็นกรด-ด่าง เท่ากับ 8 ซึ่งเป็นค่าที่ต่ำสุดจากการทดลองนี้ ผลที่ได้นี้อาจเนื่องมาจากเมื่อความเป็นกรด-ด่างเพิ่มขึ้นจะส่งผลให้มีไฮดรอกไซด์ไอออน (OH) เพิ่มขึ้น ทำให้การรวมตัวระหว่างน้ำเถ้ากระดูกหมูและฟอสฟอรัสในน้ำเสียลดลง ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของเสาวภา ไวยสุศรี (2559) ที่พบว่าเมื่อสารละลายมีค่าความเป็นกรด-ด่างเพิ่มขึ้น ส่งผลให้มีไฮดรอกไซด์ไอออน (OH) บนพื้นผิวตัวดูดซับเพิ่มขึ้นจึงส่งผลให้ประสิทธิภาพในการดูดซับออร์โธฟอสเฟตที่มีประจุลบลดลง และเกิดการรวมตัวของตะกอนลดลง เมื่อพิจารณาความเข้มข้นน้ำเถ้ากระดูกหมูที่เหมาะสมในการกำจัดฟอสฟอรัสจากน้ำเสียโรงฆ่าสัตว์ พบว่าน้ำเถ้ากระดูกหมูจะมีผลต่อการกำจัดฟอสฟอรัส ซึ่งในการทดลองครั้งนี้ความเข้มข้นของน้ำเถ้ากระดูกหมูที่เหมาะสมที่สุด คือ 80 กรัม/100 มิลลิลิตร ทั้งนี้เนื่องจากในเถ้ากระดูกสัตว์มีสารประกอบของแคลเซียมและแมกนีเซียม ที่สามารถทำให้เกิดการรวมตัวเป็นตะกอนกับฟอสฟอรัสได้ดี นอกจากนี้มีการศึกษานับสนุนผลการศึกษาดังกล่าวคือ การศึกษาของคชินท์ สายอินทวงศ์ (2559) ที่พบว่าเมื่อนำเถ้ากระดูกสัตว์มาเผาเป็นเถ้าที่อุณหภูมิ 900-1000 องศาเซลเซียส จะทำให้เกิดเถ้ากระดูกสัตว์ มีปริมาณของแคลเซียมฟอสเฟต ร้อยละ 67-85 แคลเซียมคาร์บอเนต ร้อยละ 3-10 และแมกนีเซียมฟอสเฟต ร้อยละ 2-3 ตามลำดับ และการศึกษาของจิตติขญา บุรีรัตน์และคณะ (2555) ที่พบว่าการศึกษาการกำจัดไนโตรเจนและฟอสฟอรัสจากน้ำปฏิกูลจำเป็นต้องอาศัยสารเคมีที่มีองค์ประกอบของแคลเซียมและแมกนีเซียมในการกำจัดไนโตรเจนและฟอสฟอรัส ซึ่งได้ใช้เถ้าเปลือกหอยเชอรี่เป็นสารโคแอกกูแลนต์ โดยมีการเพิ่มความเข้มข้นของเถ้าหอยเชอรี่ที่แตกต่างกัน ซึ่งมีผลต่อการกำจัดไนโตรเจนและฟอสฟอรัส เมื่อพิจารณาระยะเวลาในการกวนที่เหมาะสมในการกำจัดฟอสฟอรัสจากการทดลองที่ระยะเวลาในการกวนด้วยเครื่องจารเทสต์ที่ 30, 40 และ 50 นาที พบว่าระยะเวลาในการกวนที่เหมาะสมและเกิดประสิทธิภาพสูงสุดคือ 30 นาที ซึ่งเป็นระยะเวลาที่เป็นสภาวะที่เหมาะสมในการทดลองนี้ที่ทำให้การรวมตัวกันเป็นตะกอนได้ดีที่สุดสำหรับผลการศึกษาประสิทธิภาพการกำจัดฟอสฟอรัสจากน้ำเสียโรงฆ่าสัตว์ด้วยเถ้ากระดูกหมูโดยผลที่ได้มีประสิทธิภาพในการกำจัดลดลง (ฟอสฟอรัสในน้ำเพิ่มขึ้น) ทั้งนี้อาจเกิดจากสภาวะไม่เหมาะสมของปัจจัยที่ส่งผลต่อการกำจัดฟอสฟอรัส ซึ่งจากการทดลองพบว่าในน้ำเถ้ากระดูกหมูมีฟอสฟอรัสอยู่ในปริมาณหนึ่ง ฟอสฟอรัสที่พบนี้อาจมาจากกระดูกสัตว์ซึ่งมีสารประกอบหลักคือ แคลเซียมไฮดรอกซีอะพาไทต์หรือไตรแคลเซียมฟอสเฟต ( $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ ) สารประกอบไฮโดรคาร์บอนประเภทาร์ น้ำมันและไขมัน แคลเซียมคาร์บอเนตและแคลเซียมซัลเฟตและสารอื่น ๆ อีกเล็กน้อย (วรรณภา ไชยิตะมงคล, 2538) จึงอาจทำให้เพิ่มค่าฟอสฟอรัสในน้ำเสียได้

การศึกษานี้เมื่อพิจารณาจากผลการทดลองพบว่า ค่าความเป็นกรด-ด่าง ความเข้มข้นน้ำเถ้ากระดูกหมู และระยะเวลาในการกวนเพิ่มขึ้นประสิทธิภาพการกำจัดฟอสฟอรัสไม่มากนัก ทั้งนี้อาจจะเป็นเพราะสภาวะที่เหมาะสมของแต่ละปัจจัยในการรวมตัวกันไม่ขึ้นต่อกัน การเพิ่มค่าปัจจัยต่าง ๆ อาจทำให้สารประกอบแคลเซียมและแมกนีเซียมเกิดปฏิกิริยาที่จะสามารถรวมตัวกับฟอสเฟตในน้ำเสียได้น้อย ส่งผลให้มีประสิทธิภาพในการกำจัดฟอสฟอรัสได้น้อยแต่อย่างไรก็ตามเถ้ากระดูกหมูยังคงมีคุณสมบัติในการเป็นสารโคแอกกูแลนต์เมื่อมีสภาวะที่เหมาะสม

## สรุปผล

ลักษณะน้ำเสียโรงฆ่าสัตว์ที่ใช้ในการทดลอง มีค่าฟอสฟอรัสรวมทั้งหมดเท่ากับ 3.124 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าบีโอดีเท่ากับ 715.50 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 7.42 และค่าการนำไฟฟ้าเท่ากับ 1,043 ไมโครซีเมนตต่อเซนติเมตร สภาวะที่เหมาะสมในการกำจัดฟอสฟอรัสจากน้ำเสียโรงฆ่าสัตว์ด้วยถ้ำกระดูกสัตว์ที่เหมาะสมที่สุด คือ สภาวะที่ค่าความเป็นกรด-ด่าง, ความเข้มข้นน้ำถ้ำกระดูกหมูและระยะเวลาในการกวนในการกำจัดฟอสฟอรัสจากน้ำเสียโรงฆ่าสัตว์จากการศึกษาในครั้งนี้ คือ 8, 80 กรัม/100 มิลลิลิตรและ 30 นาที ตามลำดับ สำหรับประสิทธิภาพการกำจัดฟอสฟอรัสจากน้ำเสียโรงฆ่าสัตว์ด้วยถ้ำกระดูกหมู มีประสิทธิภาพสูงที่สุดคือร้อยละ 53.592

## กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ที่เป็นแหล่งศึกษาหาความรู้ และสนับสนุนอุปกรณ์ เครื่องมือ สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง และขอขอบคุณนายกเทศมนตรี เทศบาลเมืองมหาสารคาม ที่ให้ความอนุเคราะห์น้ำเสียโรงฆ่าสัตว์

## เอกสารอ้างอิง

- กฤตธี วงศ์สถิตย์. (2544). การบำบัดน้ำเสียโรงฆ่าสัตว์ด้วยพื้นที่ชุ่มน้ำประดิษฐ์. [วิทยานิพนธ์ ปริญญาโทมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.
- คชินท์ สายอินทวงศ์. (2559, สิงหาคม 4). ถ้ำกระดูก. [http://www.thaiceramicsociety.com/rm\\_paint\\_bone\\_ash.php?fbclid=IwAR2BkD3VVBgHlrR5WNk0XEJKAmgwI8JScJJRU1BG4gbTvQIOg7LverzHrco](http://www.thaiceramicsociety.com/rm_paint_bone_ash.php?fbclid=IwAR2BkD3VVBgHlrR5WNk0XEJKAmgwI8JScJJRU1BG4gbTvQIOg7LverzHrco).
- จาวรอรณ เกษมทรัพย์. (2538). การกำจัดฟอสฟอรัสจากน้ำเสียชุมชนโดยกระบวนการตกตะกอนทางเคมี. [วิทยานิพนธ์ ปริญญาโทมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงาน ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- ฐิติชญา บุรีรัตน์, วีระศักดิ์ สืบเสาะ และ ชาญชัยณรงค์ ทรงศาศรี. (2555, พฤษภาคม - สิงหาคม). การกำจัดไนโตรเจนและฟอสฟอรัสจากน้ำปฏิกูลด้วยถ้ำเปลือกหอยเชอร์รี่. วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, 6(1), 119-128.
- วรรณภา โขสิทธิ์มงคล. (2538). การเพิ่มความแข็งแรงของไฮดรอกซีอะพาไทต์ที่เตรียมจากกระดูกวัวควายโดยการเหนี่ยวนำให้เกิดแรงอัดที่ผิวหน้า. [วิทยานิพนธ์ ปริญญาโทมหาบัณฑิต สาขาวิชาวัสดุศาสตร์ ไม่ได้ตีพิมพ์]. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุดารัตน์ แสงสวัสดิ์. (2553). การกำจัดฟอสฟอรัสและบีโอดีในน้ำเสียโดยกระบวนการตกตะกอนทางเคมีกรณีศึกษาโรงงานอุตสาหกรรมเส้นไหม. [วิทยานิพนธ์ ปริญญาโทมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- เสาวภา ไวยสุศรี. (2559, กรกฎาคม-กันยายน). การกำจัดฟอสเฟตในน้ำเสียโดยการดูดซับด้วยแคลเซียมคาร์บอเนตและแคลเซียมออกไซด์จากเปลือกไข่ไก่. วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 26(3), 475-486.

## ความเหนียวและแนวทางการพัฒนาผลิตภัณฑ์ผ้าใยเสริมเส้นใยธรรมชาติ Toughness and Guideline for Product Development of Hand-woven Cotton Fabric Supplement the Natural Fibers

เมตตา เถาว์ชาลี\*

Metta thaochalee\*

สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

Branch of chemistry, Faculty of Science and Technology, Rajabhat Maha Sarakham University

\*Corresponding author. E-mail: mettathaochalee8@gmail.com

### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเหนียวและแนวทางการพัฒนาผลิตภัณฑ์เส้นใยเสริมเส้นใยธรรมชาติของวิสาหกิจชุมชนกลุ่มทอผ้าฝ้ายเส้นใยย้อมสีธรรมชาติ เพื่อหาค่าความรู้ใหม่ต่อยอดองค์ความรู้เดิมและร่วมแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับภูมิปัญญาด้านการทอผ้าฝ้ายเส้นใยย้อมสีธรรมชาติ เปรียบเทียบความเหนียวของเส้นใยเสริมมือทั้งก่อนและหลังการเติมเส้นใยธรรมชาติ การทดสอบความเหนียว ใช้เครื่อง texture analyzer (TA.XT plus from UK) สถิติที่ใช้ค่าเฉลี่ย ผลการวิจัยพบว่าความเหนียวของเส้นใยเสริมมือ เส้นใยเสริมมือผสมเส้นใยลินินมังกร และปุยฝ้าย (อัตราส่วน 1:4,1 เส้น) เส้นใยเสริมมือผสมเส้นใยกล้วยหักมุกและปุยฝ้ายและเส้นใยเสริมมือผสมเส้นใยกล้วยเทพพนม และปุยฝ้ายมีแรงดึง ณ จุดขาดเฉลี่ยเท่ากับ 20.38 N, 27.96 N 38.96 N และ 40.33 N ตามลำดับ เส้นใยธรรมชาติ (10 เส้น) ได้แก่ ลินินมังกร กล้วยหักมุก และกล้วยเทพพนม มีแรงดึง ณ จุดขาดเฉลี่ยเท่ากับ 420.57 N, 513.22 N, และ 551.30 N ตามลำดับ เส้นใยธรรมชาติจะช่วยเพิ่มความเหนียวของเส้นใยเสริมมือและเส้นใยธรรมชาติต่างชนิดกันมีผลต่อความเหนียวและแนวทางที่หลากหลายในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ของกลุ่ม

**คำสำคัญ :** ความเหนียว, ฝ้ายเส้นใย



### Abstract

The purposes of this research were to study the toughness and guideline for product development of hand-woven cotton fabric supplement the natural fibers of community enterprise for the hand-woven cotton fabric with natural dyes hand-woven cotton group for finding the new knowledge to build on the old knowledge and knowledge sharing with the hand-woven cotton fabric with natural dyes wisdom, compare stressed of a hand-woven cotton fabric before and after the addition nature fibers, and stressed testing by the texture analyzer (TA.XT plus from UK). The statistic used in this research was average. The findings revealed that stressed of a hand-woven cotton fabric, a hand-woven cotton fabric fibers mix with *Dracaena trifasciata* and fluffy cotton fiber, a hand-woven cotton fabric mix with Kluai Hak Muk fibers and fluffy cotton (ratio 1:4, 1 line), and a hand-woven cotton fabric mix with Kluai Thepanom fibers and fluffy cotton (ratio 1:4, 1 line) had tensile strength at break average equal to 20.38 N, 27.95 N, 38.96 N, and 40.33 N, respectively. Natural fiber, (10 line) such as *Dracaena trifasciata*, Kluai Hak Muk and Kluai Thepanom had tensile strength at break average equal to 420.57 N, 513.22 N, and 551.30 N, respectively. Natural fibers increased the toughness of a hand-woven cotton fabric fiber; different natural fibers affected the toughness and various approaches to the development of new products of the group.

**Keyword:** Toughness, Hand-woven cotton fabric

### บทนำ

จุดเด่นของเส้นด้ายฝ้ายเงินโรงงาน มีลักษณะเส้นที่สม่ำเสมอ แข็งแรงทนทาน ราคาถูก จึงนิยมนำมาทอเส้นเครื่อง สำหรับการขึ้นเส้นด้ายให้มีขนาดความหนาของเส้นสม่ำเสมอเท่ากันด้วยน้ำหนักแรงดึงที่สม่ำเสมอด้วยเครื่องจักร เมื่อนำมาทอจะหนักกว่าผ้าฝ้ายเงินมือ (วิบูลย์ ลีสุวรรณ, 2546) ในขั้นตอนการผลิตเส้นด้ายเงินมือ เริ่มต้นจากการปั่นฝ้ายเป็นเส้นด้าย หรือ เส้นด้ายเงินมือ ผ่านเครื่องมือที่เรียกว่า หลา หรือ โน ซึ่งเป็นอีกเครื่องมือหนึ่งที่ต้องใช้ในการกระบวนการทอผ้า โดยตัวหลาจะผลิตจากไม้ไผ่เนื้อแข็ง ส่วนปลายจะมีกานเหล็กเล็ก ๆ เรียกว่า “เหล็กโน” เพื่อขึ้นหรือปั่นฝ้ายให้เกิดเป็นเส้นด้าย (สถาพร พันธุ์มณีและคณะ. มปป.) หรือนำไปปั่นเส้นด้ายเข้าหลอด และนำไปใส่กระสวยใช้ทอเป็นเส้นพุ่ง ในขั้นตอนการทอผ้า วิธีการขึ้น หรือปั่นฝ้ายให้เป็นเส้นนั้น ต้องอาศัยภูมิปัญญาที่มีฝีมือและความชำนาญทำให้เส้นด้ายไม่ขาดระหว่างการขึ้น จะได้เส้นเรียบสม่ำเสมอและมีขนาดความหนาเท่ากันตลอดตามความยาวของเส้นด้าย สำหรับขั้นตอนการขึ้น เริ่มจากมือข้างหนึ่งนำปลายม้วนด้ายที่ลื้อไว้และนำมาจ่อที่เหล็กโน ส่วนมืออีกข้างจับที่หมุนของหลา เพื่อให้โนหมุนตาม ในขั้นตอนการขึ้นฝ้ายของกลุ่มทอผ้าฝ้ายเงินมือ บ้านหนองโนใต้ ตำบลนาคู อำเภอนาดูน จังหวัดมหาสารคาม จากการเข้าไปร่วมทำวิจัย และแลกเปลี่ยนเรียนรู้ การผลิตฝ้ายเงินมือของกลุ่ม ซึ่งประสบปัญหา การผลิตฝ้ายเงินมือยังไม่พอกับความต้องการของตลาด (อภิญา เหล่าม่วง, 2563) เนื่องจากสมาชิกชุมชน ยังไม่มีความเชี่ยวชาญในการผลิตเส้นด้ายเงินมือให้มีคุณภาพดีเยี่ยมเท่าเทียมกับภูมิปัญญาเชี่ยวชาญของกลุ่มดังกล่าว ผู้วิจัยจึงได้นำเสนอวิธีแก้ปัญหาการเพิ่มความเหนียวของเส้นด้ายเงินมือและแนวทางการพัฒนาผลิตภัณฑ์ของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลุ่มทอผ้าฝ้ายเงินมือย้อมสีธรรมชาติ เพื่อ

เป็นทางเลือกอีกทางหนึ่งของกลุ่มต่อไป นอกจากนี้ได้มีผู้วิจัยได้ศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับความเหนียว หรือความทนแรงดึงของเส้นใยหญ้าแฝกมาพันเกลียวกับเส้นใยธรรมชาติ ได้แก่ เส้นใยฝ้าย เส้นใยไหมอริ และเส้นใยไหม พบว่าค่าความเหนียวทนแรงดึงสูงสุดอยู่ในช่วง 4.75 – 9.97 กิโลกรัมแรง และระยะยืดออก ณ จุดขาด มีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 7.73 – 11.48 และการเสริมแรงด้วยเส้นใยธรรมชาติ พบว่าเส้นใยหญ้าแฝกพันผสมเส้นใยฝ้ายมีค่าความเหนียวทนแรงดึงสูงสุด เฉลี่ยเท่ากับ 6.06 กิโลกรัมแรง (รจนา จันทราสา และคณะ, 2558)

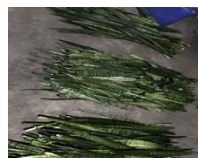
ผู้วิจัยได้ศึกษาความเหนียวของเส้นใยไบลิ้นมังกรเนื่องจากเป็นเส้นใยที่ปลูกง่ายราคาไม่แพงและพบได้ในทุกพื้นที่ของประเทศไทย โดยใช้ส่วนใบตัดเป็นชิ้นเล็ก ๆ ขนาดประมาณ 0.5-1 นิ้ว นำมาปักชำอีก 2 สัปดาห์ รากจะเริ่มงอก เป็นพืชทนแล้งอยู่รวมไม่ต้องการแสงแดด ปลูกในตุ่มอากาศได้ ส่วนเส้นใยกล้วยใช้เส้นใยจากส่วนลำต้นเทียมเมื่อรับประทานผลกล้วยสุกจะตัดส่วนลำต้นทิ้งไป หรือใช้ส่วนกลางลำต้นไปเลี้ยงสัตว์ ผู้วิจัยสนใจเรื่องเส้นใยธรรมชาติและมีนักวิจัยหลายท่านได้นำเส้นใยกล้วยมาทอเป็นพื้นและนำมาตัดเย็บเป็นกระเป๋า หรือเครื่องใช้ในสอยในครัวเรือน และใช้กาบหรือส่วนลำต้นเทียมมาพันเป็นเกลียวคล้ายเชือกนำมาใช้มัดสิ่งของได้ อย่างไรก็ตามการเพิ่มความเหนียวของเส้นใยฝ้ายเช่นเมื่อนั้น หลังจากผ่านขั้นตอนการเตรียมเส้นใยกล้วย ตัดเป็นชิ้นเล็กยิ่งเล็กยิ่งดี เมื่อถึงขั้นตอนการติดฝ้ายเส้นใยธรรมชาติที่เตรียมได้จะเข้าไปผสมเป็นเนื้อเดียวกับปุ๋ยฝ้าย เวลาหลอและดึงเป็นเส้นฝ้ายเส้นมือจะเรียบเป็นเนื้อเดียวกัน และเมื่อนำไปสู่ขั้นตอนการทอจะทำให้เส้นไม่ขาดลระยะเวลาในการทอส่งผลให้ผู้ทอใช้ระยะเวลาในการทอผ้าฝ้ายเส้นมือให้เสร็จ 1 ผืน ได้เร็ว สามารถทอได้ปริมาณงานเพิ่มขึ้น นอกจากเส้นใยกล้วยและเส้นใยไบลิ้นมังกรแล้ว ผู้วิจัยยังให้ความสนใจที่จะศึกษาเส้นใยชนิดอื่น ๆ เช่น เส้นใยจากใบศรนารายณ์ ซึ่งสามารถตีเป็นเส้นใยคล้ายเส้นใยกล้วยแต่เหนียวกว่า และเส้นใยสับปะรด ที่มีลักษณะคล้ายไบลิ้นมังกรมาแทนลงในปุ๋ยฝ้ายและหาแนวทางในการแปรรูปงานหัตถกรรมในรูปแบบอื่น ๆ ต่อไป

### วิธีการทดลอง

1. การเตรียมเส้นใยไบลิ้นมังกร คัดเลือกไบลิ้นมังกรที่มีขนาดใกล้เคียงกัน และตัดขอบรอบใบตามความยาวของกาบใบ นำกาบใบที่เตรียมได้ปอกเปลือกด้านนอกออก จนพบกระดูกเส้นใย ใช้ค้อนทุบจนเส้นใยแยกออกจากกัน นำไปล้างน้ำสะอาด 1 หรือ 2 รอบ จากนั้นนำกาบใบที่ได้มาแช่กรดอ่อน (กรดอะซิติก) ความเข้มข้น 0.1 M แช่นาน 2-3 วัน กาบใบต้องแช่จมในกรดอ่อนตลอดเวลา สวมถุงมือก่อนขยี้เส้นใย ทดสอบดึงเส้นใยต้องดึงเส้นใยออกจากกันได้ง่าย ไม่ขาดและเป็นเส้นเดียว แล้วนำไปตากผึ่งลม จนกระทั่งเส้นใยไบลิ้นมังกรที่เตรียมได้แห้งสนิท เก็บไว้ในถุงซิปล็อค ก่อนนำไปทดลอง (ภาพที่ 1)



เก็บไบลิ้นมังกร



ตัดแยกไบลิ้นมังกร



ทุบ/ดึงเส้นใยไบลิ้นมังกร

ภาพที่ 1 การแยกเส้นใยไบลิ้นมังกรด้วยกรดอ่อน

2. การเตรียมเส้นใยกล้วย คัดเลือกกาบกล้วย หรือตัดลำต้นเทียมของกาบกล้วยหักมุก และกล้วยเทพพนม จากด้านนอกเข้าหาแกนลำต้นกล้วย ที่เรียกว่า หอยวกกล้วย ต้องใช้กาบกล้วยสด จะได้เส้นใยที่เหนียวตามความยาวของกาบและดึงเป็นเส้นได้ง่าย แล้วนำกาบกล้วยมาตัดขอบตามความยาวของลำต้น ใช้ค้อนทุบจนกระทั่งมองเห็นเส้นใย นำไปล้างน้ำสะอาด 1 หรือ 2 รอบ จากนั้นนำกาบกล้วยที่ได้มาแช่เบสแก่ (NaOH) ความเข้มข้น 0.1 M (Pintu & Dhirendra, 2022) แช่นาน 3-5 วัน ต้องให้กาบที่แช่ จุ่มในน้ำเบสแก่ตลอดเวลา สวมถุงมือก่อนขยี้เส้นใย และทดลองดึงเส้นใย และทดสอบการดึงเส้นใย และนำมาล้างน้ำให้สะอาด หรือจนกระทั่งแน่ใจว่าไม่มีเบสแก่ตกค้างอยู่ หรือใช้อินดิเคเตอร์ทดสอบ แล้วนำไปตากผึ่งลมจนกระทั่งเส้นใยกล้วยที่เตรียมได้แห้งสนิท เก็บไว้ในถุงซิปล็อค ก่อนนำไปทดลอง (ภาพที่ 2)



ภาพที่ 2 การสกัดเส้นใยกล้วยด้วยเบสแก่

3. การเตรียมเส้นใยกล้วยซึ่งเป็นเส้นใยธรรมชาติที่เตรียมได้ นำเส้นใยกล้วยชนิดต่าง ๆ นับเส้นใยกล้วยจำนวน 10 เส้นนำมาพันด้วยมือ ให้มีขนาดความยาว มากกว่า 10 cm ทำ 7-10 ซ้ำ นำไปวัดด้วยเครื่อง texture analyzer รุ่น TA.XT plus จากประเทศอังกฤษ ที่ระยะที่ใช้ดึง 10 cm ระยะทางที่เครื่องดึง 50 mm ระยะเวลา 0.56 s (ภาพที่ 3)



ภาพที่ 3 เครื่อง texture analyzer (TA.XT plus from UK)

4. การเตรียมเส้นใยฝ้ายเส้นมือ นำเส้นใยกล้วยที่ผ่านกระบวนการสกัดเส้นใยด้วยกรด หรือเบส และตัดให้มีขนาด 1.0-1.5 เซนติเมตร อัตราส่วน 50 กรัมต่อปุยฝ้าย 200 กรัม ซึ่งเป็นอัตราส่วนที่เหมาะสมที่ใช้ในการขึ้นรูป หรือขึ้น ปุยฝ้ายได้สะดวกและรวดเร็ว จากกำลังการผลิต เส้นฝ้ายเส้นมือ 0.5 กิโลกรัม เป็น 1.0 กิโลกรัมต่อวันต่อคน และสามารถพัฒนาผู้ผลิตฝ้ายเส้นมือรุ่นใหม่ได้เพิ่มขึ้น กระบวนการผลิตฝ้ายเส้นมือเสริมเส้นใยธรรมชาติ (ภาพที่ 3)



1. ดอกฝ้าย



2. การหีบปุยฝ้าย



3. การหล่อฝ้าย



4. การตีดฝ้าย



5. การหล่อฝ้าย



6. การกึ่งฝ้าย



7. การขึ้นฝ้าย



8. เครื่องเปีย



ปอยฝ้ายเส้นมือ

ภาพที่ 4 เส้นฝ้ายเส้นมือเสริมเส้นใยธรรมชาติ

ทั้งนี้เป็นการร่วมมือระหว่างนักวิจัย นักศึกษาของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามและกลุ่มทอผ้าฝ้ายเส้นมือย้อมสีธรรมชาติ บ้านหนองโนใต้ ตำบลนาดูน อำเภอนาดูน จังหวัดมหาสารคาม เกิดความร่วมมือและการแลกเปลี่ยนองค์ความรู้ ซึ่งเป็นภูมิปัญญาด้านการทอผ้าฝ้ายเส้นมือย้อมสีธรรมชาติ นักวิจัย นักศึกษาและกลุ่มทอผ้าฝ้ายเส้นมือเกิดการเรียนรู้และบูรณาการร่วมกันเป็นการอนุรักษ์และสืบสานวัฒนธรรมการทอผ้าฝ้ายเส้นมือย้อม

สี่ธรรมชาติ ตลอดจนเปิดโอกาสให้เยาวชน นักวิจัย นักศึกษาและกลุ่มทอผ้าฝ้ายเข็นมือย้อมสี่ธรรมชาติได้มีโอกาสเรียนรู้ร่วมกันเกิดการพัฒนารูปแบบหรือสร้างแนวความคิดเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ในชุมชนหรือในกลุ่มทอผ้าฝ้ายเข็นมือย้อมสี่ธรรมชาติ ถือเป็นกานำทรัพยากรไปใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด และเป็นการต่อยอดองค์ความรู้เดิมเสริมองค์ความรู้ใหม่ช่วยสืบสานวัฒนธรรมการทอผ้าฝ้ายเข็นมือย้อมสี่ธรรมชาติ ให้กลุ่มทอผ้าฝ้ายเข็นมือสร้างรายได้จากการเป็นผู้ประกอบการและการเพิ่มมูลค่าทรัพยากรที่มีในท้องถิ่นให้มีคุณค่าและราคาสูงขึ้น

### ผลการทดลองและอภิปรายผลการทดลอง

จากการทดลองความสัมพันธ์ระหว่างชนิดของเส้นใยและค่าเฉลี่ยแรงดึง ณ จุดขาด หรือค่าที่บอกถึงความเหนียวของเส้นใยธรรมชาติที่ผลิตขึ้นใหม่จากการเรียนรู้ร่วมกัน ระหว่างนักวิจัย นักศึกษาและกลุ่มทอผ้าฝ้ายเข็นมือย้อมสี่ธรรมชาติ ซึ่งเป็นกลุ่มวิสาหกิจชุมชนผลิตผ้าฝ้ายเข็นมือย้อมสี่ธรรมชาติเป็นการใช้ทรัพยากรธรรมชาติในท้องถิ่นให้เกิดประโยชน์สูงสุดและชุมชนดังกล่าวเป็นศูนย์การเรียนรู้ของตำบลนาคูน อำเภอนาคูน จังหวัดมหาสารคาม ผู้วิจัย นักศึกษาและกลุ่มทอผ้าฝ้ายเข็นมือย้อมสี่ธรรมชาติได้ร่วมกันวางแผนและออกแบบในการเตรียมเส้นฝ้ายเข็นมือเสริมเส้นใยธรรมชาติที่ผู้วิจัยและนักศึกษาสกัดได้และนักศึกษานำเส้นใยธรรมชาติที่ผลิตได้ทั้งหมดมาวัดความเหนียวของเส้นใยด้วยเครื่อง texture analyzer ค่าที่ได้จะแสดงอยู่ในรูปของแรงดึง ณ จุดขาด และใช้หน่วยวัดเป็นนิวตัน (N) พบว่าเส้นใยฝ้ายผสมเส้นใยกล้วยหักมุก จำนวน 1 เส้น มีค่าความเหนียวสูงสุด เท่ากับ  $38.96 \pm 0.01$  N เมื่อเปรียบเทียบกับเส้นใยฝ้าย หรือปุ๋ยฝ้ายที่มีค่าต่ำสุด เท่ากับ  $20.38 \pm 0.01$  N อัตราส่วนปุ๋ยฝ้ายต่อเส้นใยธรรมชาติที่สกัดได้ เท่ากับ 4:1 เป็นอัตราส่วนที่เหมาะสมที่สามารถผสมลงในปุ๋ยฝ้ายจะทำให้เส้นใยผลิตขึ้นมีความเรียบความหนาและขนาดเท่ากันตามความยาวของเส้นใยและช่วยลดระยะเวลาในการผลิตเส้นใยและสามารถผลิตเส้นใยฝ้ายเข็นมือได้สะดวกและรวดเร็วขึ้น ส่วนแนวทางในการแปรรูปผลิตภัณฑ์เป็นสินค้านั้น ผู้วิจัย นักวิจัย และภูมิปัญญาด้านการทอผ้าได้ลงความคิดเห็นร่วมกันว่าเส้นใยใหม่มีความคล้ายคลึงกับเส้นใยกล้วยทั้ง 3 ชนิด จึงนำไปทดแทนผลิตภัณฑ์จากเส้นไหมได้และนำเส้นใยธรรมชาติ ทั้ง 3 ชนิดมาพันเกี่ยวด้วยมือ จำนวน 10 เส้น มาวัดด้วยเครื่อง texture analyzer พบว่า เส้นใยกล้วยเทพพนม (*Musa BBB cv.*) มีค่าความเหนียวสูงสุดเท่ากับ  $551.30 \pm 0.01$  N และเส้นใยลิ้นมังกร (*Dracaena trifasciata*) มีค่าความเหนียวต่ำสุดเท่ากับ  $420.57 \pm 0.01$  N สอดคล้องกับงานวิจัยของ Santhanam et.al (2013) (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างชนิดของเส้นใยและค่าเฉลี่ยแรงดึง ณ จุดขาด

ชนิดของเส้นใยธรรมชาติ	จำนวนเส้น	ค่าเฉลี่ยความเหนียว(แรงดึง ณ จุดขาด, N)
เส้นใยฝ้าย( <i>Gossypium herbaceum</i> L.)	1	$20.38 \pm 0.01$
เส้นใยฝ้ายผสมเส้นใยลิ้นมังกร (4:1)	1	$27.96 \pm 0.10$
เส้นใยฝ้ายผสมเส้นใยกล้วยหักมุก(4:1)	1	$38.96 \pm 0.01$
เส้นใยฝ้ายผสมเส้นใยกล้วยเทพพนม (4:1)	1	$40.33 \pm 0.01$
เส้นใยลิ้นมังกร ( <i>Dracaena trifasciata</i> )	10	$420.57 \pm 0.01$
เส้นใยกล้วยหักมุก ( <i>Musa ABB cv.</i> )	10	$513.22 \pm 0.01$
เส้นใยกล้วยเทพพนม ( <i>Musa BBB cv.</i> )	10	$551.30 \pm 0.01$

หมายเหตุ : เส้นใยธรรมชาติทั้ง 3 ชนิด พันเกี่ยวด้วยมือ จำนวน 10 เส้น

### สรุปผลการทดลอง

จากการทดสอบความเหนียวหรือแรงดึง ณ จุดขาดด้วยเครื่อง texture analysis (TA.TX plus UK) พบว่า เส้นใยฝ้ายเส้นมือผสมเส้นใยธรรมชาติ อัตราส่วน เส้นใยธรรมชาติต่อปุ๋ยฝ้าย (1:4) ช่วยเพิ่มความเหนียวหรือแรงดึง ณ จุดขาดอยู่ระหว่าง  $20.38 \pm 0.01 - 40.33 \pm 0.01$  N และเส้นใยธรรมชาติที่ผลิตได้พันเกี่ยวด้วยมือ (10เส้น) มีความเหนียวหรือแรงดึง ณ จุดขาดอยู่ระหว่าง  $420.57 \pm 0.01 - 551.30 \pm 0.01$  N นอกจากนี้เส้นใยธรรมชาติจะช่วยเพิ่มความเหนียวยังช่วยลดระยะเวลาในการเตรียมเส้นใยฝ้ายเส้นมือของกลุ่มทอผ้าฝ้ายเส้นมือย้อมสีธรรมชาติ ช่วยให้ผลิตเส้นใยมือได้สะดวกและรวดเร็วขึ้น

### กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยและนักศึกษาขอขอบพระคุณกลุ่มทอผ้าฝ้ายเส้นมือย้อมสีธรรมชาติ บ้านหนองโนใต้ ได้นำภูมิปัญญาการทอผ้าฝ้ายเส้นมือสู่การปฏิบัติได้จริง โดยผสมผสานเส้นใยธรรมชาติที่สกัดได้กับปุ๋ยฝ้าย ก่อให้เกิดเส้นใยชนิดใหม่ที่มีความเหนียวของเส้นใยเพิ่มขึ้น ทั้งช่วยเพิ่มปริมาณการผลิตฝ้ายเส้นมือได้สะดวกรวดเร็ว และวางแนวทางนำไปพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ต่อไป

### เอกสารอ้างอิง

- สถาพร พันธุ์มณี, ทองเลียม เวียงแก้ว และ ประทวน บุญปก. หลา (ในปิ่นด้าย) ใน *สารานุกรมวัฒนธรรมไทย ภาคอีสาน* (เล่ม 14 น. 5049-5050). มูลนิธิสารานุกรมวัฒนธรรมไทย ธนาคารไทยพาณิชย์.
- สิทธิชัย สมานชาติ. (2553). *เอกสารประกอบการสอนรายวิชา 2007 108 มรดกสิ่งพิมพ์. คณะศิลปประยุกต์ และการออกแบบ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.*
- รจนา จันทราสา, พุทธิ ศุภเศรษฐศิริ, วิรุณ ตั้งเจริญ และ ภาณุพงศ์ อุดมศิลป์. (2558, กรกฎาคม - ธันวาคม). ผลวิเคราะห์เส้นใยหญ้าแฝกกับแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์หัตถกรรม (กรณีศึกษากลุ่มผลิตภัณฑ์หัตถกรรมหญ้าแฝกจังหวัดพะเยา), *วารสารวิชาการและวิจัย มทร.พระนคร*, 17(1), 120-129.
- วิบูลย์ ลีสุวรรณ. (2546). *พจนานุกรมหัตถกรรมเครื่องมือเครื่องใช้พื้นบ้าน*. เมืองโบราณ.
- อภิญา เหล่าม่วง. (2563). *ประธานกลุ่มทอผ้าฝ้ายเส้นมือย้อมสีธรรมชาติ บ้านหนองโนใต้ ตำบลนาคูน อำเภอนาคูน จังหวัดมหาสารคาม. (แบบสัมภาษณ์).*
- Pintu, P.S. & Dharendra, S. (2022). Application of madder natural dye on banana fiber. *Internation J. of Home Science*, 6(2), 1-3.
- Santhanam V. , Chandrasekaran M., Venkateshwaran, N. & Elayaperumal, A. (2013). Mode I Fracture Toughness of Banana Fiber and Glass Fiber Reinforced Composites. *Advanced Materials Research*, 622-623, 1320-1324.

การจัดการคลังโลหิตและการจัดสรรโลหิตเพื่อลดการขาดแคลนและสูญเสียโลหิต  
จากการหมดอายุของงานธนาคารเลือด โรงพยาบาลมหาราชนครเชียงใหม่  
Blood Inventory Management and Allocation for Reducing Blood Shortage and  
Wastage from Expiration of Blood Bank Section Maharaj Nakorn Chiang Mai  
Hospital

วรินตา มาสุสุข, สาลินี อังระเลาะห์พันธุ์\* และ วฐา มินเสน  
Warinta Masusuk, Salinee Thumronglaohapan\*, and Watha Minsan

<sup>1</sup>ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

<sup>1</sup> Department of Statistics, Faculty of Science, Chiang Mai University

\*Corresponding author. E-mail: [salinee.t@cmu.ac.th](mailto:salinee.t@cmu.ac.th)

### บทคัดย่อ

การจัดการคลังโลหิตและการจัดสรรโลหิตที่เหมาะสมสามารถลดการขาดแคลนและสูญเสียโลหิตจากการหมดอายุ ซึ่งช่วยลดต้นทุนและเพิ่มประสิทธิภาพในการดำเนินงานของงานธนาคารเลือด การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับการจัดการคลังโลหิต และจัดสรรเกล็ดโลหิตโดยหาปริมาณ การสั่งเกล็ดโลหิตจากหน่วยงานภายนอก และปริมาณเกล็ดโลหิตที่จัดสรรให้แก่แผนกต่าง ๆ ของงานธนาคารเลือด โรงพยาบาลมหาราชนครเชียงใหม่ ที่มีต้นทุนรวมน้อยที่สุด ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการจัดการคลังโลหิตและการจัดสรรโลหิต ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ.2561 ถึงวันที่ 31 ธันวาคม พ.ศ. 2561 ของเกล็ดโลหิตซึ่งได้รับการอนุเคราะห์ข้อมูลจากงานธนาคารเลือด โรงพยาบาลมหาราชนครเชียงใหม่ โดยข้อมูลแบ่งเป็นรายสัปดาห์ทั้งหมด 52 สัปดาห์ สำหรับเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา คือ โปรแกรมสำเร็จรูป LINGO 19.0 สำหรับแก้ปัญหาของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ผลการศึกษาพบว่า แบบจำลองทางคณิตศาสตร์สามารถลดปริมาณการเก็บรักษาเกล็ดโลหิตได้ทั้งหมด 1,696 ยูนิต คิดเป็นร้อยละ 7.88 สามารถลดต้นทุนการขาดแคลนได้ทั้งหมด 44 สัปดาห์ โดยสามารถลดปริมาณการขาดแคลนเกล็ดโลหิตได้ทั้งหมด 447 ยูนิต คิดเป็นร้อยละ 60 รวมทั้งสามารถลดค่าใช้จ่ายเมื่อโลหิตหมดอายุได้ทั้งหมด 32 สัปดาห์ โดยสามารถลดปริมาณ การหมดอายุของเกล็ดโลหิตได้ทั้งหมด 239 ยูนิต คิดเป็นร้อยละ 13.56 และสุดท้ายแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สามารถลดต้นทุนรวมได้ทั้งหมด 172,635.71 บาท ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 1.55

**คำสำคัญ:** การจัดการคลังโลหิตและการจัดสรรโลหิต, การขาดแคลนโลหิต, กำหนดการเชิงจำนวนเต็ม,  
งานธนาคารเลือด โรงพยาบาลมหาราชนครเชียงใหม่

## Abstract

Appropriate blood inventory management and allocation can reduce blood shortage and wastage from the expiration. This helps blood bank section Maharaj Nakorn Chiang Mai hospital reduce costs and improve operational efficiency. The purpose of this study was to formulate a mathematical model for blood inventory management and allocation to find the volume of platelets ordered from outside agencies and the volume of platelets allocated to different departments of the blood bank section of Maharaj Nakorn Chiang Mai hospital with the minimum total cost. The data used in this study were data related to blood inventory management and allocation from January 1, 2018 to December 31, 2018 of platelets, which obtained from the blood bank section Maharaj Nakorn Chiang Mai hospital. The data were divided into 52 weeks. The study tool is a software package, LINGO 19.0, for solving the mathematical model. The results showed that the mathematical model was able to reduce the total platelet holding inventory volume by 1,696 units or 7.88 percent. The shortage cost was decreased for 44 weeks. The total amount of platelet shortage was reduced by 447 units or 60 percent. The expiration cost was decreased for 32 weeks, which was able to reduce the expiration volume of platelets by a total of 239 units, or 13.56 percent. Finally, the mathematical model could reduce the total cost by 172,635.71 or 1.55 percent.

**Keywords:** Blood inventory management and allocation, Blood shortage, Integer programming, Blood bank section Maharaj Nakorn Chiang Mai hospital

## บทนำ

โลหิตหรือเลือด เป็นของเหลวสีแดงที่ไหลเวียนอยู่ภายในหลอดเลือดในร่างกายโดยกำลังสูบฉีดของหัวใจ อวัยวะสำคัญที่ทำหน้าที่สร้างเม็ดโลหิต คือ ไชกระดูก โลหิตแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 เม็ดโลหิต ซึ่งมี 3 ชนิด คือ เม็ดโลหิตแดง เม็ดโลหิตขาว เกล็ดโลหิต และส่วนที่ 2 พลาสมา คือ ส่วนที่เป็นของเหลวของโลหิตที่ทำให้เม็ดโลหิตทั้งหลายลอยตัว มีลักษณะเป็นน้ำสีเหลือง ซึ่งในปัจจุบันยังไม่มีผู้ที่สามารถคิดค้นสิ่งใดมาใช้ทดแทนโลหิตได้ จึงจำเป็นต้องมีการรับบริจาคโลหิตจากบุคคลอื่น เพื่อให้ได้มาซึ่งโลหิตสำหรับใช้ในการช่วยชีวิตผู้ป่วย ดังนั้นจึงมีการรับบริจาคโลหิตเกิดขึ้น (สภากาชาดไทย, 2564ก) การบริจาคโลหิต คือ การสละโลหิตส่วนเกินที่ร่างกายยังไม่จำเป็นต้องใช้ให้กับผู้ป่วยซึ่งไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริจาคโลหิต เพราะร่างกายของแต่ละคนมีปริมาณโลหิตประมาณ 17-18 แก้ว น้ำในร่างกายจะใช้เพียง 15-16 แก้วเท่านั้น ส่วนที่เหลือสามารถบริจาคให้ผู้อื่นได้ โดยสามารถบริจาคโลหิตได้ทุก 3 เดือน โดยปกติเม็ดเลือดแดงจะมีอายุประมาณ 42 วัน พลาสมามีอายุประมาณ 365 วัน และเกล็ดโลหิตมีอายุประมาณ 5 วัน หากไม่ได้บริจาค ร่างกายจะขับเม็ดโลหิตที่สลายตัวเพราะหมดอายุ โดยมีเกณฑ์กำหนดให้บริจาคโลหิตได้ไม่เกินร้อยละ 10 ของปริมาณโลหิตในร่างกายหรือปริมาณ 350-450 มิลลิลิตร

ธนาคารเลือด คือ หน่วยงานบริการด้านโลหิตภายในโรงพยาบาลซึ่งมีหน้าที่ในการจัดหา จัดเก็บ และเบิกจ่ายโลหิตให้กับแพทย์เพื่อใช้รักษาผู้ป่วยภายในโรงพยาบาล จากความต้องการโลหิตที่เพิ่มมากขึ้นในทุก ๆ ปี จึงทำให้ปริมาณโลหิตสำรองไม่เพียงพอต่อความต้องการ ทำให้ในบางเดือนผู้ป่วยต้องเลื่อนการผ่าตัดและการรักษาพยาบาล



ออกไปเป็นจำนวนมาก ถึงแม้ว่าธนาคารเลือดของแต่ละโรงพยาบาลจะพยายามออกหน่วยเคลื่อนที่เป็นประจำ แต่ปริมาณโลหิตที่ได้นั้นก็ยังไม่เพียงพอต่อจำนวนผู้ป่วยที่ต้องการได้รับการรักษา และในขณะเดียวกันที่บางช่วงมีปริมาณโลหิตสำรองมาก เกินกว่าความต้องการ จึงทำให้เกิดการสูญเสียโลหิตจากการหมดอายุ โดยเฉพาะเกล็ดโลหิตเนื่องจากมีอายุการเก็บรักษาที่น้อยกว่าโลหิตชนิดอื่น ทั้งนี้ทางโรงพยาบาลยังต้องเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นจากการสูญเสียโลหิตอีกด้วย เนื่องจากทางโรงพยาบาลอาจต้องจัดหาโลหิตเพื่อมาทดแทนโลหิตที่สูญเสียจากการหมดอายุ (สภากาชาดไทย, 2564) ดังนั้นธนาคารเลือดจึงต้องจัดหาโลหิตที่ปลอดภัยและเพียงพอต่อความต้องการของผู้ป่วยทั้งในสถานการณ์ปกติทั่วไปและในสถานการณ์ฉุกเฉิน ซึ่งภายในโรงพยาบาลแต่ละแห่งจะประกอบไปด้วยแผนกต่าง ๆ ที่ต้องการใช้โลหิตในการรักษาผู้ป่วย ทำให้งานธนาคารเลือดของแต่ละโรงพยาบาลจำเป็นต้องจะต้องจัดสรรการใช้โลหิตที่เหมาะสม ซึ่ง Shih และ Rajendran (2020) ได้ศึกษาตัวแบบการจัดการสินค้าคงคลังแบบสโตคาสติกเพื่อลดปัญหาการขาดแคลนโลหิตและการหมดอายุของโลหิตในห่วงโซ่อุปทานโลหิตภายใต้ความไม่แน่นอนของอุปสงค์และอุปทาน เป็นการศึกษาที่เน้นวิธีการจัดการห่วงโซ่อุปทานของโลหิตภายใต้อุปสงค์และความไม่แน่นอนของอุปทานอย่างมีประสิทธิภาพ โดยการเขียนแบบจำลองกำหนดการเชิงเส้นจำนวนเต็มแบบผสม (MILP) ซึ่งแบบจำลองที่ได้ช่วยให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการดูแลสุขภาพจัดการและควบคุมสินค้าคงคลังของโลหิตได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้นภายใต้ปริมาณโลหิตและความต้องการที่ไม่แน่นอน ทั้งยังช่วยลดการขาดแคลนโลหิตและการสูญเสียโลหิตที่หมดอายุ ส่วน Rajendran และ Ravindran (2019) ได้ศึกษาการจัดการสินค้าคงคลังของเกล็ดโลหิตตามห่วงโซ่อุปทานโลหิตเพื่อลดการสูญเสีย และการขาดแคลนโลหิต โดยพัฒนาแบบจำลองสินค้าคงคลังเพื่อลดการขาดแคลนและการสูญเสียเกล็ดโลหิต โดยเขียนกำหนดการเชิงจำนวนเต็มภายใต้ต้นนโยบาย (Re-order Point, Order-up-to Level) เพื่อกำหนดนโยบายการสั่งซื้อ

จากที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้ว่า ความต้องการโลหิตและการได้มาซึ่งโลหิตนั้นเป็นสิ่งที่ไม่แน่นอนจึงทำให้อาจเกิดการขาดแคลนโลหิต รวมทั้งหากมีปริมาณโลหิตที่มากเกินไปอาจทำให้เกิดการสูญเสียโลหิตจากการหมดอายุอีกด้วย ซึ่งหากมีการขาดแคลนและการสูญเสียโลหิตเป็นจำนวนมาก อาจทำให้ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการจัดหาโลหิตเพื่อมาทดแทนในส่วนที่ขาดแคลน และเสียค่าใช้จ่ายในส่วนของการทำลายโลหิตเมื่อโลหิตหมดอายุอีกด้วย

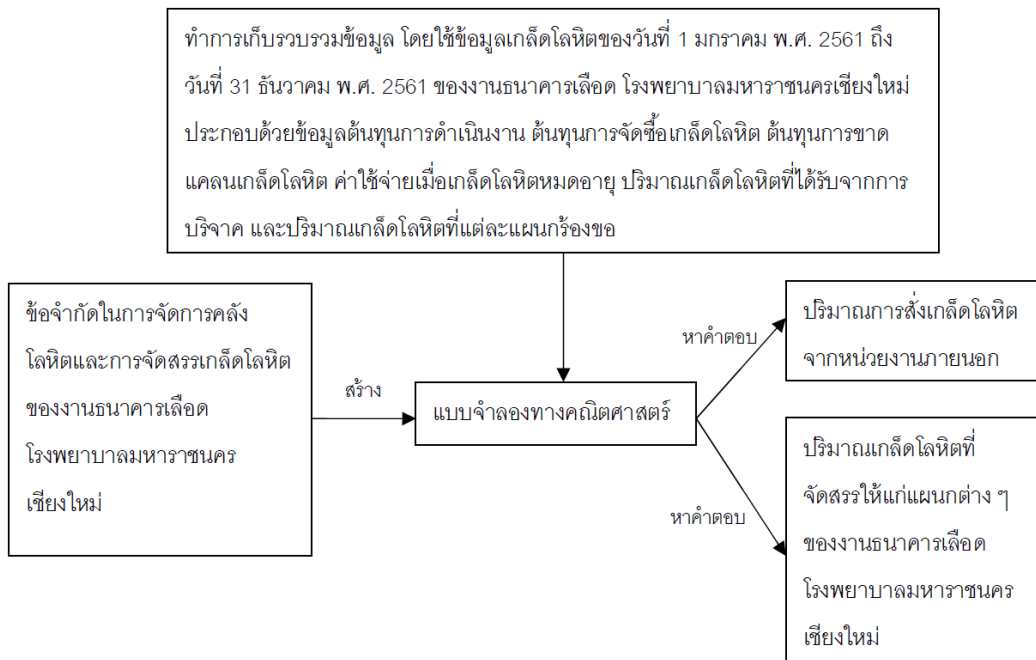
### วัตถุประสงค์

เพื่อสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับการจัดการคลังโลหิตและจัดสรรเกล็ดโลหิตโดยหาปริมาณการสั่งเกล็ดโลหิตจากหน่วยงานภายนอก และปริมาณเกล็ดโลหิตที่จัดสรรให้แก่แผนกต่าง ๆ ของงานธนาคารเลือดโรงพยาบาลมหาสารคามนครเชียงใหม่ ที่มีต้นทุนรวมน้อยที่สุด

### ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ได้สามารถช่วยวางแผนการจัดการคลังโลหิตและการจัดสรรเกล็ดโลหิต ของงานธนาคารเลือด โรงพยาบาลมหาสารคามนครเชียงใหม่ได้

### กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

### วิธีดำเนินการวิจัย

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการศึกษาการจัดการคลังโลหิตและการจัดสรรคลังโลหิตเพื่อลดการขาดแคลนและสูญเสียโลหิตจากการหมดอายุของงานธนาคารเลือด โรงพยาบาลมหาสารคามศรีเชียงใหม่ โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมีข้อตกลงเบื้องต้นดังนี้ 1) สำหรับการจัดสรรโลหิตจะเป็นการจัดสรรแบบ FIFO (First In First Out) โดยจะมีการจัดสรรโลหิตที่มีอายุเหลือน้อยที่สุดก่อน นั่นคือ จะจัดสรรโลหิตอายุเหลือ 1 วันก่อน หากโลหิตอายุเหลือ 1 วันมีปริมาณที่ไม่เพียงพอจะทำการจัดสรรโลหิตอายุ 2 วัน 3 วัน 4 วัน และ 5 วัน ตามลำดับ 2) การจัดสรรโลหิตให้แผนกต่าง ๆ จำนวน 4 แผนก โดยจะจัดสรรโลหิตให้แผนกศัลยกรรมเด็กก่อน ตามด้วยแผนก อายุรกรรมเด็ก แผนกศัลยกรรมผู้ใหญ่ และแผนกอายุรกรรมผู้ใหญ่ ตามลำดับ และ 3) แบบจำลองทางคณิตศาสตร์นี้เป็นแบบจำลองการจัดสรรโลหิตสำหรับ 1 สัปดาห์ (7 วัน) โดยสัญลักษณ์ต่าง ๆ ของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

พารามิเตอร์

- $MS_i = 5$  อายุที่มากที่สุดของโลหิตประเภทที่  $i$  (วัน)
- $nI = 4$  จำนวนของประเภทของโลหิต (ประเภท)
- $nK = 4$  จำนวนของแผนกภายในโรงพยาบาลมหาสารคามศรีเชียงใหม่ (แผนก)
- $nT = 7$  จำนวนของวันในการวางแผน (วัน)

เซต

- $I$  เซตของประเภทของโลหิต
- $J_i$  เซตของอายุที่เหลืออยู่ของโลหิตประเภทที่  $i$
- $K$  เซตของแผนกต่าง ๆ ภายในโรงพยาบาลมหาสารคามศรีเชียงใหม่

- $T$  เขตของวัน
- $IT_{i,j}$  เขตของคลังโลหิตเริ่มต้นของโลหิตประเภทที่  $i$  ที่มีอายุคงเหลือ  $j$  วัน
- ดัชนี
- $i \in I$  ดัชนีของประเภทของโลหิต ( $i = 1, 2, 3, \dots, nI$ )
- โดยที่  $i = 1$  แทนหมู่โลหิต AB Positive (AB+)
- $i = 2$  แทนหมู่โลหิต A Positive (A+)
- $i = 3$  แทนหมู่โลหิต B Positive (B+)
- $i = 4$  แทนหมู่โลหิต O Positive (O+)
- $j \in J_i$  ดัชนีของอายุที่เหลืออยู่ของโลหิตแต่ละประเภทที่  $i$  ( $j = 1, 2, 3, \dots, MS_i$ )
- $k \in K$  ดัชนีของแผนกต่าง ๆ ภายในโรงพยาบาลมหาราชนครเชียงใหม่
- โดยที่  $k = 1$  แทนแผนกศัลยกรรมเด็ก
- $k = 2$  แทนแผนกอายุรกรรมเด็ก
- $k = 3$  แทนแผนกศัลยกรรมผู้ใหญ่
- $k = 4$  แทนแผนกอายุรกรรมผู้ใหญ่
- $t \in T$  ดัชนีของวัน ( $t = 1, 2, 3, \dots, nT$ )

พารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับงานธนาคารเลือด

- $PC_i^B$  ต้นทุนต่อหน่วยของการจัดซื้อโลหิตประเภทที่  $i$  (บาท/ยูนิต)
- $HD_i^B$  ต้นทุนต่อหน่วยของการเก็บรักษาโลหิตประเภทที่  $i$  (บาท/ยูนิต/วัน)
- $ST_i^B$  ต้นทุนต่อหน่วยของการขาดแคลนโลหิตประเภทที่  $i$  (บาท/ยูนิต)
- $EX_i^B$  ค่าใช้จ่ายต่อหน่วยเมื่อโลหิตประเภทที่  $i$  หมดอายุ (บาท/ยูนิต)
- $OP^B$  ต้นทุนการดำเนินงานต่อวันของงานธนาคารเลือด (บาท/วัน)
- $A_{i,t}^B$  ปริมาณของโลหิตประเภทที่  $i$  ในวันที่  $t$  ที่ได้รับการบริจาค (ยูนิต)
- $\mu_i^B$  ค่าเฉลี่ยของโลหิตประเภทที่  $i$  ที่ถูกร้องขอในแต่ละสัปดาห์ (ยูนิต)
- $\sigma_i^B$  ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของโลหิตประเภทที่  $i$  ที่ถูกร้องขอในแต่ละสัปดาห์ (ยูนิต)

พารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับแผนกต่าง ๆ ภายในโรงพยาบาลมหาราชนครเชียงใหม่

- $Q_{i,t,k}^D$  ปริมาณของโลหิตประเภทที่  $i$  ในวันที่  $t$  ของแผนกที่  $k$  ที่ร้องขอไปยังงานธนาคารเลือด (ยูนิต)

ตัวแปรตัดสินใจที่เกี่ยวข้องกับงานธนาคารเลือด

- $q_{i,t}^B$  ปริมาณของโลหิตประเภทที่  $i$  ณ วันที่  $t$  ที่ธนาคารเลือดสั่งจากหน่วยงานอื่น (ยูนิต)
- $sh_{i,t}^B$  ปริมาณการขาดแคลนของโลหิตประเภทที่  $i$  เมื่อหมดวันที่  $t$  (ยูนิต)
- $e_{i,t}^B$  ปริมาณการหมดอายุของโลหิตประเภทที่  $i$  เมื่อหมดวันที่  $t$  (ยูนิต)
- $s_i^B$  จุดสั่งซื้อของโลหิตประเภทที่  $i$  (ยูนิต)
- $l_{i,j,t}^B$  ปริมาณโลหิตประเภทที่  $i$  ณ คลังโลหิตเริ่มต้นวัน ที่มีอายุคงเหลือ  $j$  วัน ในวันที่  $t$  (ยูนิต)

$$\begin{aligned}
 ps_{i,j,t}^B & \text{ ปริมาณโลหิตประเภทที่ } i \text{ ณ คลังโลหิตสิ้นสุดวัน ที่มีอายุคงเหลือ } j \text{ วัน ในวันที่ } t \text{ (ยูนิต)} \\
 od_i^B & \text{ การสั่งโลหิตประเภทที่ } i \text{ ให้ถึงระดับที่กำหนด (ยูนิต)} \\
 \Delta_{i,t}^B & \begin{cases} 1 & \text{มีการร้องขอโลหิตจากหน่วยงานภายนอก ถ้า } \sum_{j=1}^{MS_i} ps_{i,j,t}^B \leq s_i^B \\ 0 & \text{กรณีอื่น ๆ} \end{cases} \quad \forall i, \forall t \\
 z_{i,j,t,k}^B & \begin{cases} 1 & \text{มีการจัดสรรโลหิตให้ได้ทั้งหมดตามที่แต่ละแผนกร้องขอ ถ้า } r_{i,j,t,k}^D \leq l_{i,j+1,t-1}^B \\ 0 & \text{กรณีอื่น ๆ} \end{cases} \quad \forall i, \forall j, \forall t, \forall k
 \end{aligned}$$

ตัวแปรตัดสินใจที่เกี่ยวข้องกับแผนกต่าง ๆ ภายในโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

$$\begin{aligned}
 r_{i,j,t,k}^D & \text{ ปริมาณของโลหิตประเภทที่ } i \text{ ที่ได้จากธนาคารเลือด ที่มีอายุคงเหลือ } j \text{ วัน} \\
 & \text{ ในวันที่ } t \text{ ของแผนกที่ } k \text{ (ยูนิต)} \\
 p_{i,j,t,k}^D & \text{ ปริมาณของโลหิตประเภทที่ } i \text{ ที่มีอายุคงเหลือ } j \text{ วัน ในวันที่ } t \text{ ของแผนกที่ } k \\
 & \text{ ที่เหลือจากการจัดสรรให้แก่แผนก (ยูนิต)} \\
 u_{i,j,t,k}^D & \text{ ปริมาณความต้องการของโลหิตประเภทที่ } i \text{ ที่ยังไม่ถูกเติมเต็ม ที่มีอายุคงเหลือ } j \text{ วัน} \\
 & \text{ ในวันที่ } t \text{ ของแผนกที่ } k \text{ (ยูนิต)}
 \end{aligned}$$

ฟังก์ชันจุดประสงค์ (Objective function)

$$\text{Min. } tc = (OP^B \times nT) + \sum_{i=1}^{nl} \sum_{t=1}^{nT} (PC_i^B \times q_{i,t}^B) + \sum_{i=1}^{nl} \sum_{j=1}^{MS_i} \sum_{t=1}^{nT} (HD_i^B \times ps_{i,j,t}^B) + \sum_{i=1}^{nl} \sum_{t=1}^{nT} (ST_i^B \times sh_{i,t}^B) + \sum_{i=1}^{nl} \sum_{t=1}^{nT} (EX_i^B \times e_{i,t}^B)$$

สำหรับฟังก์ชันจุดประสงค์เป็นการหาค่าต่ำสุดหรือน้อยสุดของต้นทุนรวม โดยพิจารณาจากผลรวมของต้นทุนการดำเนินงาน ต้นทุนการจัดซื้อโลหิต ต้นทุนการเก็บรักษาโลหิต ต้นทุนการขาดแคลนโลหิต และค่าใช้จ่ายเมื่อโลหิตหมดอายุ ภายใต้เงื่อนไขต่อไปนี้

เงื่อนไข (Constraints)

1) คลังโลหิตเริ่มต้น (Initial inventory)

$$ps_{i,j,0}^B = IT_{i,j} \quad \forall i, \forall j \quad (1)$$

คลังโลหิตเริ่มต้น คือ ปริมาณของโลหิตในคลังโลหิตที่เหลืออยู่ของสัปดาห์ก่อนหน้า

2) การจัดสรรโลหิตให้แก่แผนกต่าง ๆ สำหรับการ จัดสรรโลหิตให้แก่แผนกต่าง ๆ จะจัดสรรโลหิตที่มีอายุเหลือน้อยที่สุดก่อน และจัดสรรโลหิตให้แก่แผนกคัดลยกรรมเด็กก่อน ตามด้วยแผนกอายุกรรมเด็ก แผนกคัดลยกรรมผู้ใหญ่ และแผนกอายุกรรมผู้ใหญ่ตามลำดับ ดังนี้

แผนกคัดลยกรรมเด็ก ( $k = 1$ )

การจัดสรรสำหรับเกล็ดโลหิตอายุเหลือ 1 วัน

$$l_{i,1,t}^B - Q_{i,t,1}^D \leq Mz_{i,1,t,1}^B \quad \forall i, \forall t \quad (2)$$

$$Q_{i,t,1}^D - l_{i,1,t}^B \leq M(1 - z_{i,1,t,1}^B) \quad \forall i, \forall t \quad (3)$$

$$r_{i,1,t,1}^D \leq Q_{i,t,1}^D \quad \forall i, \forall t \quad (4)$$

$$r_{i,1,t,1}^D \leq l_{i,1,t}^B \quad \forall i, \forall t \quad (5)$$

$$r_{i,1,t,1}^D \geq Q_{i,t,1}^D - M(1 - z_{i,1,t,1}^B) \quad \forall i, \forall t \quad (6)$$

$$r_{i,1,t,1}^D \geq l_{i,1,t}^B - Mz_{i,1,t,1}^B \quad \forall i, \forall t \quad (7)$$

$$u_{i,1,t,1}^D = Q_{i,t,1}^D - r_{i,1,t,1}^D \quad \forall i, \forall t \quad (8)$$

$$p_{i,1,t,1}^D = l_{i,1,t}^B - r_{i,1,t,1}^D \quad \forall i, \forall t \quad (9)$$

สำหรับเงื่อนไขที่ (2)-(7) เกิดจากการทำการแปลงรูปและการทำให้เป็นเส้นตรงของ  $r_{i,1,t,1}^D = \min\{Q_{i,t,1}^D, l_{i,1,t}^B\}$  นั่นคือ หากปริมาณของโลหิตที่แผนกศัลยกรรมเด็กร้องขอมีปริมาณที่น้อยกว่าปริมาณโลหิตที่มีอยู่ในคลังจะทำการจัดสรรโลหิตที่มีอายุเหลือ 1 วันไปยังแผนกศัลยกรรมเด็กตามปริมาณที่ร้องขอ ถ้าปริมาณของโลหิตที่แผนกศัลยกรรมเด็กร้องขอมีปริมาณที่มากกว่าปริมาณโลหิตที่มีอยู่ในคลังจะทำการจัดสรรโลหิตที่มีอายุเหลือ 1 วันไปยังแผนกศัลยกรรมเด็กตามปริมาณโลหิตที่มีอยู่ในคลัง สำหรับเงื่อนไขที่ (8) ปริมาณความต้องการที่ยังไม่ถูกเติมเต็ม คือ กรณีที่แผนกได้รับจัดสรรโลหิตที่มีอายุเหลือ 1 วันไปแล้ว แต่ยังไม่ครบตามปริมาณที่ร้องขอ จะต้องมีการจัดสรรโลหิตที่มีอายุเหลือ 2-5 วันให้เพิ่มจนครบตามปริมาณที่ร้องขอ โดยจะแสดงในเงื่อนไขที่ (10)-(15) และเงื่อนไขที่ (9) ใช้ออกปริมาณโลหิตที่มีอายุเหลือ 1 วันที่เหลือจากการถูกจัดสรรไปยังแผนกศัลยกรรมเด็ก

การจัดสรรสำหรับเกล็ดโลหิตอายุเหลือ 2-5 วัน

$$l_{i,j,t}^B - u_{i,j-1,t,1}^D \leq Mz_{i,j,t,1}^B \quad \forall i, \forall t \text{ และ } j = 2,3,4,5 \quad (10)$$

$$u_{i,j-1,t,1}^D - l_{i,j,t}^B \leq M(1 - z_{i,j,t,1}^B) \quad \forall i, \forall t \text{ และ } j = 2,3,4,5 \quad (11)$$

$$r_{i,j,t,1}^D \leq u_{i,j-1,t,1}^D \quad \forall i, \forall t \text{ และ } j = 2,3,4,5 \quad (12)$$

$$r_{i,j,t,1}^D \leq l_{i,j,t}^B \quad \forall i, \forall t \text{ และ } j = 2,3,4,5 \quad (13)$$

$$r_{i,j,t,1}^D \geq u_{i,j-1,t,1}^D - M(1 - z_{i,j,t,1}^B) \quad \forall i, \forall t \text{ และ } j = 2,3,4,5 \quad (14)$$

$$r_{i,j,t,1}^D \geq l_{i,j,t}^B - Mz_{i,j,t,1}^B \quad \forall i, \forall t \text{ และ } j = 2,3,4,5 \quad (15)$$

$$u_{i,j,t,1}^D = u_{i,j-1,t,1}^D - r_{i,j,t,1}^D \quad \forall i, \forall t \text{ และ } j = 2,3,4,5 \quad (16)$$

$$p_{i,j,t,1}^D = l_{i,j,t}^B - r_{i,j,t,1}^D \quad \forall i, \forall t \text{ และ } j = 2,3,4,5 \quad (17)$$

สำหรับเงื่อนไขที่ (10)-(15) เกิดจากการทำการแปลงรูปและการทำให้เป็นเส้นตรงของ  $r_{i,j,t,1}^D = \min\{u_{i,j-1,t,1}^D, l_{i,j,t}^B\}$  สำหรับ  $\forall i, \forall t$  และ  $j = 2,3,4,5$  นั่นคือ ปริมาณความต้องการที่ยังไม่ถูกเติมเต็มของแผนกศัลยกรรมเด็กมีปริมาณที่น้อยกว่าปริมาณโลหิตที่มีอยู่ในคลังจะทำการจัดสรรโลหิตที่มีอายุเหลือ 2-5 วันไปยังแผนกศัลยกรรมเด็กตามปริมาณที่ร้องขอ ถ้าปริมาณความต้องการที่ยังไม่ถูกเติมเต็มของแผนกศัลยกรรมเด็กมีปริมาณที่มากกว่าปริมาณโลหิตที่มีอยู่ในคลังจะทำการจัดสรรโลหิตที่มีอายุเหลือ 2-5 วันไปยังแผนกศัลยกรรมเด็กตามปริมาณโลหิตที่มีอยู่ในคลัง เงื่อนไขที่ (16) เป็นเงื่อนไขการจัดสรรแบบ FIFO นั่นคือ หากมีการจัดสรรโลหิตที่มีอายุเหลือ 2 วันไปยังแผนกแล้วแต่ยังไม่ครบตามปริมาณที่ร้องขอ จะทำการจัดสรรโลหิตที่อายุเหลือ 3 วัน 4 วัน และ 5 วัน ให้ตามลำดับ และเงื่อนไขที่ (17) ใช้สำหรับบอกปริมาณโลหิตที่มีอายุเหลือ 2-5 วันที่เหลือจากการถูกจัดสรรไปยังแผนกศัลยกรรมเด็ก

แผนกอายุกรรมเด็ก แผนกศัลยกรรมผู้ใหญ่ และแผนกอายุกรรมผู้ใหญ่ ( $k = 2,3,4$ )

การจัดสรรสำหรับเกล็ดโลหิตอายุเหลือ 1 วัน

$$p_{i,1,t,k-1}^D - Q_{i,t,k}^D \leq Mz_{i,1,t,k}^B \quad \forall i, \forall t \text{ และ } k = 2,3,4 \quad (18)$$

$$Q_{i,t,k}^D - p_{i,1,t,k-1}^D \leq M(1 - z_{i,1,t,k}^B) \quad \forall i, \forall t \text{ และ } k = 2, 3, 4 \quad (19)$$

$$r_{i,1,t,k}^D \leq Q_{i,t,k}^D \quad \forall i, \forall t \text{ และ } k = 2, 3, 4 \quad (20)$$

$$r_{i,1,t,k}^D \leq p_{i,1,t,k-1}^D \quad \forall i, \forall t \text{ และ } k = 2, 3, 4 \quad (21)$$

$$r_{i,1,t,k}^D \geq Q_{i,t,k}^D - M(1 - z_{i,1,t,k}^B) \quad \forall i, \forall t \text{ และ } k = 2, 3, 4 \quad (22)$$

$$r_{i,1,t,k}^D \geq p_{i,1,t,k-1}^D - Mz_{i,1,t,k}^B \quad \forall i, \forall t \text{ และ } k = 2, 3, 4 \quad (23)$$

$$u_{i,1,t,k}^D = Q_{i,t,k}^D - r_{i,1,t,k}^D \quad \forall i, \forall t \text{ และ } k = 2, 3, 4 \quad (24)$$

$$p_{i,1,t,k}^D = p_{i,1,t,k-1}^D - r_{i,1,t,k}^D \quad \forall i, \forall t \text{ และ } k = 2, 3, 4 \quad (25)$$

การจัดสรรสำหรับเกล็ดโลหิตอายุเหลือ 2-5 วัน

$$p_{i,j,t,k-1}^D - u_{i,j-1,t,k}^D \leq Mz_{i,j,t,k}^B \quad \forall i, \forall t, k = 2, 3, 4 \text{ และ } j = 2, 3, 4, 5 \quad (26)$$

$$u_{i,j-1,t,k}^D - p_{i,j,t,k-1}^D \leq M(1 - z_{i,j,t,k}^B) \quad \forall i, \forall t, k = 2, 3, 4 \text{ และ } j = 2, 3, 4, 5 \quad (27)$$

$$r_{i,j,t,k}^D \leq u_{i,j-1,t,k}^D \quad \forall i, \forall t, k = 2, 3, 4 \text{ และ } j = 2, 3, 4, 5 \quad (28)$$

$$r_{i,j,t,1}^D \leq p_{i,j,t,k-1}^D \quad \forall i, \forall t, k = 2, 3, 4 \text{ และ } j = 2, 3, 4, 5 \quad (29)$$

$$r_{i,j,t,k}^D \geq u_{i,j-1,t,k}^D - M(1 - z_{i,j,t,k}^B) \quad \forall i, \forall t, k = 2, 3, 4 \text{ และ } j = 2, 3, 4, 5 \quad (30)$$

$$r_{i,j,t,k}^D \geq p_{i,j,t,k-1}^D - Mz_{i,j,t,k}^B \quad \forall i, \forall t, k = 2, 3, 4 \text{ และ } j = 2, 3, 4, 5 \quad (31)$$

$$u_{i,j,t,k}^D = u_{i,j-1,t,k}^D - r_{i,j,t,k}^D \quad \forall i, \forall t, k = 2, 3, 4 \text{ และ } j = 2, 3, 4, 5 \quad (32)$$

$$p_{i,j,t,k}^D = p_{i,j,t,k-1}^D - r_{i,j,t,k}^D \quad \forall i, \forall t, k = 2, 3, 4 \text{ และ } j = 2, 3, 4, 5 \quad (33)$$

สำหรับเงื่อนไขที่ (18)-(33) มีลักษณะเช่นเดียวกันกับแผนกศัลยกรรมเด็ก

3) ระดับโลหิตคงคลังและปริมาณการร้องขอโลหิตจากหน่วยงานภายนอก

$$I_{i,MS,t}^B = q_{i,t-1}^B + A_{i,t}^B \quad \forall i, \forall t \quad (34)$$

เงื่อนไขที่ (34) ปริมาณโลหิตคงประเภทที่  $i$  ณ วันที่  $t$  ของโลหิตที่มีอายุใหม่ที่มีสุด (มากที่สุด) โดยเป็นโลหิตที่ได้รับจากหน่วยงานภายนอก และโลหิตที่ได้รับจากการบริจาค

$$ps_{i,j,t}^B = p_{i,j,t,4}^D \quad \forall i, \forall j, \forall t \quad (35)$$

เงื่อนไขที่ (35) ปริมาณโลหิตประเภทที่  $i$  ณ คลังโลหิตสิ้นสุดวัน ที่มีอายุคงเหลือ  $j$  วัน ในวันที่  $t$  คิดจากปริมาณโลหิตที่เหลือจากการจัดสรรไปยังแผนก 4 แผนก

$$\sum_{j=1}^{MS_i} ps_{i,j,t}^B \leq s_i^B + M(1 - \Delta_{i,t}^B) \quad \forall i, \forall t \quad (36)$$

$$\sum_{j=1}^{MS_i} ps_{i,j,t}^B > s_i^B - M(\Delta_{i,t}^B) \quad \forall i, \forall t \quad (37)$$

$$q_{i,t}^B \leq (od_i^B - \sum_{j=1}^{MS_i} ps_{i,j,t}^B) + M(1 - \Delta_{i,t}^B) \quad \forall i, \forall t \quad (38)$$

$$q_{i,t}^B \geq (od_i^B - \sum_{j=1}^{MS_i} ps_{i,j,t}^B) - M(1 - \Delta_{i,t}^B) \quad \forall i, \forall t \quad (39)$$

$$q_{i,t}^B \leq M(\Delta_{i,t}^B) \quad \forall i, \forall t \quad (40)$$

$$od_i^B \geq s_i^B + 1 \quad \forall i \quad (41)$$

$$od_i^B \leq \mu_i^B + 3\sigma_i^B \quad \forall i \quad (42)$$

เงื่อนไขที่ (36)-(37) ใช้ตรวจสอบว่า หากปริมาณโลหิตที่เหลืออยู่ในคลังโลหิตมีปริมาณที่น้อยกว่าหรือเท่ากับจุดสั่งซื้อ จะมีการร้องขอโลหิตจากหน่วยงานภายนอก และหากปริมาณโลหิตที่เหลืออยู่ในคลังโลหิตมีปริมาณที่มากกว่าจุดสั่งซื้อ จะไม่มีการร้องขอโลหิตจากหน่วยงานภายนอก เงื่อนไขที่ (38)-(40) เป็นเงื่อนไขสำหรับบอกว่า ควรร้องขอโลหิตปริมาณเท่าไร และเงื่อนไขที่ (41)-(42) ใช้กำหนดขอบเขตของระดับโลหิตที่ต้องร้องขอ

#### 4) การอัปเดตคลังโลหิต (Inventory Updates)

$$I_{i,j-1,t+1}^B = pS_{i,j,t}^B \quad \forall i, \forall j \text{ และ } t = 0, 1, 2, \dots, nT \quad (43)$$

การอัปเดตคลังโลหิต คือ ปริมาณโลหิตประเภทที่  $i$  ณ คลังโลหิตเริ่มต้นวัน จะมีค่าเท่ากับปริมาณโลหิตประเภทที่  $i$  ที่มีอายุ  $j$  วัน ณ คลังโลหิตสิ้นสุดวันของวันก่อนหน้า โดยโลหิต ณ คลังโลหิตเริ่มต้นวันจะมีอายุ  $j-1$  วัน

#### 5) การขาดแคลนโลหิต (Shortages)

$$sh_{i,t}^B = \sum_{k=1}^{nK} Q_{i,t,k}^D - \sum_{j=1}^{MS_i} \sum_{k=1}^{nK} r_{i,j,t,k}^D \quad \forall i, \forall t \quad (44)$$

การขาดแคลนโลหิต ในที่นี้คิดจากปริมาณโลหิตที่แต่ละแผนกร้องขอหักกลับด้วยปริมาณโลหิตที่ได้รับจัดสรร นั่นคือ หากปริมาณโลหิตที่ร้องขอมากกว่าปริมาณโลหิตที่ได้รับจัดสรร จะเกิดการขาดแคลนโลหิตเกิดขึ้น

#### 6) การหมดอายุของโลหิต (Expiration)

$$e_{i,t}^B = pS_{i,t}^B \quad \forall i, \forall t \quad (45)$$

การหมดอายุของโลหิต คือ การที่ปริมาณโลหิตที่มีอายุเหลือ 1 วัน ในคลังโลหิต ณ สิ้นสุดวัน โดยที่เริ่มต้นวันจะมีอายุเป็น 0 วัน จะนับว่าโลหิตนั้นมีการหมดอายุ

#### 7) เงื่อนไขของตัวแปรตัดสินใจที่จะต้องเป็นค่าไม่ติดลบ (Non-negativity constraints)

$$I_{i,j,t}^B, pS_{i,j,t}^B, q_{i,t}^B, sh_{i,t}^B, e_{i,t}^B, s_i^B, od_i^B, P_{i,j,t,k}^D, r_{i,j,t,k}^D, u_{i,j,t,k}^D \geq 0 \quad \forall i, \forall j, \forall t, \forall k \quad (46)$$

$$\Delta_{i,t}^B \in \{0, 1\} \quad \forall i, \forall t \quad (47)$$

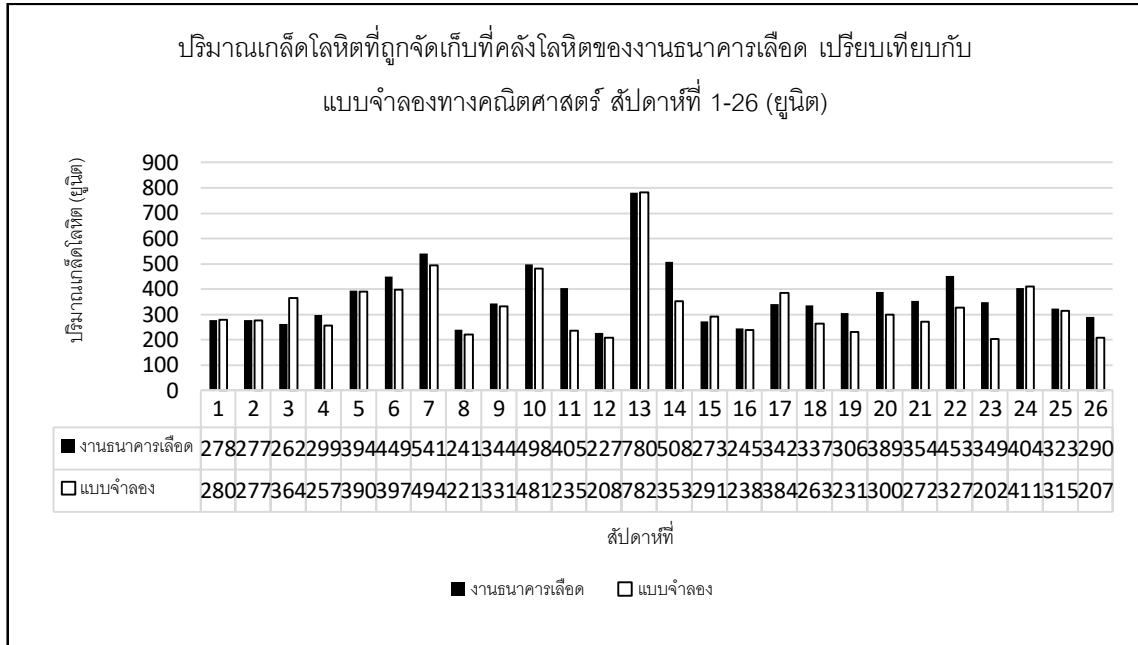
$$z_{i,j,t,k}^B \in \{0, 1\} \quad \forall i, \forall j, \forall t, \forall k \quad (48)$$

ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่าแบบจำลองทางคณิตศาสตร์นี้ มีตัวแปรตัดสินใจทั้งหมด 2,688 ตัวแปร และมีเงื่อนไขบังคับทั้งหมด 5,012 เงื่อนไข

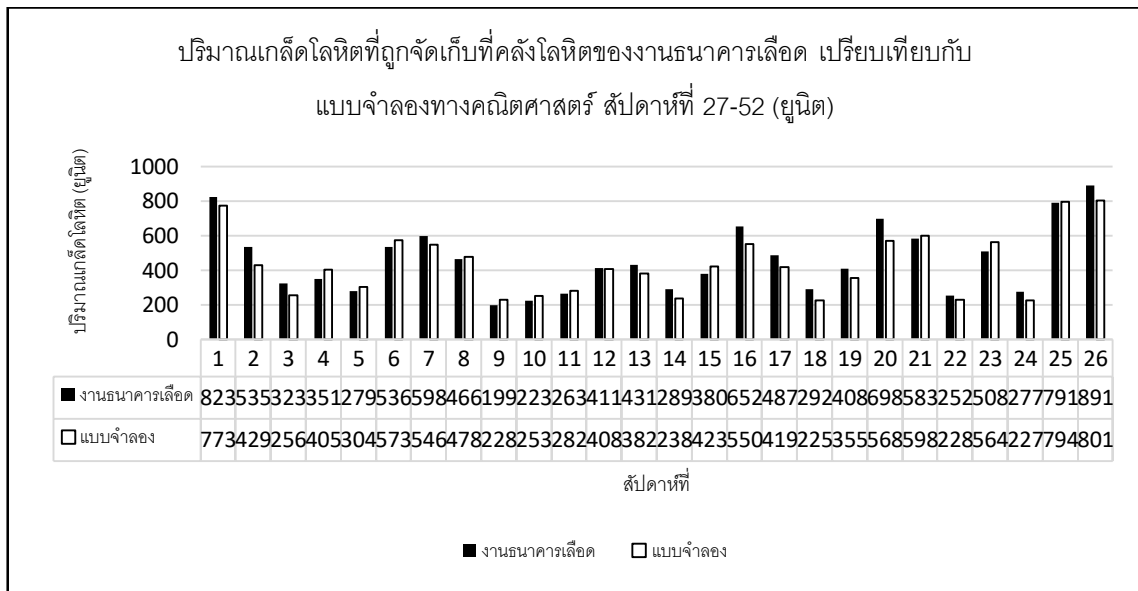
### ผลการวิจัยและอภิปรายผล

การศึกษานี้ใช้ข้อมูลการจัดการคลังโลหิตและการจัดสรรโลหิต ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ.2561 ถึงวันที่ 31 ธันวาคม พ.ศ.2561 โดยใช้ข้อมูลของโลหิตประเภทเกล็ดโลหิต ซึ่งได้รับการอนุเคราะห์ข้อมูลจากงานธนาคารเลือด โรงพยาบาลมหาราชนครเชียงใหม่ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ สำหรับกรณีการวางแผนรายสัปดาห์ ทำการแบ่งข้อมูลเป็นรายสัปดาห์ทั้งหมด 52 สัปดาห์ ทำการหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุด (Optimal Solution) ของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป LINGO 19.0 โดยได้ปริมาณการส่งเกล็ดโลหิตจากหน่วยงานภายนอก และปริมาณการจัดสรรเกล็ดโลหิตให้แก่แผนกต่าง ๆ ที่มีต้นทุนรวมในแต่ละสัปดาห์น้อยที่สุด ผลการศึกษาพบว่า ปริมาณ

เกล็ดโลหิตและต้นทุนที่เกิดขึ้นจากการจัดการคลังโลหิตและการจัดสรรโลหิตของงานธนาคารเลือด โรงพยาบาล  
มหาสารคามเชียงใหม่ เปรียบเทียบกับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์



ภาพที่ 2 ปริมาณเกล็ดโลหิตที่ถูกจัดเก็บที่คลังโลหิตของงานธนาคารเลือด เปรียบเทียบกับแบบจำลองทาง  
คณิตศาสตร์ สัปดาห์ที่ 1-26 (ยูนิต)

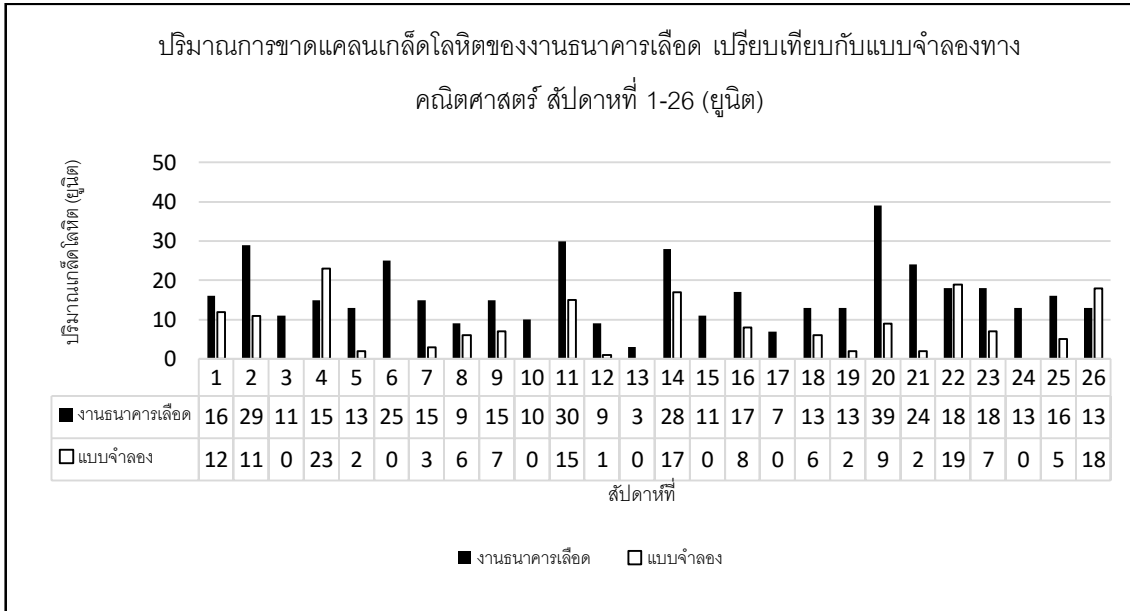


ภาพที่ 3 ปริมาณเกล็ดโลหิตที่ถูกจัดเก็บที่คลังโลหิตของงานธนาคารเลือด เปรียบเทียบกับแบบจำลองทาง  
คณิตศาสตร์ สัปดาห์ที่ 27-52 (ยูนิต)

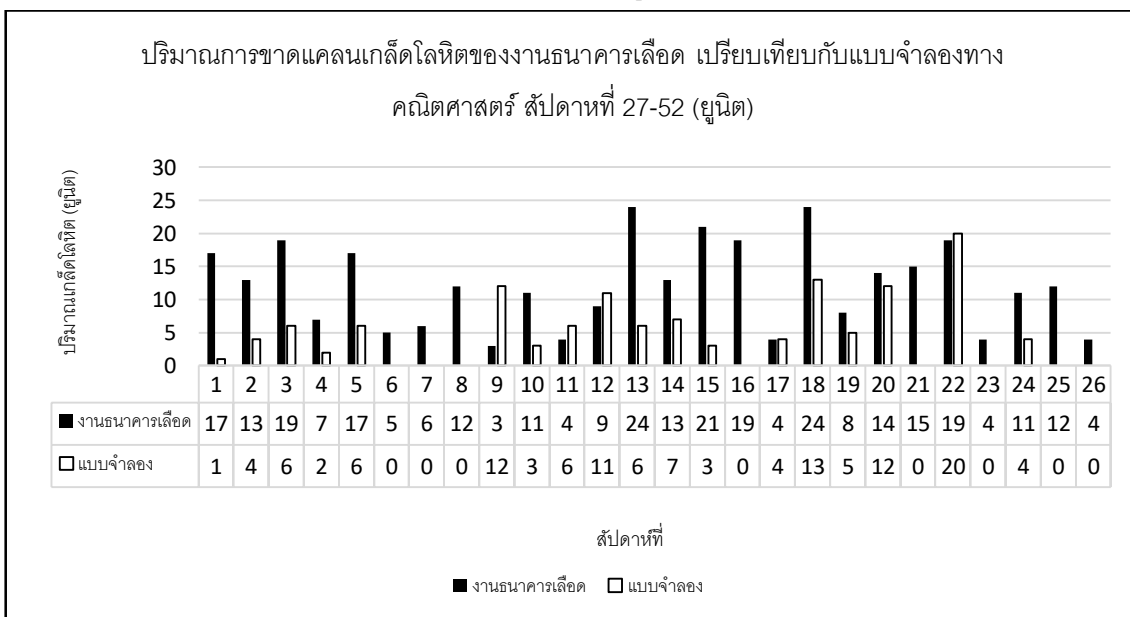
จากภาพที่ 2 และภาพที่ 3 พบว่า แบบจำลองทางคณิตศาสตร์สามารถลดต้นทุนการเก็บรักษาได้ทั้งหมด 34  
สัปดาห์ โดยสามารถลดปริมาณการเก็บรักษาเกล็ดโลหิตได้ทั้งหมด  $21,514 - 19,818 = 1,696$  ยูนิต คิดเป็นร้อยละ  
7.88 (คำนวณจาก  $(1,696/21,514) \times 100$ ) ปริมาณรวมของเกล็ดโลหิตในคลังของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์มีค่า



เท่ากับ 19,818 ยูนิต คิดเป็นต้นทุนการเก็บรักษาทั้งหมด 530,998.77 บาท และปริมาณรวมของเกล็ดโลहितในคลัง  
ของงานธนาคารเลือดมีค่าเท่ากับ 21,514 ยูนิต คิดเป็นต้นทุนการเก็บรักษาทั้งหมด 582,694.45 บาท



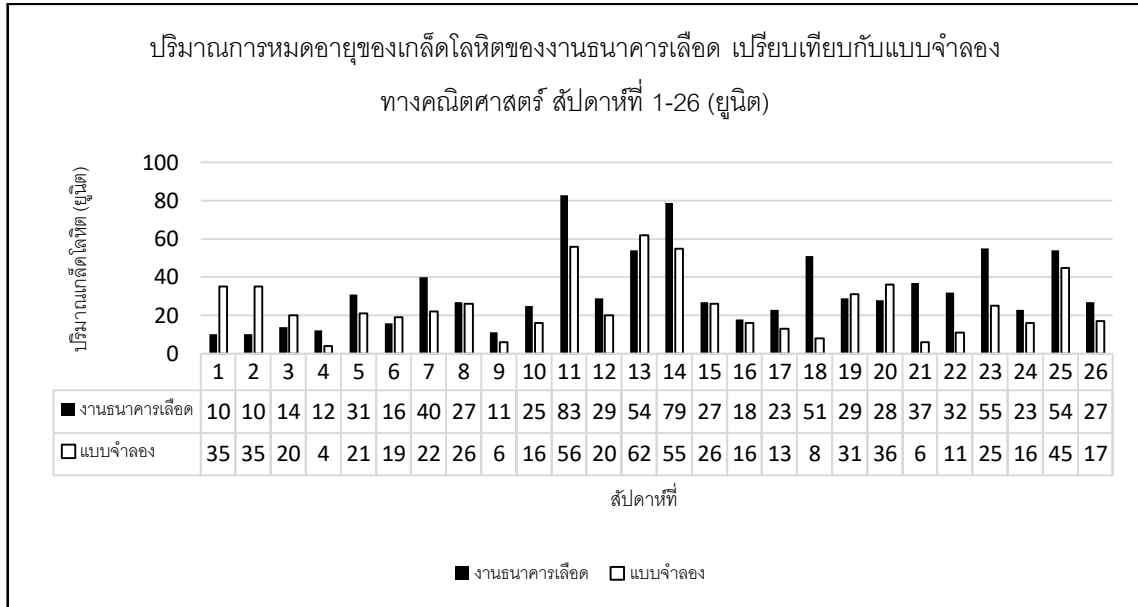
ภาพที่ 4 ปริมาณการขาดแคลนเกล็ดโลหิตของงานธนาคารเลือด เปรียบเทียบกับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์  
สัปดาห์ที่ 1-26 (ยูนิต)



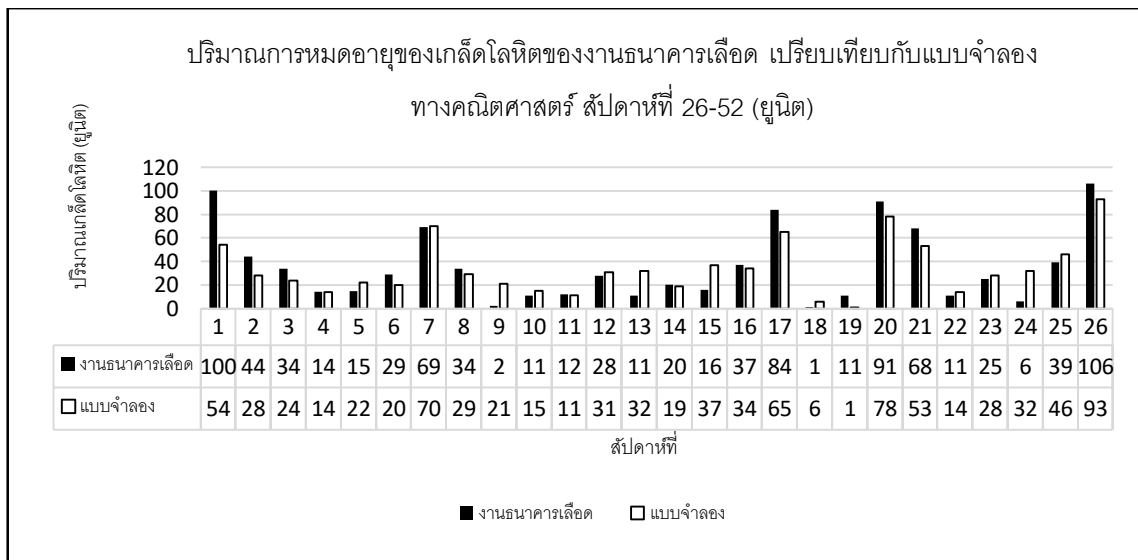
ภาพที่ 5 ปริมาณการขาดแคลนเกล็ดโลหิตของงานธนาคารเลือด เปรียบเทียบกับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์  
สัปดาห์ที่ 27-52 (ยูนิต)

จากภาพที่ 4 และภาพที่ 5 พบว่า แบบจำลองทางคณิตศาสตร์สามารถลดต้นทุนการขาดแคลนได้ทั้งหมด 44  
สัปดาห์ โดยสามารถลดปริมาณการขาดแคลนเกล็ดโลหิตได้ทั้งหมด  $745 - 298 = 447$  ยูนิต คิดเป็นร้อยละ 60  
(คำนวณจาก  $(447/745) \times 100$ ) ปริมาณการขาดแคลนรวมของเกล็ดโลหิตในคลังของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์มีค่า

เท่ากับ 298 ยูนิต คิดเป็นต้นทุนการขาดแคลนทั้งหมด 53,411.54 บาท และปริมาณการขาดแคลนรวมของเกล็ดโลหิตในคลังของ งานธนาคารเลือด มีค่าเท่ากับ 745 ยูนิต คิดเป็นต้นทุนการขาดแคลนทั้งหมด 132,669.20 บาท



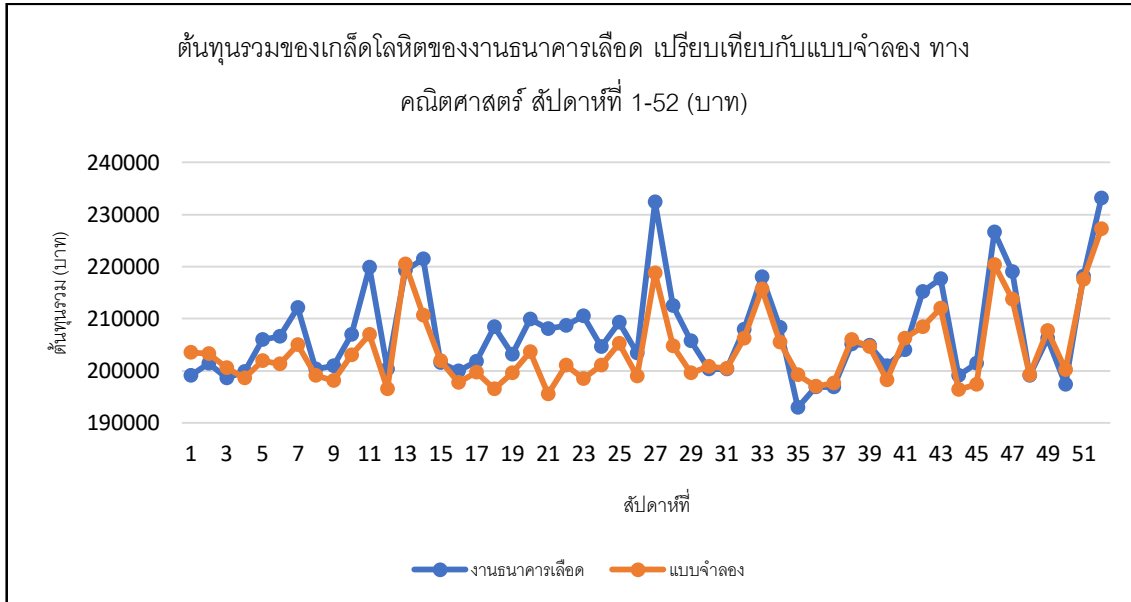
ภาพที่ 6 ปริมาณการหมดอายุของเกล็ดโลหิตของงานธนาคารเลือด เปรียบเทียบกับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ สัปดาห์ที่ 1-26 (ยูนิต)



ภาพที่ 7 ปริมาณการหมดอายุของเกล็ดโลหิตของงานธนาคารเลือด เปรียบเทียบกับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ สัปดาห์ที่ 27-52 (ยูนิต)

จากภาพที่ 6 และภาพที่ 7 พบว่า แบบจำลองทางคณิตศาสตร์สามารถลดค่าใช้จ่ายเมื่อโลหิตหมดอายุได้ทั้งหมด 32 สัปดาห์ โดยสามารถลดปริมาณการหมดอายุของเกล็ดโลหิตได้ทั้งหมด  $1,763 - 1,524 = 239$  ยูนิต คิดเป็นร้อยละ 13.56 (คำนวณจาก  $(239/1,763) \times 100$ ) ปริมาณรวมการหมดอายุของเกล็ดโลหิตในคลังของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์มีค่าเท่ากับ 1,524 ยูนิต คิดเป็นค่าใช้จ่ายเมื่อโลหิตหมดอายุทั้งหมด 312,462.65 บาท และปริมาณรวม

การหมดอายุของ เกล็ดโลหิตในคลังของงานธนาคารเลือดมีค่าเท่ากับ 1,763 ยูนิต คิดเป็นค่าใช้จ่ายเมื่อโลหิตหมดอายุทั้งหมด 359,108.01 บาท



ภาพที่ 8 ต้นทุนรวมของเกล็ดโลหิตของงานธนาคารเลือด เปรียบเทียบกับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ สัปดาห์ที่ 1-52 (บาท)

จากภาพที่ 8 พบว่า แบบจำลองทางคณิตศาสตร์สามารถลดต้นทุนรวมได้ทั้งหมด 37 สัปดาห์เมื่อเทียบกับงานธนาคารเลือด โดยที่ต้นทุนรวมทั้งหมดของงานธนาคารเลือดคิดเป็น 10,783,194.64 บาท ต้นทุนรวมทั้งหมดของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์คิดเป็น 10,610,558.93 บาท ซึ่งแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สามารถลดต้นทุนรวมทั้งหมดได้ 172,635.71 บาท คิดเป็นร้อยละ 1.55 โดยเฉลี่ย

### อภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาการจัดการคลังโลหิตและการจัดสรรโลหิตเพื่อลดการขาดแคลนและสูญเสียโลหิตจากการหมดอายุของงานธนาคารเลือด โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ พบว่า เมื่อมีการจัดสรรโลหิตแบบ FIFO โดยให้โลหิตที่อายุเหลือน้อยที่สุดก่อน ในกรณีนี้ที่จะช่วยให้การหมดอายุของโลหิตมีปริมาณที่ลดลง รวมทั้งแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นยังช่วยลดต้นทุนรวม ต้นทุนการเก็บรักษาโลหิต ต้นทุนการขาดแคลนโลหิต และค่าใช้จ่ายเมื่อโลหิตหมดอายุได้

### สรุปผลการวิจัย

การจัดการคลังโลหิตและการจัดสรรโลหิตที่เหมาะสมโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น สามารถลดการขาดแคลนและสูญเสียโลหิตจากการหมดอายุ ซึ่งช่วยลดต้นทุนและเพิ่มประสิทธิภาพในการดำเนินงานของงานธนาคารเลือด โดยสามารถลดปริมาณการเก็บรักษาเกล็ดโลหิตได้ร้อยละ 7.88 ลดต้นทุนการขาดแคลนได้ทั้งหมด 44 สัปดาห์ คิดเป็นร้อยละ 60 รวมทั้งสามารถลดค่าใช้จ่ายเมื่อโลหิตหมดอายุได้ทั้งหมด 32 สัปดาห์ คิดเป็นร้อยละ 13.56

### ข้อเสนอแนะ

1. ปัจจุบันแบบจำลองยังไม่เป็นไปตามการปฏิบัติงานจริงของหน่วยงาน เนื่องจากมีการคิดในส่วนของการขาดแคลนโลหิตไม่ตรงกับแบบจำลองที่ได้ ดังนั้นในการศึกษาครั้งต่อไปควรศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับวิธีการคิดการขาดแคลนโลหิต ว่าจำเป็นต้องใช้ข้อมูลใดบ้าง เพื่อเป็นประโยชน์ในการขอความอนุเคราะห์ข้อมูลจากหน่วยงาน และเพื่อให้ได้แบบจำลองที่เป็นไปตามการปฏิบัติงานจริงของหน่วยงาน

2. การศึกษาครั้งต่อไปสามารถใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้ ในการพัฒนาเป็นโปรแกรมสำเร็จรูป หรือการทำแบบฟอร์มให้กรอกข้อมูลใน Microsoft Excel เพื่อให้ง่ายต่อการใช้งานมากยิ่งขึ้น

### กิตติกรรมประกาศ

การศึกษานี้ได้รับการสนับสนุนจากภาควิชาชีพ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และได้รับความอนุเคราะห์ข้อมูลจากงานธนาคารเลือด โรงพยาบาลมหาสารคาม เชียงใหม่ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

### เอกสารอ้างอิง

สภากาชาดไทย. (2564ก). *ทำไมต้องบริจาคโลหิต?*. <https://www.redcross.or.th/news/information/13117/>

สภากาชาดไทย. (2564ข). *วิกฤติเลือดหมดคลังทั่วประเทศ ทุกโรงพยาบาลขาดเลือดผ่าตัด วอนบริจาคโลหิต ช่วยชีวิตผู้ป่วย*. <https://www.redcross.or.th/news/information/15631/>

สภากาชาดไทย. (2564). *แผนปฏิบัติการดำเนินงานบริการโลหิตของประเทศไทย พ.ศ.2565-2570*. อุดมศึกษา.

Rajendran, S. & Ravindran, R. A. (2019). Inventory management of platelets along blood supply chain to minimize wastage and shortage. *Computers & Industrial Engineering*, 714–730. doi: 10.1016/j.cie.2019.03.010.

Shih, H. & Rajendran, S. (2020). Stochastic Inventory Model for Minimizing Blood Shortage and Outdating in a Blood Supply Chain under Supply and Demand Uncertainty. *Journal of Healthcare Engineering*. doi:10.1155/2020/8881751.

## แอปพลิเคชันแนะนำอุปกรณ์ช่างด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม The Development of Digital media recommends technician equipment with technology Augmented Reality

พิชยา สุขปลั่ง, ศุภกฤต พ่วงเกิด\* และ เทพนิมิต อิ่มทองคำ

Pichaya Sookplung, Suphakit Phuangoed\* and Thepnimit Imthongkham

สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม

Information Technology, Faculty of Science and Technology, Nakhon Pathom Rajabhat University

\*Corresponding author. E-mail: 604230035@webmail.npru.ac.th

### บทคัดย่อ

เทคโนโลยีความจริงเสริม (Augmented Reality) เป็นเทคโนโลยีใหม่ที่ผสมผสานโลกแห่งความจริง (Real World) กับโลกเสมือน (Virtual World) ซึ่งเป็นที่น่าสนใจปัจจุบันถูกนำมาใช้ในหลายด้าน เช่น การแพทย์ เกม การบันเทิง การใช้เป็นสื่อการเรียนการสอน การใช้เป็นสื่อให้ข้อมูลในสถานที่ท่องเที่ยว หรือ โบราณสถาน เป็นต้น โดยการใช้เทคโนโลยี AR มารวมกันซอฟต์แวร์และอุปกรณ์เชื่อมต่อ หลายด้าน เช่น การแสดงออกทางหน้าจอคอมพิวเตอร์ หรือ แสดงผ่านโทรศัพท์มือถือในปัจจุบันการให้คำแนะนำหรือให้ข้อมูลกับบางสิ่งบางอย่างมีความสำคัญมาก เพื่อให้ผู้ใช้งานหรือผู้ศึกษาจะได้เข้าใจได้มากขึ้น

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ พัฒนาแอปพลิเคชันแนะนำอุปกรณ์ช่างด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม ให้มีความสะดวกและรวดเร็ว ในการดูเครื่องมือ 7 ชิ้นมี ค้อน คีม น็อต ประแจแหวน ประแจแหวนคู่ เลื่อยและไขควง เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เข้าใจได้มากขึ้น ได้มากกว่าการดูรูปภาพและข้อความ สามารถดูโมเดลสามมิติ เพียงแค่ใช้โทรศัพท์ส่องตัวแผ่นภาพ ก็สามารถดูโมเดล และวิดีโอได้

ผลของการวิจัยเป็นไปตามวัตถุประสงค์ ได้แอปพลิเคชันแอปพลิเคชันแนะนำอุปกรณ์ช่างด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม ผู้ใช้สามารถดาวน์โหลดและติดตั้งใช้งานผ่านไฟล์ apk. ซึ่งแอปพลิเคชันนี้ถือได้ว่าเป็นเทคโนโลยีสารสนเทศที่ช่วยส่งเสริมการให้ความรู้ แนะนำอุปกรณ์ช่างด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม และยังเป็นการสร้างแรงจูงใจ เพิ่มช่องทางในการให้ข้อมูล และก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มด้านการสร้างแอปพลิเคชันสอดคล้องกับแนวคิดของจิตรนนท์ ศรีเจริญ และคณะ (2562) ที่มีการนำเทคโนโลยี AR มาประยุกต์ใช้ในการส่งเสริมการท่องเที่ยว 8 แห่งท่องเที่ยวที่ต้องไปในจังหวัดเพชรบูรณ์

คำสำคัญ : เทคโนโลยีความจริงเสริม; อุปกรณ์ช่าง; แอปพลิเคชัน

## Abstract

Augmented reality technology It is a new technology that combines the real and virtual worlds, and it is becoming increasingly popular in many fields such as medicine, gaming, entertainment, and as a teaching medium. Using it as a medium for information on tourist attractions or historic sites, for example, by combining AR technology with software and connected devices in a variety of ways For example, on a computer screen or on a mobile phone nowadays, giving advice or giving information is very important. for users or students to understand more. This research aims to develop an application to recommend technician equipment with augmented reality technology. to be convenient and fast. Take a look at the 7 tools: hammer, pliers, nuts, ring spanner, double ring spanner, saw, and screwdriver to get more understandable information. More than just viewing images and text, you can see 3D models. Just use the phone to look at the picture sheet. You can view models and videos. The results of the research were objective. Get an application to recommend technician equipment with technology. Augmented reality Users can download and install it using apk files. This application can be considered information technology that helps to promote knowledge. Introducing technician equipment with augmented reality technology is also motivating. increase channels for information and create added value in app creation. This is in line with the concept of Chitranun Sricharoen and colleagues (2019), which has applied AR technology to promote tourism in 8 must-visit attractions in Phetchabun Province.

**Keywords:** augmented reality technology, technician equipment, application

## บทนำ

เทคโนโลยีความจริงเสริม (Augmented Reality) เป็นเทคโนโลยีใหม่ที่ผสมผสานโลกแห่งความจริง (Real World) กับโลกเสมือน (Virtual World) ซึ่งเป็นที่น่าสนใจปัจจุบันถูกนำมาใช้ในหลายด้าน เช่น การแพทย์ เกม การบันเทิง การใช้เป็นสื่อการเรียนการสอน การใช้เป็นสื่อให้ข้อมูลในสถานที่ท่องเที่ยว หรือ โบราณสถาน เป็นต้น โดยการนำเทคโนโลยี AR มารวมกันซอฟต์แวร์และอุปกรณ์เชื่อมต่อ หลายด้าน เช่น การแสดงออกทางหน้าจคอมพิวเตอร์ หรือ แสดงผ่านโทรศัพท์มือถือในปัจจุบันการให้คำแนะนำหรือให้ข้อมูลกับบางสิ่งบางอย่างมีความสำคัญมาก เพื่อผู้ใช้งานหรือผู้ศึกษาจะได้เข้าใจได้มากขึ้น ตัวอย่างเช่น อุปกรณ์ช่างหรือเครื่องมือช่างจะมีหลายแบบ เช่น เจาะ ไขและขัน ตอก ตัด และตกแต่ง สำหรับตัด และ จับยึด ประเภทของช่างจะมีอยู่หลายประเภท เช่น งานไฟฟ้า งานประปา งานช่างสี งานปูน งานโลหะ งานไม้ เป็นต้นจากที่กล่าวข้างต้น จากข้อมูลที่ต้องไปศึกษา ทำได้โดยอ่านและดูได้ภาพของเครื่องมือช่างเท่านั้น อาจจะไม่เข้าใจได้ไม่มากนักและไม่มีความทันสมัยเท่าในยุคปัจจุบัน

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงเกิดความสนใจและได้ทำการศึกษาและค้นคว้าเกี่ยวกับปัญหาที่เกิดขึ้นจึงมีแนวคิดนำเอาเทคโนโลยีความจริงเสริมมาใช้ในการพัฒนาสร้างสื่อแนะนำและให้ข้อมูลอุปกรณ์ช่าง เพื่อให้ความสะดวกและรวดเร็ว และข้อมูลที่สามารถเข้าใจได้มากขึ้น ได้มากกว่าการดูรูปภาพและข้อความ และโมเดลสามมิติที่สามารถดูตัวอย่างของเครื่องมือได้ด้วย เพียงแค่ใช้โทรศัพท์ส่องตัวแผ่นภาพ ก็สามารถดูโมเดล และวิดีโอได้

จากปัญหาที่กล่าวมาข้างต้น ผู้จัดทำโครงการจึงนำเอาเทคโนโลยีความจริงเสริม (Augmented Reality) มาใช้ในการทำสื่อแนะนำข้อมูลอุปกรณ์ช่างเพื่อให้ผู้ที่สนใจทั่วไปหรือช่างที่ต้องการดูในรูปแบบ 3 มิติโดยการใช้โทรศัพท์มือถือสองที่มาร์คเกอร์หรือคิวอาร์โค้ด เพื่อดูข้อมูลเป็นโมเดล 3 มิติ แทนการอ่านหรือดูรูปและอ่านข้อมูล

ระบบงานอื่นที่เกี่ยวข้อง เกวลี ผาคัด และคณะ (2561) ได้พัฒนาสื่อการเรียนรู้อุปกรณ์ช่างด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่อง คำศัพท์ภาษาอังกฤษ สัตว์โลกน่ารู้ขึ้น ซึ่งนำเนื้อหาเกี่ยวกับความหมายของสัตว์แต่ละชนิด และคำศัพท์ภาษาอังกฤษของสัตว์ต่าง ๆ โดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงแสดงผล ประกอบกับเกร็ดความรู้ที่แตกต่างไปจากเดิม เพื่อสร้างประสบการณ์ในการเรียนรู้ให้มากขึ้น ผลที่ได้คือ ทำให้ผู้ใช้งานสามารถเห็นภาพที่เสมือนจริงได้ จึงทำให้ผู้ใช้งานสามารถเข้าใจการเรียนการสอนได้เพิ่มมากขึ้น ขั้นตอนการทำงานจะมีการกำหนดจุดโดยใช้มาร์คเกอร์ออกแบบ เพื่อให้อ่านค่าได้ง่าย รวดเร็ว และสื่อความหมายให้ผู้ใช้งานเข้าใจได้ง่ายด้วยภาพที่สร้างจากโมเดลสามมิติ

พจนศิริพันธ์ ลิ้มปิ่นพันธ์ (2562) ได้ทำการพัฒนาเทคโนโลยีเสมือนจริงท่องเที่ยวจังหวัดมหาสารคาม และศึกษาการยอมรับและความพึงพอใจของผู้ใช้แอปพลิเคชันเสมือนจริงจังหวัดมหาสารคาม โดยใช้เครื่องมือ Unity ในการพัฒนา พบว่าการนำเทคโนโลยีเสมือนจริงเข้ามาช่วยส่งเสริมการท่องเที่ยวแก่จังหวัดมหาสารคาม โดยมุ่งเน้นนำเสนอสถานที่ท่องเที่ยวที่เป็นจุดเด่นของจังหวัดมหาสารคามจะสามารถเป็นต้นแบบการกระตุ้นเศรษฐกิจการท่องเที่ยวและสร้างรายได้ให้แก่คนในท้องถิ่นได้อย่างยั่งยืน ผลที่ได้จากการสังเกตพฤติกรรมนักท่องเที่ยวขณะใช้แอปพลิเคชันเสมือนจริงแหล่งท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรม จะมีความตื่นตัว สนุกสนาน และให้ความสนใจกับแหล่งท่องเที่ยวทางวัฒนธรรมมากขึ้น

วงเดือน พลอยงาม และ ศุภพัศตร์ จารุเศรณี (2561) ได้นำเทคโนโลยี Augmented Reality หรือการผสมผสานรวมวิดีโอ 3 มิติ เสมือนจริง เข้ากับโลกแห่งความเป็นจริงมาประยุกต์ใช้เพื่อเป็นสื่อการโฆษณาประชาสัมพันธ์โดยใช้เครื่องมือ Unity ในการพัฒนา ซึ่งเป็นประโยชน์อย่างมาก สำหรับการแสดงรายละเอียดของห้องพักสำหรับนักท่องเที่ยวหรือผู้ที่สนใจ ผลที่ได้คือ ช่วยกระตุ้นความสนใจและดึงดูดลูกค้าได้เป็นอย่างดี และมีผู้ที่สนใจของที่พักสามารถตัดสินใจจองห้องพักตั้งแต่ครั้งแรกที่เข้ามา หลังจากทดลองส่องผ่านพับเสมือน 3 มิติและรับข้อมูลที่ต้องการซึ่งเป็นการตัดสินใจที่เร็วขึ้นจากครั้งก่อนหน้าที่ยังไม่มีการนำ สื่อโฆษณา ผ่านพับเสมือน 3 มิติมาใช้และยังช่วยส่งเสริมภาพลักษณ์ให้กับที่พักสร้างความน่าเชื่อถือได้ รวมถึงสามารถนำผลงานนี้ออกจัดแสดงนิทรรศการการท่องเที่ยว โดยไม่ต้องจัดเตรียมอุปกรณ์จำนวนมากและลดเวลาในการจัดเตรียม

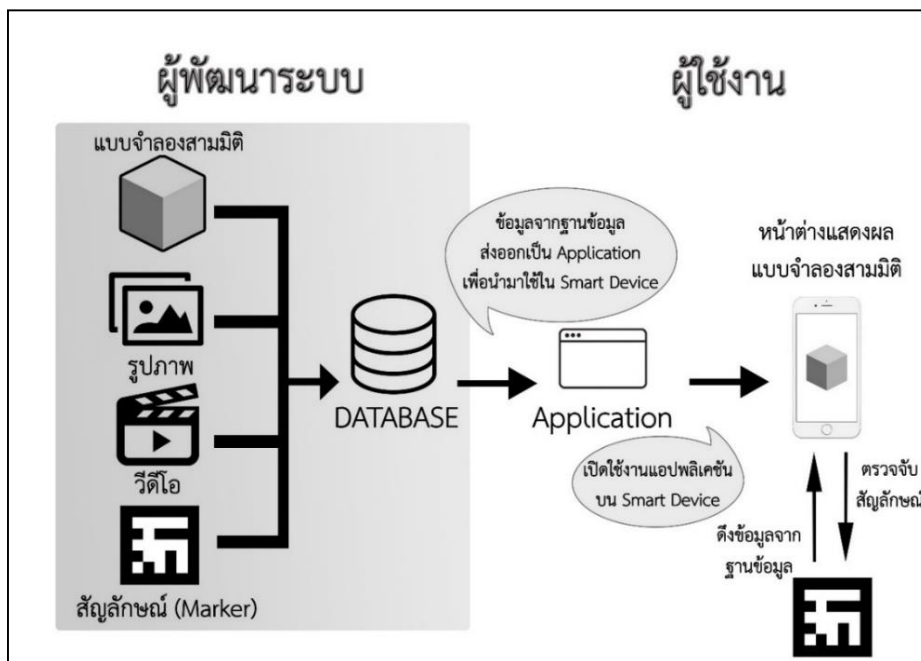
เอกรัฐ วะราโก และ อรวรรณ แท่งทอง (2562) พัฒนาสื่อการเรียนรู้อาวุโศภคินในระบบสุริยะด้วยเทคโนโลยี Augmented Reality (AR) โดยใช้เครื่องมือ HP Reveal และ Adobe Photoshop CS6 ที่สามารถสร้างความสนใจในการศึกษาเรียนรู้อาวุโศภคินในระบบสุริยะให้เพิ่มสูงขึ้น โดยส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ทักษะในการใช้งานสมาร์ทโฟน แท็บเล็ต โน้ตบุ๊ก และโปรแกรมประยุกต์ให้เกิดประโยชน์สูงสุดอีกทั้งยังสามารถนำผลการวิจัยที่ได้ไปใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนในด้านอื่น ๆ ให้เหมาะสม และสอดคล้องกับนักเรียน ผลที่ได้คือ สื่อการเรียนรู้อาวุโศภคินดึงดูดความสนใจของผู้เรียนที่มีความสนใจศึกษาดาวเคราะห์ในระบบสุริยะได้ดีผู้เรียนได้มีการปฏิสัมพันธ์กับสื่อ การเรียนการสอน และมีการแสดงเนื้อหาภาพ 3D และมีเสียงบรรยายที่ชัดเจน

### วิธีดำเนินการวิจัย

1. การศึกษาเบื้องต้นจากการศึกษาเบื้องต้น โดยศึกษาระบบการให้ข้อมูลหรือแนะนำแบบเดิมจะเป็นการทำเป็นหนังสือหรือคู่มือ ซึ่งจะมีการแสดงเพียงรูปภาพและข้อความที่ยาวและอาจทำให้ผู้ศึกษาอาจจะไม่ยอมอ่าน ผู้วิจัยทำจึงได้ศึกษาวิเคราะห์และค้นคว้าเกี่ยวกับปัญหาที่เกิดขึ้นเพื่อที่จะได้นำไปพัฒนาสร้างตัวสื่อให้ตอบสนองความต้องการของช่างหรือบุคคลทั่วไปที่อยากศึกษาข้อมูล เพื่อช่วยให้มีความสะดวกและข้อมูลที่เข้าใจง่ายมากขึ้น มีประสิทธิภาพมากขึ้น

2. ขั้นตอนการวิเคราะห์ระบบ เพื่อพัฒนาสื่อดิจิทัลแนะนำอุปกรณ์ช่างโดยการใช้เทคโนโลยีความจริงเสริม กำหนดความต้องการของระบบการพัฒนาสื่อดิจิทัลแนะนำอุปกรณ์ช่างด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม สองมิติ และ สามมิติ โดย 1) สามารถดูข้อมูลอุปกรณ์ช่าง หรือ เครื่องมือช่างในรูปแบบ AR ได้โดยการสแกนไปที่เล่มแผ่นภาพที่ถูกจัดทำขึ้น โดยมีจำนวนอุปกรณ์ที่จัดทำจำนวน 7 ชิ้น ได้แก่ คีม ค้อน น็อต ประแจรวม ประแจแหวน เลื่อย และไขควงปากแบน 2) สามารถแสดงข้อมูลในรูปแบบสองมิติ สามมิติ ได้โดยการสแกนไปที่เล่มแผ่นภาพที่ถูกจัดทำขึ้น 3) สามารถดูโมเดลอุปกรณ์ แผ่นภาพที่ถูกจัดทำขึ้น และ 4) สามารถดูวิดีโอของอุปกรณ์ได้ ได้โดยการสแกนไปที่แผ่นภาพที่ถูกจัดทำขึ้น

3. การออกแบบระบบ ออกแบบและพัฒนาสื่อดิจิทัลแนะนำอุปกรณ์ช่างแบบมีปฏิสัมพันธ์กับแบบจำลองสามมิติด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม มีการออกแบบและพัฒนาสื่อดังนี้

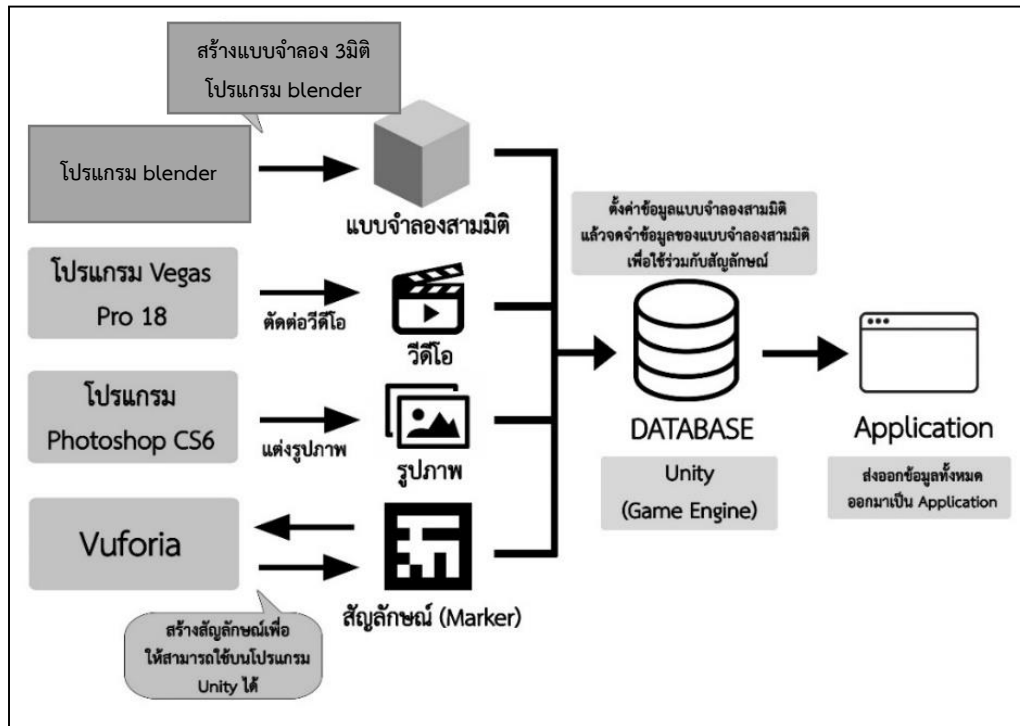


ภาพที่ 1 ภาพรวมของระบบ

จากภาพที่ 1 ในการทำงานของระบบจะพบว่าจะมีผู้ใช้อยู่ 2 ส่วน ได้แก่ ผู้พัฒนาระบบและผู้ใช้งาน โดยผู้พัฒนาระบบจะเป็นผู้สร้างและดำเนินการกับข้อมูลของแบบจำลองสามมิติ และภาพนิ่ง เพื่อทำงานเชื่อมต่อกับสัญลักษณ์และจดจำข้อมูลเพื่อแสดงผลด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม รวมถึงการพัฒนาแอปพลิเคชันบนสมาร์ตโฟน

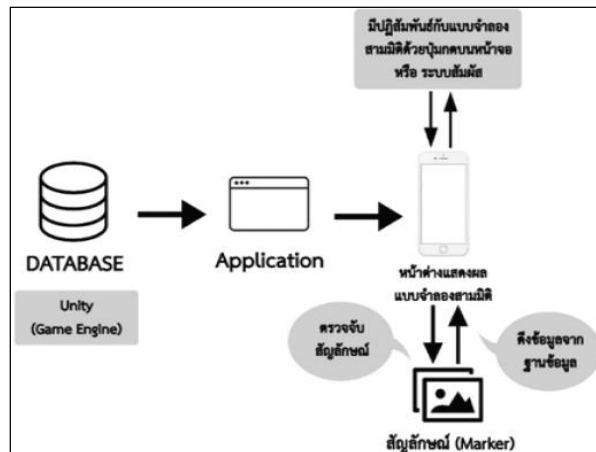


เพื่อเป็นส่วนติดต่อกับผู้ใช้ ส่วนผู้ใช้งานจะเป็นผู้ใช้งานแอปพลิเคชันที่ถูกพัฒนาขึ้น โดยสามารถเรียกดูข้อมูลต่าง ๆ ผ่านแอปพลิเคชันด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม การทำงานของระบบฐานข้อมูล เป็นการทำงานเชื่อมต่อระหว่าง แบ่งการเชื่อมต่อและการทำงานของระบบออกเป็น 3 ส่วนหลัก ๆ ตามภาพที่ 2



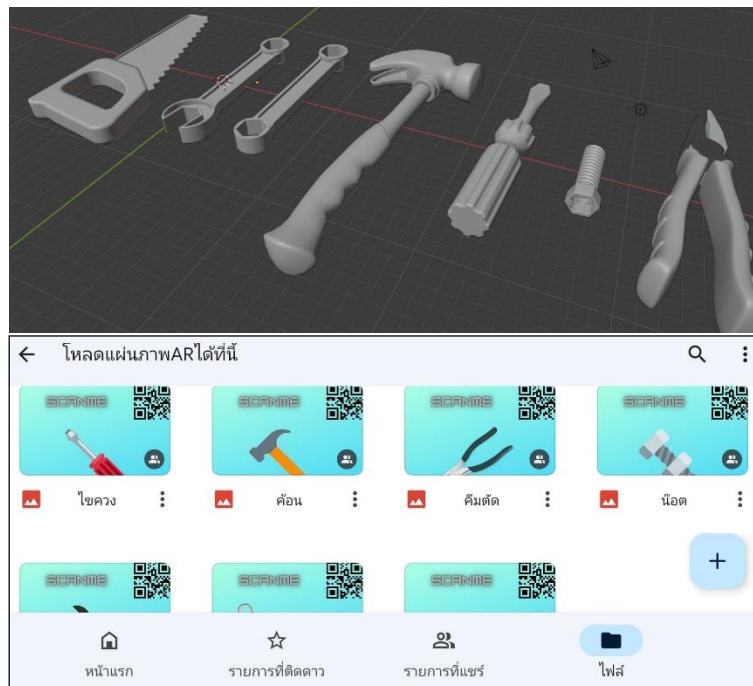
ภาพที่ 2 ภาพรวมการทำงานของระบบฐานข้อมูล

การนำแบบจำลองสามมิติที่ถูกสร้างขึ้นมาจากโปรแกรม Blender มาเพื่อใช้งานในระบบที่พัฒนาขึ้น การเตรียมสัญลักษณ์ โดยการนำภาพที่ต้องการใช้เป็นสัญลักษณ์อัปโหลดขึ้น บนเว็บไซต์ <https://developer.vuforia.com/> ที่เป็นเว็บไซต์สำหรับสร้างสัญลักษณ์หรือตัวมาร์คเกอร์ สำหรับการผสมผสานโลกจริงเข้ากับโลกเสมือน เพื่อเตรียมสัญลักษณ์ไปใช้ร่วมกับโปรแกรม Unity การเตรียมข้อมูลของแบบจำลองบนโปรแกรม Unity คือการนำแบบจำลอง สามมิติที่ได้จากโปรแกรม Blender และ สัญลักษณ์ที่เตรียมไว้ไปตั้งค่าบนโปรแกรม Unity เพื่อให้เกิดการจดจำข้อมูลและส่งออกข้อมูลทั้งหมดออกมาเป็นแอปพลิเคชัน บน Smart Device เมื่อติดตั้งแล้วจะสามารถดึงข้อมูลของการตรวจจับสัญลักษณ์และการแสดงผลแบบจำลองสามมิติออกมาได้ ภาพรวมการทำงานของผู้ใช้งานระบบที่พัฒนาขึ้นจะแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ 1) การติดตั้งแอปพลิเคชันบน Smart Device 2) การตรวจจับสัญลักษณ์ ผู้ใช้งานจะต้องมีสัญลักษณ์ที่ตรงกับฐานข้อมูลที่ได้ตั้งค่าไว้เพื่อให้ระบบสามารถตรวจจับและแสดงผลออกมาได้อย่างถูกต้อง 3) การควบคุมแบบจำลองสามมิติ และภาพนิ่ง หลังจากที่ใช้สแกนสัญลักษณ์ในแผ่นพับ ซึ่งตรงกับสัญลักษณ์ในฐานข้อมูลที่สร้างขึ้นได้แล้ว ก็จะสามารถแสดงผลของแบบจำลองสามมิติ และภาพนิ่งออกมาบนหน้าจอกของ Smart Device ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 การออกแบบภาพรวมการทำงานของผู้ใช้งาน

4. การพัฒนาเครื่องมือ ภาพรวมการทำงานของระบบที่พัฒนาขึ้น ดังภาพที่ 3 ซึ่งสามารถแสดงผลผ่าน Smart Device ได้ นั้น จะต้องอาศัยเครื่องมือที่ช่วยเชื่อมโยงการทำงานของระบบ โดยแบ่งงานออกได้เป็น 3 ส่วน คือ 1) การสร้างแผ่นภาพ ผู้พัฒนาได้ทำการสร้างแผ่นภาพโดยใช้โปรแกรม Adobe Photoshop CS6 ซึ่งประกอบไปด้วยข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวกับอุปกรณ์ช่างทั้งที่เป็นข้อความและรูปภาพ 2) การสร้างแบบจำลอง อันประกอบด้วย แบบจำลองสามมิติ โดยใช้โปรแกรม Blender ในการสร้างแบบจำลองสามมิติ อันประกอบด้วยโครงสร้างของอุปกรณ์ช่าง 3) การสร้างแผ่นภาพเพื่อดึงข้อมูล สามารถทำผ่านเว็บไซต์สำหรับสร้างสัญลักษณ์ (<https://developer.vuforia.com/>) โดยนำภาพสัญลักษณ์อัปโหลดขึ้นฐานข้อมูลเพื่อให้ได้รหัสข้อมูลภาพ แล้วนำรหัสข้อมูลภาพที่ได้มาไปใช้ในการจดจำข้อมูลร่วมกับแบบจำลองสามมิติ ภายในฐานข้อมูลของโปรแกรม Unity เพื่อสร้างระบบผสมผสานโลกจริงเข้ากับโลกเสมือน ดังภาพ



ภาพที่ 4 หน้าจอแสดงที่โหลดไฟล์แผ่นภาพจาก Google Drive

## ผลการทดลอง

แอปพลิเคชันแนะนำอุปกรณ์ช่างด้วยเทคโนโลยี ความจริงเสริม มีดังต่อไปนี้

1. ภาพแสดงหน้าจอแอปพลิเคชันเมื่อเริ่มต้นใช้งาน โดยจะประกอบไปด้วยหน้าเมนูหลักของตัวแอปพลิเคชัน



ภาพที่ 5 ภาพหน้าจอหลักแอปพลิเคชัน

2. การออกแบบในส่วนของผู้ใช้งานสามารถดูรูปของอุปกรณ์ช่างได้ในรูปแบบแผ่นภาพจากแผ่นภาพ



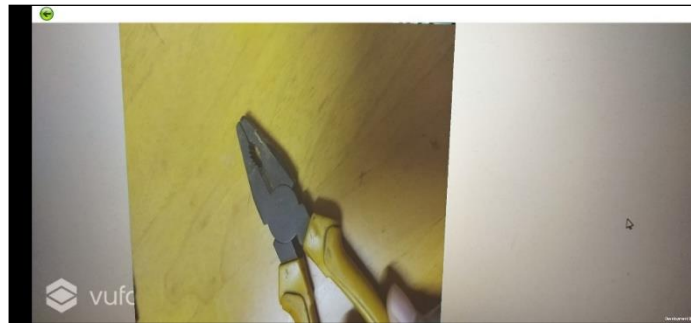
ภาพที่ 6 แผ่นภาพแนะนำอุปกรณ์ช่าง

3. ภาพแสดงหน้าจอเมื่อผู้ใช้งานสแกนเจอสัญลักษณ์ จากนั้นจะทำการแสดงข้อมูลของอุปกรณ์ในรูปแบบเทคโนโลยีความจริงเสริม ซึ่งประกอบไปด้วย แบบจำลองสามมิติ



ภาพที่ 7 ภาพหน้าจอเมื่อสแกนเจอสัญลักษณ์

4. ภาพแสดงหน้าจอเมื่อผู้ใช้งานกดปุ่ม VIDEO จะแสดงวิดีโอในรูปแบบเทคโนโลยีความจริงเสริมขึ้นมา



ภาพที่ 8 หน้าจอแสดงวิดีโอในรูปแบบเทคโนโลยีความจริงเสริม

5. ผลทดสอบระบบ ผลการทดสอบการพัฒนาแอปพลิเคชันแนะนำอุปกรณ์ช่างด้วยเทคโนโลยี ความจริงเสริม ประกอบไปด้วยผลการทดสอบความสามารถของระบบงาน ผลการประเมินประสิทธิภาพโดยผู้ใช้งาน และความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อสื่อที่พัฒนาขึ้น โดยผลการทดสอบความสามารถของระบบงาน สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การทดสอบระบบรวมของแอปพลิเคชันแนะนำอุปกรณ์ช่างด้วยเทคโนโลยี ความจริงเสริม

ลำดับ	รายการทดสอบระบบ	ได้	ไม่ได้
1.	แสดงรูปแนะนำอุปกรณ์ช่างจากแผ่นภาพ	✓	
2.	เมื่อสแกนเจอสัญลักษณ์จะแสดงข้อมูลของอุปกรณ์ช่างด้วยเทคโนโลยี ความจริงเสริม	✓	
3.	เมื่อสแกนเจอสัญลักษณ์จะแสดงตัวแบบจำลองสามมิติ	✓	
4.	เมื่อเลือกแสดงวิดีโอ สามารถแสดงตามที่ต้องการได้ถูกต้อง	✓	

6. ผลจากการศึกษาและพัฒนาแอปพลิเคชันแอปพลิเคชันแนะนำอุปกรณ์ช่างด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม ถูกพัฒนาขึ้นตามทีออกแบบไว้ด้วยโปรแกรม Unity และใช้ฐานข้อมูล Vuforia ในการพัฒนาระบบ ใช้ kine master ในการตัดต่อวิดีโอและเสียงที่ใช้ในที่ใช้งานและใช้ Adobe Photoshop CS6 ในการออกแบบหน้าแผ่นภาพ ใช้โปรแกรม Blender ในการสร้างแบบจำลองสามมิติที่ใช้ในงาน โดยการพัฒนาแอปพลิเคชัน มีวัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาแอปพลิเคชันแอปพลิเคชันแนะนำอุปกรณ์ช่างด้วยเทคโนโลยี ความจริงเสริม อันเนื่องมาจากรูปแบบของแอปพลิเคชันเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมมีการนำเสนอที่น่าสนใจ โดยนำเสนอในรูปแบบมัลติมีเดียที่รวมเอาทั้งภาพ เสียง ภาพเคลื่อนไหว มาใช้ในการนำเสนอ จึงช่วยทำให้ผู้ใช้ได้รับความสะดวกในการรับรู้ข้อมูลต่าง ๆ ซึ่งจะเป็นการส่งเสริมให้ผู้ใช้สนใจในอุปกรณ์ช่าง มากยิ่งขึ้น

### ผลการวิจัยและอภิปรายผล

การวิจัยในครั้งนี้ พบว่า ผลของการวิจัยเป็นไปตามวัตถุประสงค์ ได้แอปพลิเคชันแอปพลิเคชันแนะนำอุปกรณ์ช่างด้วยเทคโนโลยี ความจริงเสริม ผู้ใช้สามารถดาวน์โหลดและติดตั้งใช้งานผ่านไฟล์ apk. ซึ่งแอปพลิเคชันนี้ถือได้ว่าเป็นนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีสารสนเทศที่ช่วยสนับสนุนการสนใจในเทคโนโลยีมากขึ้น และส่งเสริมการแนะนำอุปกรณ์ช่างด้วยเทคโนโลยี ความจริงเสริม และยังเป็นการสร้างแรงจูงใจ เพิ่มช่องทางในการให้ข้อมูล และก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มด้านการสร้างแอป สอดคล้องกับแนวคิดของ จิตรนันท์ ศรีเจริญ และคณะ (2562) ที่มีการนำเทคโนโลยี AR มาประยุกต์ใช้ในการส่งเสริมการท่องเที่ยว 8 แหล่งท่องเที่ยวที่ต้องไปในจังหวัดเพชรบูรณ์ ซึ่งเป็นการนำเทคโนโลยี

ความเป็นจริงเสริมเข้ามาทำให้การประชาสัมพันธ์สถานที่ท่องเที่ยวมี ความน่าสนใจมากกว่างานประชาสัมพันธ์ในรูปแบบเดิม

### กิตติกรรมประกาศ

โครงการฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความช่วยเหลือของอาจารย์พิชชา สุขปลั่ง อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการงาน ซึ่งท่านได้ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่าง ๆ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการทำโครงการ อีกทั้งยังช่วยแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างการดำเนินงานอีกด้วย ผู้จัดทำจึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงขอขอบคุณ คุณอภิวัฒน์ วงศ์กัณหา สำหรับข้อแนะนำ กำลังใจ และความช่วยเหลือในทุก ๆ ด้านในการทำโครงการ นอกจากนี้ขอขอบคุณเพื่อน ๆ ที่ช่วยให้คำแนะนำ และให้ความช่วยเหลือในการทำโครงการเรื่องนี้ขอขอบคุณ ผู้ที่เข้าร่วมทดสอบการใช้งานแอปพลิเคชัน ARTool และให้ข้อเสนอแนะขอขอบพระคุณอาจารย์สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม สำหรับคำแนะนำ สละเวลาชี้แนะแนวทางในการพัฒนาระบบ

### เอกสารอ้างอิง

- เกวลี ผาใต้, พิเชษฐ จันทรปุ้ม และ อภิวัฒน์ วัฒนสุระ. (2561, มกราคม-มิถุนายน). สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่องคำศัพท์ภาษาอังกฤษ สัตว์โลกน่ารู้. *วารสารโครงการวิทยการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ*, 4(1), 23-28.
- จิตรนันท์ ศรีเจริญ, จิตรนันท์ ศรีเจริญ, ดวงจันทร์ สีหาราช และ อนุพงษ์ สุขประเสริฐ. (2562, มกราคม – มิถุนายน). แอปพลิเคชันส่งเสริมการท่องเที่ยว 8 แหล่งท่องเที่ยวที่ต้องไปในจังหวัดเพชรบูรณ์ ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง. *วารสารโครงการวิทยการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ*, 5(1), 84-94.
- นิภาพรรณ งามขำ. *Blender คืออะไร*. <https://sites.google.com/site/kruneungonline/sara-thi-1-thakhwam-rucak-google-sketchup>
- พจนศิริพันธ์ ลิ้มปิ่นนันทน์. (2562, มกราคม-มิถุนายน). การส่งเสริมแหล่งท่องเที่ยวจังหวัดมหาสารคามโดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง. *วารสารวิชาการ การจัดการเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม*, 6(1), 8-16.
- วงเดือน พลอยงาม และ ศุภพัทธ์ จารุเศรณี. (2561, กรกฎาคม-ธันวาคม). สื่อโฆษณาแผ่นพับเสมือน 3 มิติ ผ่านทางสมาร์ตโฟน สำหรับจัดแสดงในนิทรรศการท่องเที่ยว. *วารสารวิทยการและเทคโนโลยีสารสนเทศ*, 8(2), 37-45.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2563, มีนาคม 15). *AR (Augmented Reality) เทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกแห่งความจริง*. <https://www.scimath.org/article-technology/item/7755-ar-augmented-reality>
- เอกรัฐ วรรณา และ อรวรรณ แห่งทอง. (2562, กรกฎาคม – ธันวาคม). สื่อการเรียนรู้ดาวเคราะห์ในระบบสุริยะด้วยเทคโนโลยี Augmented Reality (AR) กรณีศึกษานักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. *วารสารโครงการวิทยการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ*, 5(2), 77-83.



## การพัฒนาชุดการทดลองเคมีแบบย่อส่วน สำหรับการวิเคราะห์หาปริมาณคลอไรด์ในน้ำ

Development of a small-scale chemistry experiment test kit for  
the determination of chloride in water.

เกษสุดา ทิพย์สุทธิ\*, รุ่งนภา มาพะเซ็นต์ และ อารีญา ศรีสุวรรณ  
Ketsuda Thippayasut\*, Rungnapa Makasen and Areeya Srisuwan

<sup>1</sup>สาขาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, <sup>2</sup>สาขาเคมี คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏ  
มหาสารคาม

<sup>1</sup>Department of Chemistry, Faculty of Science and Technology, Maha Sarakham Rajabhat University, <sup>2</sup>Department of  
Chemistry, Faculty of Education, Maha Sarakham Rajabhat University

\*Corresponding author E-mail: Kersudapink2020@gmail.com

### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการพัฒนาชุดการทดลองเคมีแบบย่อส่วน สำหรับการวิเคราะห์หาปริมาณคลอไรด์ในตัวอย่างน้ำ โดยชุดการทดลองนี้สามารถประดิษฐ์ขึ้นมาได้ง่าย และราคาประหยัด จากขวดหยดขนาด 10 มิลลิลิตร โดยศึกษาสภาวะที่เหมาะสมของการเกิดปฏิกิริยาช่วงความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมคลอไรด์เท่ากับ 0.4-10 มิลลิโมลต่อลิตร ผสมกับอินดิเคเตอร์โพแทสเซียมโครเมต จากนั้นนำไปไทเทรตกับสารละลายมาตรฐานซิลเวอร์ไนเตรท ช่วงความเข้มข้น 0.4-10 มิลลิโมลต่อลิตร พบว่า ความเข้มข้นที่เหมาะสมของสารละลายโซเดียมคลอไรด์เท่ากับ 10 มิลลิโมลต่อลิตร และความเข้มข้นที่เหมาะสมของสารละลายซิลเวอร์ไนเตรทเท่ากับ 5 มิลลิโมลต่อลิตร มีร้อยละของความผิดพลาด (%error) เท่ากับ 7.62 จากนั้นนำชุดทดสอบเคมีย่อส่วนที่พัฒนาขึ้นนี้ไปใช้ในตัวอย่างน้ำเปรียบเทียบกับวิธีมาตรฐาน มีร้อยละของความผิดพลาด (%error) อยู่ในช่วง 0-25 อยู่ในระดับสามารถยอมรับได้ ชุดอุปกรณ์นี้มีต้นทุนต่ำกว่าชุดไทเทรตมาตรฐาน ราคาประมาณ 217 บาทต่อชุด อุปกรณ์ที่ได้นำมาพัฒนาขึ้นครั้งนี้เหมาะสำหรับบริบททางการศึกษาที่ไม่สามารถเข้าถึงเครื่องมือที่ทันสมัยในหลายโรงเรียนที่อยู่ในเขตชนบทของประเทศไทย สามารถนำมาประโยชน์เป็นสื่อการสอนสำหรับครูสามารถช่วยดึงดูดความสนใจเพิ่มประสบการณ์ที่สนุกสนานให้กับนักเรียนแทนการใช้ห้องปฏิบัติการขนาดใหญ่ที่ต้องลงทุนสูง นอกจากนี้ครูวิทยาศาสตร์อาจประยุกต์ใช้ชุดไทเทรตที่พัฒนานี้สำหรับห้องเรียนของตนเองในรายวิชาเคมีและสาขาเกี่ยวข้องได้

**คำสำคัญ:** การทดลองแบบย่อส่วน, การไทเทรต, การวิเคราะห์หาปริมาณคลอไรด์

### Abstract

This research was aimed to develop an efficient test kit for the determination of chloride in water. The test kit were simple, low cost and contained 10 mL dropper bottle. Study the optimum reaction conditions. The concentration range of sodium chloride solution is 0.4-10 mmol/L mixed with potassium chromate as indicator. Titrated with silver nitrate standard solution. Concentration range 0.4-10 mmol/L. It was found that the optimum concentration of sodium chloride solution was 10 mmol/L. The optimum concentration of silver nitrate solution was 5 mmol/L. The results obtained from the developed small scale test set were slightly different from the standard titration set. There is a percentage error (%error) of 7.62. The design has been found to be precise and accurate compared to the standard titration set range from 0-25. The device cost is about 217 bath per set. It is suitable for educational context for which there is limited access to sophisticated instruments at many schools in urban areas of Thailand. This titration set here is not only useful as teaching tool for teachers, but also enable an enjoyable experience for the students in the laboratory. Furthermore, science teachers may apply the developed titration set for their classes in chemistry and related fields.

**Keywords:** Small scale laboratory, Titration, Determination of Chloride Contents

### บทนำ

วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ ซึ่งเป็นสังคมแห่งความรู้ (Knowledge based society) มีบทบาทสำคัญในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต และมีความสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาประเทศทั้งทางด้านเศรษฐกิจ สังคมและอุตสาหกรรม ในปัจจุบันความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นไปอย่างกว้างขวางและรวดเร็ว อีกทั้งยังเป็นเครื่องมือที่ช่วยยกระดับมาตรฐานความเป็นอยู่ของประชาชนให้สูงขึ้น วิทยาศาสตร์ยังช่วยเพิ่มขีดความสามารถในการพัฒนาเศรษฐกิจ สามารถแข่งขันกับนานาประเทศและดำเนินชีวิตอยู่ร่วมกันในสังคมโลกได้อย่างมีความสุข การที่จะสร้างความเข้มแข็งทางด้านวิทยาศาสตร์นั้น องค์ประกอบที่สำคัญประการหนึ่งคือการจัดการศึกษาเพื่อเตรียมคนให้อยู่ในสังคมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นทั้งผู้ผลิตและผู้บริโภคที่มีประสิทธิภาพ การเรียนการสอนของไทยในสถาบันการศึกษาทุกระดับตั้งแต่ระดับอนุบาลจนถึงมหาวิทยาลัยส่วนใหญ่เน้นการถ่ายทอดเนื้อหาในห้องเรียนและท่องจำจากตำราเป็นใหญ่ ทำให้ผู้เรียนขาดประสบการณ์และการศึกษาจากความ เป็นจริงที่อยู่รอบ ๆ ตัว ขาดการคิดวิจารณ์ญาณ ขาดการนำเอาประสบการณ์และข้อมูลมาสังเคราะห์ให้เป็นปัญญาที่สูงขึ้น การเรียนโดยวิธีนี้จริยธรรมจึงไม่เกิด เพราะจริยธรรมเกิดจากความเข้าใจโลกและเข้าใจตัวเองอย่างลึกซึ้ง การศึกษาที่ดีควรสร้างคนให้ฉลาด เป็นคนดีและมีความสุข กระบวนการเรียนรู้ควรเน้นที่ช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิธี เรียน และสามารถเรียนรู้อย่างต่อเนื่องมาเป็นยุคศาสตร์ การจัดการศึกษาในอนาคตการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ รวมทั้งวิชาเคมี การปฏิบัติทดลองเป็นหัวใจสำคัญในการเรียนการสอนวิชาเคมี ช่วยให้ผู้เรียนได้มีประสบการณ์ตรงในการสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง



จากการสังเกตการทำปฏิบัติการของนักศึกษาสาขาวิชาเคมีมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ในการทดลอง เรื่อง การวิเคราะห์หาปริมาณคลอไรด์ในน้ำนั้น พบว่ามีการใช้อุปกรณ์ขนาดใหญ่ เคลื่อนย้ายไปมาได้ยาก ในการไทเทรตมีการใช้สารเคมีในปริมาณมากและสารบางตัวมีราคาแพง เช่น ซิลเวอร์ไนเตรท ( $\text{AgNO}_3$ ) ปริมาณ 100 กรัม ราคาสูงถึง 4,000 บาท นอกจากนี้สารเคมีบางตัวถูกปล่อยลงสู่สิ่งแวดล้อม ทำให้เกิดการปนเปื้อนและส่งผลกระทบต่อห่วงโซ่อาหารและการเปลี่ยนแปลงในระบบนิเวศน์ และเสียค่าใช้จ่ายสูงในการกำจัดของเสียเหลือใช้

จากการศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องยังพบว่าประเทศไทยมีการจัดตั้งห้องเรียนเคมีดาว เป็นความร่วมมือระหว่างกลุ่มบริษัท ดาว ประเทศไทย ที่มีความมุ่งมั่นที่จะส่งเสริมทักษะความรู้ด้านการเรียนวิทยาศาสตร์แก่เยาวชนกับสมาคมเคมีแห่งประเทศไทย โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อส่งเสริมการเรียนการสอนวิชาเคมีด้วยเทคนิคการปฏิบัติการทดลองเคมีแบบย่อส่วน (Small-Scale Chemistry Laboratory) ที่ปลอดภัย ใช้ปริมาณสารเคมีน้อย ใช้เวลาในการทดลองสั้นลง ลดภาระการจัดของ เสียจากการทดลอง อีกทั้งผู้เรียนทุกคนสามารถทำการทดลองได้จริง เทคนิคนี้ที่ได้รับการยอมรับจากยูเนสโก และได้รับความนิยมอย่างกว้างขวางในระดับนานาชาติ อาทิ อังกฤษ เยอรมนี ออสเตรเลีย เม็กซิโก ฟิลิปปินส์ ญี่ปุ่น จีน ทัมพูชา ซึ่งสามารถช่วยเพิ่มศักยภาพการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ และเคมีได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คลอไรด์เป็นแร่ธาตุที่ถูกควบคุมในเครื่องดื่มตามประกาศของกระทรวงสาธารณสุข เนื่องจากหากได้รับในปริมาณมากเกินไปอาจเป็นสาเหตุให้เกิดความดันโลหิตสูง หรือทำให้ร่างกายเกิดการสูญเสียน้ำระหว่างเซลล์มากขึ้น วิธีวิเคราะห์ คลอไรด์สามารถทำได้หลายวิธี โดยวิธีที่มีการใช้อย่างกว้างขวาง คือ วิธีโมธอร์ เป็นการไทเทรตสารละลายตัวอย่างด้วยสารละลายมาตรฐานซิลเวอร์ไนเตรท ( $\text{AgNO}_3$ ) เพื่อให้เกิดการตกตะกอนกับคลอไรด์ไอออน ( $\text{Cl}^-$ ) จากที่กล่าวมาผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาพัฒนาชุดการทดลองแบบย่อส่วนในการวิเคราะห์หาปริมาณคลอไรด์ในน้ำ เพื่อให้สามารถลดปริมาณการใช้สารเคมีลง และช่วยให้สามารถเคลื่อนย้ายอุปกรณ์ได้สะดวก

### วิธีดำเนินการวิจัย

1. การเตรียมสารเคมี สำหรับการวิเคราะห์หาปริมาณคลอไรด์ในน้ำแบบมาตรฐาน เตรียมสารละลาย  $\text{AgNO}_3$  10 mM โดยชั่ง  $\text{AgNO}_3$  1.7 g ละลายด้วยน้ำปราศจากไอออนปรับปริมาตรสารละลายให้ได้ 1000 mL จากนั้นเตรียมสารละลาย  $\text{NaCl}$  10 mM โดยนำ  $\text{NaCl}$  ไปอบที่อุณหภูมิ 120 องศา เวลา 2 ชั่วโมง ชั่งสาร  $\text{NaCl}$  ปริมาณ 0.585 g นำมาละลายด้วยน้ำปราศจากไอออนปรับปริมาตรสารละลายให้ได้ 1000 mL และเตรียมอินดิเคเตอร์ ( $\text{K}_2\text{CrO}_4$ ) โดยชั่งโพแทสเซียมโครเมต 5 g ละลายด้วยน้ำ ปราศจากไอออน จากนั้นเติม  $\text{AgNO}_3$  เล็กน้อย ละลายให้เข้ากัน จากนั้นตั้งทิ้งไว้ 12 ชั่วโมง นำมากรองเอาตะกอน  $\text{AgNO}_3$  ออก ปรับปริมาตรให้ได้ 100 mL ด้วยน้ำปราศจากไอออน ส่วนการเตรียมสารเคมีสำหรับการวิเคราะห์หาปริมาณคลอไรด์ในน้ำแบบย่อส่วน เตรียมสารละลายมาตรฐาน  $\text{AgNO}_3$  ความเข้มข้น 0.4, 0.5, 1, 2, 5 และ 10 mM เจือจางให้ได้ความเข้มข้นดังต่อไปนี้ สารละลายมาตรฐาน  $\text{AgNO}_3$  0.4, 0.5, 1, 2, 5 และ 10 mM บีบเปิด  $\text{AgNO}_3$  จาก Stock (สารละลายมาตรฐาน  $\text{AgNO}_3$  10 mM) ปริมาตร 1, 1.25, 2.5, 5, 12.5 และ 25 mL ตามลำดับ ลงในขวดปรับปริมาตร ปรับปริมาตรสารละลายให้ได้ 25 mL ด้วยน้ำปราศจากไอออน และเตรียมสารละลายมาตรฐาน  $\text{NaCl}$  0.4, 0.5, 1, 2, 5 และ 10 mM โดยบีบเปิด  $\text{NaCl}$  จาก Stock (สารละลายมาตรฐาน  $\text{NaCl}$  10 mM) ปริมาตร 1, 1.25, 2.5, 5, 12.5 และ 25 mL ตามลำดับ นำ  $\text{K}_2\text{CrO}_4$  (อินดิเคเตอร์) ผสมลง

ในสารละลายมาตรฐาน NaCl ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ จำนวน 5 หยอด ปรับปริมาตรสารละลายให้ได้ 25 mL ด้วยน้ำปราศจากไอออน

## 2. วิธีการทดลอง

2.1 การวิเคราะห์หาปริมาณคลอไรด์ในน้ำแบบมาตรฐาน โดยปิเปตสารละลายมาตรฐาน NaCl ความเข้มข้น 10 mM ปริมาตร 5 mL ลงในขวดรูป ชมพู เติม  $K_2CrO_4$  2 หยด เขย่าให้เข้ากัน จากนั้นนำไปไทเทรตด้วยสารละลายมาตรฐาน  $AgNO_3$  10 mM จนกว่าจะเกิดตะกอนสีแดง จุดปริมาตรที่ใช้ในการทดลองสารละลายมาตรฐาน  $AgNO_3$  10 mM (จำนวน 3 ซ้ำ) ทำการทดลอง ทุกวันเป็นเวลา 18 วัน เพื่อทดสอบความเสถียรของสารละลายมาตรฐาน  $AgNO_3$

2.2 การวิเคราะห์หาปริมาณคลอไรด์ในน้ำแบบยอส์น โดยหยดสารละลายมาตรฐาน NaCl 10 mM ลงในถาดหลุม 96 well plate จำนวน 2 หยด จากนั้นหยดสารละลายมาตรฐาน  $AgNO_3$  ที่ความเข้มข้น 0.4, 0.5, 1, 2, 5 และ 10 mM ลงไป จนกว่าจะเกิดตะกอนสีแดง (จุดยุติ) ทำการทดลองซ้ำอย่างน้อย 3 ครั้ง เปลี่ยนความเข้มข้นของสารละลาย NaCl เป็น 0.4, 0.5, 1, 2, 5 และ 10 mM แล้วทำการทดลองเหมือนเดิม เลือกความเข้มข้นที่เหมาะสม

2.3 ทำซ้ำทดสอบค่าความใช้ได้ของวิธีการด้วยค่า Repeatability คือ ทำซ้ำจำนวนสิบครั้ง, ค่า Reproducibility โดยการเตรียมสารละลายใหม่ จำนวน 3 ครั้ง ทดสอบค่าที่ได้ และนำผลการทดลองที่ได้ไปประยุกต์ใช้กับตัวอย่างน้ำ จำนวน 10 แห่ง ได้แก่ น้ำประปาบริเวณหอพักพิณกุล น้ำจากตู้กดน้ำบริเวณหน้าป้ายมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม น้ำจากตู้กดน้ำบริเวณหอใน มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม น้ำประปาบริเวณหอใน มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม น้ำประปาบริเวณตึก 10 อาคารวิทยาศาสตร์ น้ำดื่มตราคริสตัล น้ำดื่มตราสิงห์ น้ำกลั่น น้ำจากห้วยคะคาง และน้ำจากสระน้ำบริเวณหลังตึก 15

## 3. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ในการทดลองได้มีการทดลองทั้งหมด 3 ซ้ำ

$$\text{ร้อยละของความคลาดเคลื่อน}(\%Error) = \frac{(\text{ค่าจริงที่ได้จากการคำนวณ} - \text{ค่าที่ได้จากการทดลอง}) \times 100}{\text{ค่าจริงที่ได้จากการคำนวณ}}$$

## ผลการวิจัยและอภิปรายผล

จากการทดลองทดลองศึกษาความเสถียรของรีเอเจนท์ที่ใช้ในปฏิบัติการวิเคราะห์หาปริมาณคลอไรด์ ได้ทำการนำสารละลายมาตรฐาน NaCl ความเข้มข้น 0.01 M ปริมาตร 5 mL มาทำการไทเทรตกับสารละลายมาตรฐาน  $AgNO_3$  ความเข้มข้น 0.1 M เมื่อนำมาคำนวณร้อยละของความผิดพลาดของความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน  $AgNO_3$  ทำซ้ำโดยใช้สารละลายมาตรฐานเดิมต่อเนื่องกัน 18 วัน เพื่อทดสอบความเสถียรของรีเอเจนท์ พบว่าสารเคมีที่ใช้ในการทดลองมีความเสถียร และผลของการทำปฏิบัติการระหว่างสารละลายมาตรฐาน NaCl และสารละลายมาตรฐาน  $AgNO_3$  ณ จุดยุติ มีค่าเฉลี่ย 5.11 mL ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ศึกษาความเสถียรของรีเอเจนท์ที่ใช้ในปฏิบัติการวิเคราะห์หาปริมาณคลอไรด์

ครั้งที่	ปริมาตรของสารละลาย AgNO <sub>3</sub> (mL)			เฉลี่ย	S.D.	%Error
	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3			
1	5.2	5.2	5.2	5.20	0	4%
2	5.2	5.3	5.3	5.26	0.06	5.4%
3	5.2	5.2	5.2	5.20	0	4%
4	5.0	5.0	5.0	5.00	0	0%
5	5.0	5.0	5.0	5.00	0	0%
6	5.2	5.0	5.2	5.13	0.12	2.6%
7	5.0	5.1	5.1	5.07	0.06	1.4%
8	5.0	5.1	5.1	5.07	0.06	1.4%
9	5.0	5.1	5.0	5.03	0.06	0.6%
10	5.0	5.0	5.1	5.03	0.06	0.6%
11	5.1	5.1	5.1	5.10	0	2%
12	5.0	5.0	5.1	5.03	0.06	0.6%
13	5.2	5.2	5.2	5.20	0	4%
14	5.1	5.1	5.2	5.13	0.06	2.6%
15	5.1	5.2	5.2	5.17	0.06	3.4%
16	5.1	5.1	5.0	5.07	0.06	1.4%
17	5.2	5.2	5.2	5.20	0	4%
18	5.1	5.2	5.2	5.17	0.06	3.4%
	เฉลี่ย			5.11	-	-
	คำนวณความเข้มข้นที่แน่นอนของ AgNO <sub>3</sub>			9.8 mM	-	-

การทดสอบเพื่อหาความเข้มข้นของสารเคมีที่เหมาะสมกับการวิเคราะห์หาปริมาณคลอไรด์ในน้ำแบบยอส่วน โดยนำสารละลาย NaCl 10 mM และสารละลาย AgNO<sub>3</sub> 10 mM ทำการเจือจางสารละลายดังกล่าว 25, 20, 10, 5, 2 และ 1 เท่า โดยมีความเข้มข้น 0.4, 0.5, 1, 2, 5 และ 10 mM ตามลำดับ พบว่าร้อยละของความผิดพลาดเกิดน้อยที่สุดเท่ากับ 7.62 เมื่อใช้สารละลาย NaCl ความเข้มข้น 10 mM และสารละลาย AgNO<sub>3</sub> ความเข้มข้น 5 mM หากทำการเปรียบเทียบกับสภาวะความเข้มข้นอื่น ๆ จึงสามารถสรุปได้ว่า ความเข้มข้นของสารละลาย AgNO<sub>3</sub> ที่เหมาะสมในการใช้ในชุดทดลองเคมีแบบยอส่วนเท่ากับ 5 mM โดยร้อยละค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ในช่วง 7.62 – 83.45 ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การทดสอบเพื่อหาความเข้มข้นของสารเคมีที่เหมาะสมกับการวิเคราะห์หาปริมาณคลอไรด์ในน้ำแบบ  
ย่อยส่วน

สารละลาย	%Error ของสารละลาย AgNO <sub>3</sub>					
	10 mM	5 mM	2 mM	1 mM	0.5 mM	0.4 mM
NaCl						
10 mM	14.16	7.62	ไม่เกิด	ไม่เกิด	ไม่เกิด	ไม่เกิด
5 mM	24.81	25.09	16.67	ไม่เกิด	ไม่เกิด	ไม่เกิด
2 mM	เกินจุดยุติ	20.00	25.09	60.00	ไม่เกิด	ไม่เกิด
1 mM	เกินจุดยุติ	60.00	40.12	53.81	ไม่เกิด	ไม่เกิด
0.5 mM	เกินจุดยุติ	80.00	70.06	75.00	80.00	ไม่เกิด
0.4 mM	เกินจุดยุติ	เกินจุดยุติ	60.00	65.67	83.45	80.00

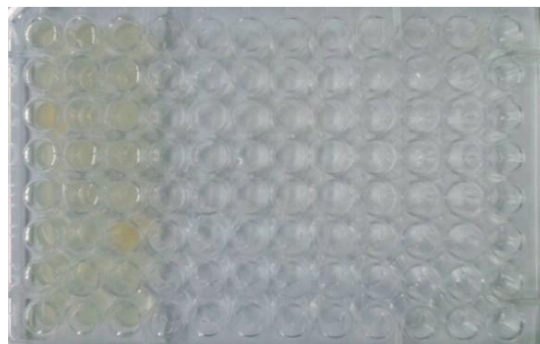
การทดสอบความเข้มข้นของสารเคมีการวิเคราะห์หาปริมาณคลอไรด์ในน้ำแบบย่อยส่วน ซึ่งเป็นปัจจัยหลักในการไทเทรต หากความเข้มข้นน้อยเกินไปจะไม่สามารถสังเกตเห็นการเปลี่ยนแปลงของสีแดง แต่หากความเข้มข้นมากเกินไปทำให้ได้ค่าการทดลองเกินกว่าค่าจริงหลังจากได้ความเข้มข้นที่เหมาะสม จากนั้นทำการทดสอบค่า Repeatability และ Reproducibility โดยใช้สารละลายมาตรฐาน NaCl 10 mM จำนวน 2 หยด ทำการหยดสารละลาย AgNO<sub>3</sub> ความเข้มข้น 5 mM พบว่าใช้ไป 4 หยดเสมอ หลังจากทดสอบซ้ำ 48 ครั้ง พบว่า ณ หยดที่ 4 จะมีการเปลี่ยนแปลงสีของอินดิเคเตอร์จากสีเหลืองมาเป็นสีแดงอิฐ แต่สิ่งที่อาจจะคลาดเคลื่อนไปเล็กน้อยคือสีของตะกอนที่เกิดขึ้นขึ้นอยู่กับขนาดน้ำหนักรมือของผู้ทดลอง และเมื่อมีการเตรียมสารละลาย AgNO<sub>3</sub> 5 mM และสารละลาย NaCl 10 mM ทุกครั้งที่เตรียมใหม่จะได้ผลการทดลองไม่ต่างจากเดิม ได้ค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนเมื่อเทียบกับค่าจริงเท่ากับ 0 ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การทดสอบความเข้มข้นของสารเคมีการวิเคราะห์หาปริมาณคลอไรด์ในน้ำแบบย่อยส่วน

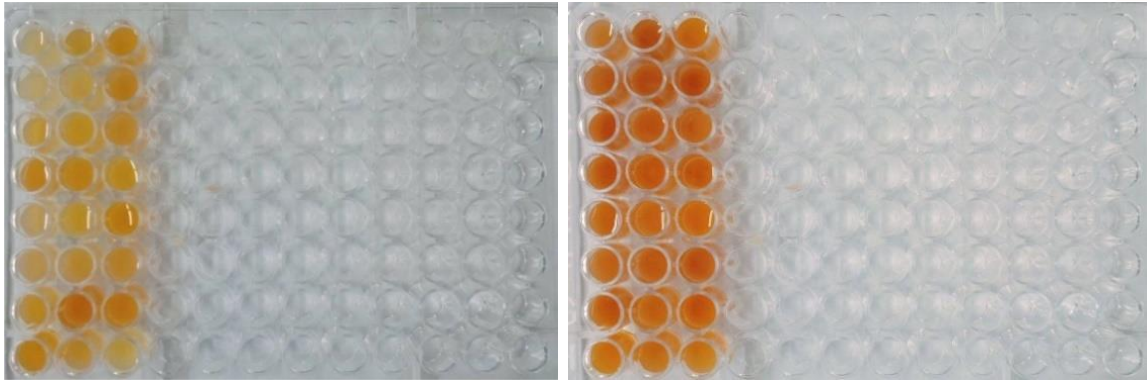
NaCl	AgNO <sub>3</sub> 5 mM								
	ครั้งที่ 1 (จำนวนซ้ำ)			ครั้งที่ 2 (จำนวนซ้ำ)			ครั้งที่ 3 (จำนวนซ้ำ)		
	ทดลอง	ผล	%Error	ทดลอง	ผล	%Error	ทดลอง	ผล	%Error
10 mM	24	24	0%	24	24	0%	24	24	0%



ภาพที่ 1 หยด AgNO<sub>3</sub> 2 หยด



ภาพที่ 2 หยด AgNO<sub>3</sub> 3 หยด



ภาพที่ 3 หยด AgNO<sub>3</sub> 4 หยด

ภาพที่ 4 หยด AgNO<sub>3</sub> 5 หยด

การเปรียบเทียบผลการประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์หาปริมาณคลอไรด์ไอออน (mg Cl<sup>-</sup>/L) ในตัวอย่างน้ำแบบมาตรฐานกับแบบย่อยส่วน โดยทำการเก็บน้ำตัวอย่างจากทั้ง 10 แหล่ง เพื่อนำมาใช้ในการวิเคราะห์หาปริมาณคลอไรด์ในน้ำตัวอย่างแบบมาตรฐานและแบบย่อยส่วน พบว่าปริมาณคลอไรด์ไอออนที่ได้จากชุดเคมีย่อยส่วนให้ผลการทดลองใกล้เคียงกับ วิธีมาตรฐาน โดยมีช่วงความคลาดเคลื่อนเท่ากับร้อยละ 0-25 ในระดับความเข้มข้นมิลลิกรัมต่อลิตร ถือว่าอยู่ในเกณฑ์พอใช้ได้ ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 การเปรียบเทียบผลการประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์หาปริมาณคลอไรด์ไอออน (mg Cl<sup>-</sup>/L) ในตัวอย่างน้ำแบบมาตรฐานกับแบบย่อยส่วน

ตัวอย่างน้ำ	ความเข้มข้นของคลอไรด์ (mg Cl <sup>-</sup> /L)		%Error
	แบบมาตรฐาน	แบบย่อยส่วน	
1. น้ำประปาบริเวณหอพักพิณกุล	35.50	31.95	10
2. น้ำจากตักค่าน้ำบริเวณหน้าป้าย	35.50	31.95	10
3. น้ำจากตักค่าน้ำบริเวณหอใน	21.30	17.75	16.67
4. น้ำประปาบริเวณหอใน	120.70	138.45	14.71
5. น้ำประปาบริเวณตึก 10	117.15	99.40	15.15
6. น้ำดื่มตราคริสตัล	14.20	17.75	25
7. น้ำดื่มตราสิงห์	28.40	31.95	12.5
8. น้ำกลั่น	14.20	17.75	25
9. น้ำจากห้วยคะคาง	88.75	88.75	0
10. น้ำจากสระน้ำบริเวณหลังตึก 15	191.70	209.45	9.26

จากการทำการทดลองเห็นได้ว่าชุดการทดลองเคมีแบบย่อยส่วนมีความประหยัดกว่าการทดลองแบบมาตรฐานในหลายด้าน ได้แก่ 1) ต้นทุนของอุปกรณ์ซึ่งมีราคา 217 บาท ประหยัดกว่าชุด การทดลองแบบมาตรฐานอย่างน้อยประมาณ 9-10 เท่า และสามารถให้ซ้ำได้โดยสามารถใช้ 96 well plate 1 ถาด แทนหลอดทดลองได้ถึง 96 หลอด ในขณะที่การทดลอง แบบมาตรฐานต้องใช้ อุปกรณ์และเครื่องแก้วที่มีราคาแพงและมีอยู่อย่างจำกัด อีกทั้งยังเสี่ยงต่อการแตกหักอีกด้วย 2) ใช้ เวลาต่อหนึ่งการทดลองลดลงไปอย่างน้อย 2 เท่า 3) ใช้สารละลายในปริมาตรที่ลดลงประมาณ 86 เท่า ทำให้ลดค่าใช้จ่ายสำหรับสารเคมีลง 71.81% และลดปริมาณของของเสียที่เกิดจากการ ทดลองอีก

ด้วย ทั้งนี้การทดลองเคมีแบบย่อส่วนสามารถลดปริมาณสารเคมีที่ใช้ลงไปได้อย่างน้อย 86 เท่า แต่ยังสามารถแสดงผลการทดลองได้อย่างชัดเจน และมีประสิทธิภาพเทียบเท่าการทดลองแบบมาตรฐาน ดังแสดงในตารางที่ 5-6

ตารางที่ 5 การเปรียบเทียบการทดลองการวิเคราะห์หาปริมาณคลอไรด์แบบมาตรฐานและแบบย่อส่วน

รายการ/การทดลอง	การทดลอง		ลดลง
	แบบมาตรฐาน	แบบย่อส่วน	
ต้นทุนของชุดอุปกรณ์	อย่างน้อย 1,978	217	9.12 เท่า
ความเข้มข้นของสารเคมี	10 mM	5 mM	2 เท่า
ปริมาตรของสารเคมี	5 mL	0.058 mL	86.21 เท่า
เวลาในการทดลอง	60 นาที	30 นาที	2 เท่า

ที่	ชุดการทดลองแบบมาตรฐาน				ชุดการทดลองแบบย่อส่วน			
	รายการ	จำนวน	ราคา (บาท)		รายการ	จำนวน	ราคา (บาท)	
			หน่วย	รวม			หน่วย	รวม
			ละ				ละ	
1	ขวดรูปชมพู่	3 ใบ	115	345	96 well plate	1 ถาด	60	60
2	บิวเรต 25 mL	1 อัน	634	634	ขวดหยด 10 mL	6 ขวด	3	18
3	ขวดตั้งอุปกรณ์พร้อมที่หนีบ	1 ชุด	450	450	ขวดเก็บสารเพิ่มเติม 30 mL	2 ขวด	5	10
4	ปิเปต	3 อัน	90	270	หลอดทดลอง 2 mL	3 หลอด	24	72
5	บีกเกอร์ 50 mL	3 ใบ	66	198	ขวดสีชา 10 mL	1 ขวด	7	7
6	หลอดหยดแก้ว	3 อัน	27	81	กล่องพลาสติกบรรจุ	1 กล่อง	50	50
	รวม			1,978	รวม			217

ตารางที่ 6 สารเคมีที่ใช้ในการทดลองการวิเคราะห์หาปริมาณคลอไรด์แบบมาตรฐานและแบบย่อส่วน

สารเคมี	ราคาขาย (บาท)	แบบมาตรฐาน		แบบย่อส่วน	
		ปริมาณที่ใช้ (g)	ราคา(บาท)	ปริมาณที่ใช้ (g)	ราคา(บาท)
AgNO <sub>3</sub> 100g	4,600	0.085	3.91	0.017	0.78
NaCl 1,000g	200	0.029	0.01	0.006	0.001
K <sub>2</sub> CrO <sub>4</sub> 500g	1,100	1.25	2.75	0.05	1.10
<b>รวม</b>			6.67		1.88
<b>ลดลง 71.81%</b>					

### สรุปผลและเสนอแนะ

จากการศึกษาพัฒนาชุดการทดลองเคมีแบบย่อส่วน สำหรับการวิเคราะห์หาปริมาณคลอไรด์ ในน้ำ เปรียบเทียบกับวิธีมาตรฐาน ใช้ความรู้พื้นฐานของวิธีโมธอร์มาประยุกต์ใช้กับการผลิตชุดเคมี ย่อส่วนในการวิเคราะห์หาปริมาณคลอไรด์ในน้ำ จากนั้นได้มีผลความเข้มข้นของสารเคมีที่ใช้ลง โดยความเข้มข้นที่เหมาะสมของสารละลายมาตรฐาน NaCl เท่ากับ 10 มิลลิโมลต่อลิตร ผสมกับอินดิเคเตอร์พร้อมใช้สำหรับการวิเคราะห์หาปริมาณคลอไรด์ใน

น้ำ และสารละลายมาตรฐาน  $\text{AgNO}_3$  ความเข้มข้นที่เหมาะสมเท่ากับ 5 มิลลิโมลต่อลิตร จากผลการทดลองพบว่าชุดการทดลองแบบย่อยส่วนมีต้นทุนของอุปกรณ์ทั้งหมด 217 บาท ประหยัดกว่าชุดการทดลองแบบมาตรฐานประมาณ 9-10 เท่า สามารถลดใช้สารเคมีได้ถึง 86 เท่า ทำให้ลดค่าใช้จ่ายสำหรับสารเคมีได้ถึง 71.81% มีของเสียน้อย ประหยัดริเอเจนท์ความเสถียรค่อนข้างสูง มีค่าความถูกต้องใกล้เคียงกับค่าจริง โดยร้อยละของความคลาดเคลื่อนอยู่ในช่วง 0-25 เป็นค่าที่สามารถยอมรับได้

### เอกสารอ้างอิง

- ธีรศักดิ์ ไรจนราธา และ วราวุทธิ์ สะใจมแสง. (2554). การออกแบบการไทเทรตระดับไมโครสเกล ที่ใช้ในการเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมประหยัดน้ำยา. มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- ประภรณ์ เลิศสุวรรณไพศาล. (2559, กรกฎาคม-ธันวาคม). การพัฒนาเทคนิคการไทเทรตโดยใช้หลักการไมโครสเกล สำหรับใช้ในห้องเรียนวิทยาศาสตร์. *วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์บัณฑิต วิทยาลัยมหาวิทาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม*, 10(2), 33-35.
- ปริญญา มาสวัสดิ. (2554, กรกฎาคม-ธันวาคม). การหาปริมาณเหล็ก (II) ในน้ำธรรมชาติโดยใช้ระบบการไทเทรตอัตโนมัติที่พัฒนาขึ้น. *วารสาร วิทยาศาสตร์*, 8(2), 37- 53.
- เพชรวิไล ชัตติยวงษ์. (2557, กรกฎาคม-ธันวาคม). การพัฒนาชุดการทดลองเซลล์กัลวานิกแบบย่อยส่วนและต้นทุนต่ำ เพื่อใช้เป็นอุปกรณ์ในการสอน เคมีไฟฟ้า. *วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และ สิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้*, 5(2), 147-154.
- ไพศาล วรรณคำ. (2564). *วิจัยทางการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 12). ตักศิลาการพิมพ์.
- Green, J. & Sadru D. (2001). *Chemistry*. Camberwell.
- Kelly, O. & Finlayson, O.E. (2017) Small-scale chemistry in the school laboratory-small in beautiful, green in more beautiful. *Asian Journal of Civil Engineering*, 4(3): 48-94.
- Listyarini, R. V. (2019). The Integrati on of Green Chemistry Principles into Small Scale Chemistry Practicum for Senior High School Students. *Journal Pendidikan IPA Indonesia*, 8(3): 371-378.
- Rika, S. S. (2020). Implementation of Small-Scale Chemistry Lab to Improve Student Cognitive Abilities on the Subtopic of Colloid Properties. *International Seminar on Science Education*, 6: 224-228.

ประสิทธิภาพของແຫນແດງในการบำบัดและเจริญเติบโตในน้ำเสีย  
จากกระบวนการผลิตข้าวฮางอก

Efficacy of Azolla in Treatment and Growth of Wastewater  
from the Hang Germinated Rice Processing

เมตตา เก่งชูวงศ์\*, อังศุมา ก้านจักร, รतिकर แสงห้าว, ชลธิชา บาริสรี, ชุตินา คุ่มขลิบ  
และ ศรัญญา อุ้ยปัชฌาวงศ์

Metta Kengchuwong\*, Angsuma Kanchak, Ratikorn Sanghaw, Chonticha Barisri,  
Chutima Khumkhlip and Saranya Auipatchawong

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

2Program of Environmental Science, Faculty of Science and Technology, Rajabhat Maha Sarakham University

\*Corresponding author E-mail: metta.k@rmu.ac.th

### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของແຫນແດງในการบำบัดน้ำเสียจากกระบวนการผลิตข้าวฮางอกและศึกษาการเจริญเติบโตของແຫນແດງในน้ำเสียดังกล่าว โดยเลี้ยงແຫນແດງในน้ำเสียเจือจางความเข้มข้นร้อยละ 4 ที่ปริมาณแตกต่างกันเป็นเวลา 4 สัปดาห์ (0, 25, 50, and 75 กรัม/น้ำเสีย 5 ลิตร) ผลการศึกษาพบว่า ค่าความสกปรกในรูปของบีโอดี (BOD) มีประสิทธิภาพการบำบัดสูงสุดร้อยละ 45.39 ที่ระยะเวลา 2 สัปดาห์ (ແຫນແດງ 75 กรัม) ค่าปริมาณไนโตรเจนในรูปของทีเคเอ็น (TKN) มีประสิทธิภาพการบำบัดสูงสุดร้อยละ 30.00 ที่ระยะเวลา 4 สัปดาห์ (ແຫນແດງ 50 กรัม) และค่าปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (TP) มีประสิทธิภาพการบำบัดสูงสุดร้อยละ 76.21 ที่ระยะเวลา 4 สัปดาห์ (ແຫນແດງ 50 กรัม) โดยประสิทธิภาพการบำบัดในแต่ละชุดทดลองที่มีปริมาณແຫນແດງและระยะเวลาต่างกันของทุกพารามิเตอร์มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 สำหรับการเจริญเติบโตของ แຫນແດງพบว่า ในทุกชุดการทดลองมีน้ำหนักสดลดลงมากขึ้นตามระยะเวลาที่ยาวนานขึ้น

คำสำคัญ : น้ำเสียอินทรีย์, แຫນແດງ, กระบวนการผลิตข้าวฮางอก



### Abstract

The objectives of this research were to study the efficiency of Azolla in the treatment of wastewater from the germinated hang rice production process, and to study the growth of Azolla in such wastewater. Azolla was cultured in 4% diluted wastewater at different quantities for 4 weeks (0, 25, 50, and 75 g/5 L of wastewater). The results showed that the most effective treatment of BOD was 45.39% at 2 weeks with 75 g of Azolla. The nitrogen content in the form of TKN (TKN) had the highest treatment efficiency of 30.0% at 4 weeks with 50 g of Azolla. And total phosphorus content (TP) had the highest therapeutic efficacy of 76.21% at 4 weeks with 50 g of Azolla. The treatment efficacy in each trial with different amounts of Azolla and duration of all parameters was significantly different at the .05 level. For the growth of Azolla, it was found that the fresh weight of Azolla was decreased with longer duration in all experiments.

**Keywords:** Organic Wastewater, Azolla, Germinated Hang Rice Process

### บทนำ

กลุ่มวิสาหกิจชุมชนผลิตข้าวอินทรีย์บ้านปลาบู่ ตำบลหนองแสง อำเภอนวาปีปทุม จังหวัดมหาสารคาม มีการจัดทำผลิตภัณฑ์แปรรูปข้าวเปลือกให้เป็นข้างฮางงอกตามการส่งเสริมของภาครัฐ ซึ่งเป็นการเพิ่มคุณค่าและมูลค่าให้เมล็ดข้าวสาร โดยกระบวนการผลิตข้างฮางงอกเริ่มจากการนำเมล็ดข้าวเปลือกที่สมบูรณ์มาผ่านกระบวนการแช่น้ำบ่ม ให้เกิดรากแล้ว หนึ่ง ผึ่งแดด อบให้แห้ง จึงกะเทาะเปลือกได้เป็นเมล็ดข้าวสารที่เรียกว่าข้างฮางงอก ในกระบวนการผลิต ข้างฮางงอก พบว่าขั้นตอนการแช่เมล็ดข้าวเปลือกเป็นขั้นตอนที่ใช้ปริมาณน้ำค่อนข้างมาก เนื่องจากแต่ละครั้งของการผลิตนั้นต้องแช่เมล็ดข้าวเปลือกในน้ำและจะต้องทำการเปลี่ยนถ่ายน้ำทุก 6 ชั่วโมงเป็นเวลา 24 ชั่วโมง จึงทำให้เกิดน้ำเสียจากการแช่ข้าวเปลือกปริมาณไม่น้อยกว่า 1,800 ลิตรต่อข้าวเปลือก 100 กิโลกรัม (ณรงค์ กุลจันทร์, 2564) ข้าวเปลือกมีแป้ง โปรตีน และไขมันเป็นส่วนประกอบ (ประภากร ธาราฉาย, 2553) จึงทำให้เมื่อปล่อยน้ำเสียที่ผ่านการแช่ข้าวเปลือกไว้เป็นระยะเวลาหนึ่งจะส่งกลิ่นเหม็น ซึ่งโดยปกติน้ำเสียเหล่านี้จะถูกทิ้งลงสู่ลำรางระบายน้ำภายในพื้นที่ทางการเกษตรโดยไม่ผ่านกระบวนการบำบัดใด ๆ จึงเป็นเหตุให้แหล่งน้ำที่รองรับน้ำเสียดังกล่าวเกิดการเน่าเสีย ส่งกลิ่นเหม็นรบกวน และยังเป็นแหล่งเพาะพันธุ์สัตว์ที่เป็นพาหะนำโรค เช่น ยุงลาย รวมทั้งเชื้อโรคต่าง ๆ และในระยะยาวอาจจะส่งผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยและสิ่งแวดล้อมของชุมชนได้

การนำพืชลอยน้ำมาใช้ในการบำบัดน้ำเสียเป็นวิธีการหนึ่งที่มีต้นทุนต่ำ เป็นการอาศัยธรรมชาติให้ช่วยเหลือนธรรมชาติด้วยกันเองซึ่งช่วยให้คุณภาพน้ำดีขึ้นได้ โดยพืชจะช่วยในการบำบัดน้ำเสียด้วยการดูดซึมธาตุอาหาร โลหะหนัก และสารอื่นๆ ที่ปนเปื้อนมากับน้ำเสียเพื่อนำมาใช้ในการเจริญเติบโตผ่านทางระบบรากเข้าสู่ลำต้น รากพืชมีส่วนสำคัญในการทำหน้าที่เพิ่มพื้นที่ผิวให้จุลินทรีย์ยึดเกาะ พืชจะช่วยให้เกิดการเคลื่อนย้ายก๊าซต่างๆ รวมถึงออกซิเจนจากกาบใบลงสู่ระบบราก เกิดสภาพออกซิเจนเป็นฟิล์มบางๆ รอบๆ ราก ทำให้จุลินทรีย์ใช้ออกซิเจนในการย่อยสลายสิ่งสกปรกต่างๆ ในน้ำทำให้น้ำมีคุณภาพดีขึ้น นอกจากนี้ ก้านหรือลำต้นที่อยู่ในน้ำยังเป็นตัวกลางในการกรองดูดซับตะกอนและของแข็งที่แขวนลอยในน้ำได้ด้วย (ชนิษฐา เจริญลาภ, 2555) แหนแดงเป็นกลุ่มพืชลอยน้ำชนิดหนึ่งที่มีการนำมาใช้ในการบำบัด น้ำเสีย จากงานวิจัยของศิริภรณ์ ชื่นบาล และฐปน ชื่นบาล (2560) พบว่าแหนแดง

สามารถลดปริมาณสารอินทรีย์ ช่วย ในการปรับปรุงคุณภาพของน้ำทิ้งจากฟาร์มสุกรได้ดีกว่าการปรับปรุงคุณภาพน้ำทิ้งโดยไม่มีแผนแดง และในงานวิจัยของ กัลยา วงศ์ทหาร และ ชุติมาศ บุญไทย อิวาย (2561) พบว่าการใช้แผนแดงช่วยทำให้ค่าปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ (BOD) และค่าปริมาณออกซิเจนที่สารเคมีใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ (COD) ของน้ำทิ้งชุมชนลดลง และมีประสิทธิภาพในการบำบัดร้อยละ 79.1 และ 68 ตามลำดับ และมีค่าโลหะหนักในน้ำเสียลดลงด้วย โดยประโยชน์ของแผนแดง นอกจากจะสามารถช่วยในการบำบัดน้ำเสียแล้ว ยังสามารถใช้เป็นปุ๋ยพืชสด เนื่องจากเป็น พืชที่มีธาตุไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบสูงถึงร้อยละ 3-5 ของน้ำหนัก และยังช่วยในการควบคุมวัชพืชในนาข้าว อีกทั้งยังสามารถนำมาเป็นอาหารเลี้ยงสัตว์ได้ (ศิริลักษณ์ แก้วสุรลิขิต, 2564)

จากปัญหาน้ำเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตข้าวฮางอกของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนผลิตข้าวอินทรีย์บ้านปลาบู่ จึงทำให้คณะผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียดังกล่าวด้วยแผนแดง รวมถึงศึกษาการเจริญเติบโตได้ของแผนแดงในน้ำเสีย ซึ่งผลของการศึกษาจะเป็นแนวทางให้เกษตรกรกลุ่มวิสาหกิจชุมชนผลิตข้าวอินทรีย์บ้านปลาบู่ ได้นำไปใช้ในการบำบัดน้ำเสีย และหากแผนแดงสามารถเจริญเติบโตได้ดีในน้ำเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตข้าว ฮางอกแล้ว จะเป็นการใช้น้ำเสียที่เกิดขึ้นให้เกิดประโยชน์เนื่องจากแผนแดงสามารถนำไปใช้เป็นปุ๋ยแก่พืช และเป็นอาหารให้กับสัตว์ได้ อันจะเป็นอีกหนึ่งแนวทางในการช่วยลดรายจ่ายและเพิ่มรายได้แก่เกษตรกรให้ยิ่งขึ้น

## วิธีดำเนินการวิจัย

### 1. การเตรียมวัสดุที่ใช้ในการศึกษา

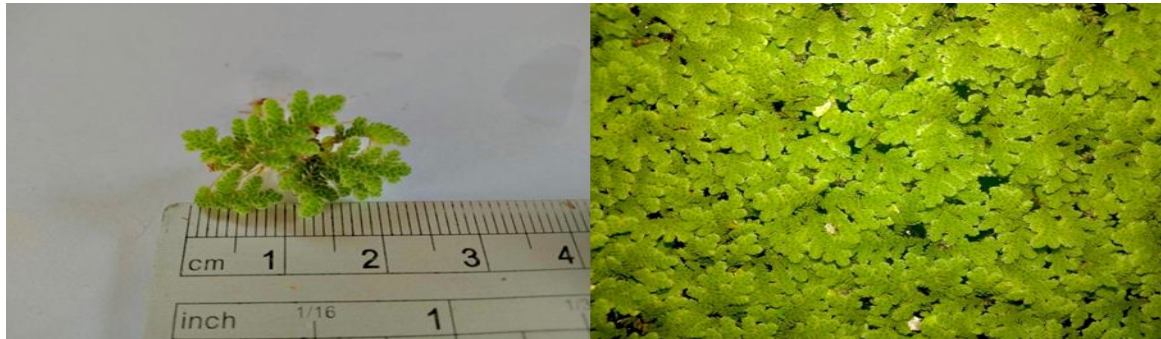
1.1 น้ำเสีย นำน้ำเสียที่มาจากกระบวนการเปลี่ยนถ่ายน้ำในทุกช่วงของการแช่ข้าวเปลือกทั้งหมดของกระบวนการผลิตข้าวฮางอกของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนผลิตข้าวอินทรีย์บ้านปลาบู่ ตำบลหนองแสง อำเภอวาปีปทุม จังหวัดมหาสารคาม มาผ่านการกรองด้วยตาข่ายไนลอนเพื่อเอาเปลือกข้าวออกแล้วตกตะกอน (ภาพที่ 1)



น้ำที่ผ่านการตกตะกอนของ  
ทุกการเปลี่ยนถ่ายน้ำทั้งหมดจะ  
นำมาใช้เป็นน้ำเสียในการทดลอง

ภาพที่ 1 น้ำเสียที่ใช้ในการทดลอง

1.2 แหนแดง ใช้แหนแดงพันธุ์ อะซอลลล่า ไมโครฟิลลล่า (Azolla Microphylla) ซึ่งเป็นสายพันธุ์ที่ได้รับการพัฒนาจากกรมวิชาการเกษตร โดยคัดเลือกแหนแดงที่ยังมีความเขียวสด (ภาพที่ 2)



ภาพที่ 2 แหนแดงพันธุ์ อะซอลลล่า ไมโครฟิลลล่า (Azolla Microphylla) ที่ใช้ศึกษา

1.3 ภาชนะในการทดลอง ได้ใช้กะละมังพลาสติกทรงสี่เหลี่ยมขนาดความกว้าง 34.5 เซนติเมตร ยาว 41 เซนติเมตร สูง 14 เซนติเมตร เป็นภาชนะที่ใช้ในการบำบัดน้ำเสียของทุกชุดการทดลอง

2. การออกแบบชุดการทดลอง คณะผู้วิจัยได้ทำการออกแบบเป็น 4 ชุดการทดลอง ดังนี้ ชุดการทดลองที่ 1 น้ำเสีย 5 ลิตร ไม่ใส่แหนแดง (ชุดควบคุม) ชุดการทดลองที่ 2 น้ำเสีย 5 ลิตร ต่อแหนแดงสด 25 กรัม ชุดการทดลองที่ 3 น้ำเสีย 5 ลิตร ต่อแหนแดงสด 50 กรัม ชุดการทดลองที่ 4 น้ำเสีย 5 ลิตร ต่อแหนแดงสด 75 กรัม โดยแต่ละชุดการทดลอง ออกแบบให้มีจำนวน 3 ซ้ำ และทุกชุดการทดลองมีระยะเวลาของการบำบัดน้ำเสียที่ศึกษา ได้แก่ สัปดาห์ที่ 2 และ 4

3. การทดลองเบื้องต้น คณะผู้วิจัยทำการทดลองบำบัดน้ำเสียตามการออกแบบเบื้องต้น โดยใช้ น้ำเสียระดับความเข้มข้นร้อยละ 100 ในทุกชุดการทดลอง ผลการทดลองพบว่า ทุกชุดการทดลองแหนแดงเริ่มมีการตายเมื่อเวลาผ่านไป 3 วัน และได้ตายทั้งหมดในวันที่ 6 ของการทดลอง โดยน้ำเสียก่อนการบำบัดมีคุณภาพดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 คุณภาพน้ำเสียก่อนการบำบัด

พารามิเตอร์	ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำเสียก่อนการทดลอง
อุณหภูมิ (Temperature)	29 องศาเซลเซียส
ค่าการนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity)	998 ไมโครซีเมนส์ต่อเซนติเมตร
ความเป็นกรด-ด่าง (pH)	6.08
ค่าความเค็ม (Salinity)	0.5 พีพีที
ปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ (BOD)	158.1 มิลลิกรัมต่อลิตร
ปริมาณไนโตรเจนในรูปของทีเคเอ็น (Total Kjeldahl Nitrogen; TKN)	21.50 มิลลิกรัมต่อลิตร
ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (Total Phosphorus)	0.385 มิลลิกรัมต่อลิตร

4. การทดลองจริง จากผลการทดลองเบื้องต้นนั้น พบว่า แหนแดงในทุกชุดการทดลองได้ตายทั้งหมด ทำให้คณะผู้วิจัยได้ทำปรับความเข้มข้นของน้ำเสีย โดยใช้แนวทางการเจือจางตามงานวิจัยของ ศิริภรณ์ ชื่นบาล และสุปน ชื่นบาล (2562) ซึ่งศึกษาการบำบัดน้ำเสียที่มีค่าความสกปรกในรูปของบีโอดีเริ่มต้น 260 มิลลิกรัมต่อลิตรด้วยแหนแดงแล้วพบว่าที่ระดับความเข้มข้นของน้ำเสีย ร้อยละ 2 สามารถบำบัดน้ำเสียได้ดีที่สุด สำหรับการศึกษาในครั้งนี้ น้ำเสียมีค่าบีโอดีเริ่มต้น 158.1 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งความสกปรกดังกล่าวมีค่าเป็นประมาณครึ่งหนึ่งของงานวิจัย

ศิวภรณ์ ชื่นบาล และ สุพน ชื่นบาล ดังนั้น คณะผู้วิจัยจึงทำการเจือจางน้ำเสียจากกระบวนการผลิตข้าวฮางอกให้มีระดับความเข้มข้น ร้อยละ 4 เพื่อใช้เป็นน้ำเสียตั้งต้นในการทดลองตามการออกแบบ โดยทำการทดลองในโรงเรือนขนาดเล็กด้านหลังของพื้นที่บริเวณอาคาร 9 คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ดังภาพที่ 3 ทั้งนี้ พารามิเตอร์ที่ทำการศึกษาถึงประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียด้วยแหนแดงที่ระยะเวลาผ่านไป 1 สัปดาห์ที่ 2 และ 4 ในแต่ละชุดการทดลอง ได้แก่ ค่าบีโอดี (BOD) ปริมาณไนโตรเจนในรูปของทีเคเอ็น (TKN) และ ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (TP) ในส่วนของการเจริญเติบโตของแหนแดงในน้ำเสียได้ศึกษาค่าน้ำหนักสดที่เปลี่ยนแปลงไปในสัปดาห์ที่ 2 และ 4



ภาพที่ 3 ชุดการทดลองในการบำบัดน้ำเสียจากกระบวนการผลิตข้าวฮางอกด้วยแหนแดง

### ผลการวิจัยและอภิปรายผล

1. คุณภาพของน้ำเสียหลังการบำบัด ผลการศึกษาคุณภาพน้ำก่อนและหลังการใช้แหนแดงในการบำบัดน้ำเสียจากกระบวนการผลิตข้าวฮางอก ได้ ผลดังตารางที่ 2 โดยค่าอุณหภูมิของคุณภาพน้ำเสียหลังการบำบัดอยู่ในช่วง 26.6-28.9 องศาเซลเซียส ซึ่งโดยปกติแล้วอุณหภูมิของน้ำจะแปรผันตามอุณหภูมิของอากาศ ขึ้นอยู่กับฤดูกาล ระดับความสูง และสภาพภูมิอากาศ (สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร, 2559) ค่าความเป็นกรด-ด่างหลังการบำบัดอยู่ในช่วง 4.36-7.09 โดยน้ำเสียในช่วงสัปดาห์ที่ 4 ของทุกชุดการทดลองมีความเป็นกรดเพิ่มขึ้น เนื่องจากปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อกรดของความเป็นกรด-ด่างของน้ำเสีย ได้แก่ การลดลงหรือเพิ่มขึ้นของคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำจากการนำไปใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสง ขณะที่ผลการศึกษาของ พันธุ์ทิพย์ กล่อมแจ็ก และ ดำรงค์ศักดิ์ สุวรรณศรี (2556) ที่ศึกษาการบำบัดและใช้น้ำเสียจากฟาร์มสุกรในการผลิตแหนแดง พบค่าความเป็นกรด-ด่างตลอดระยะเวลา 6 สัปดาห์ อยู่ในช่วง 6.02-8.88 สำหรับค่าความเค็มหลังการบำบัดอยู่ในช่วง 0.4-0.6 พีพีที ซึ่งยังอยู่ในช่วงปกติของน้ำจืด กล่าวคือในน้ำจืดจะมีค่าความเค็ม 0-0.5 พีพีที (สถานีเฝ้าระวังคุณภาพน้ำแบบออนไลน์คลองบังปิ่น, 2561) และค่าการนำไฟฟ้าหลังการบำบัดอยู่ในช่วง 822-1,395 ไมโครซีเมนส์ต่อเซนติเมตร ทั้งนี้ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับผลรวมทั้งหมดของค่าความนำไฟฟ้าของแร่ธาตุทุกชนิดทั้งที่เป็นไอออนบวกและไอออนลบที่ละลายอยู่ในตัวอย่างน้ำ (สมตระกูล ราศิริ, 2549)

ตารางที่ 2 คุณภาพของน้ำก่อนและหลังการบำบัดด้วยเหนงแดงของแต่ละชุดการทดลองที่ระยะเวลา 2 และ 4 สัปดาห์

พารามิเตอร์ที่ศึกษา	ผลการศึกษาคคุณภาพน้ำ								
	ก่อนการบำบัด	ชุดการทดลองที่ 1		ชุดการทดลองที่ 2		ชุดการทดลองที่ 3		ชุดการทดลองที่ 4	
			2 WK	4 WK	2 WK	4 WK	2 WK	4 WK	2WK
อุณหภูมิ (c°)	28.9	26.6	28.7	27.0	28.8	26.8	28.9	27.1	28.8
การนำไฟฟ้า (µs/cm)	981	906	1,395	836	984	822	975	831	1,093
ความเป็นกรด-ด่าง	6.56	7.09	5.13	6.05	4.81	5.96	4.36	5.88	4.91
ความเค็ม (ppt)	0.4	0.4	0.6	0.4	0.5	0.4	0.5	0.4	0.5
BOD (mg/l)	4.7	3.36	5.16	4.06	3.26	3.66	3.36	2.56	4.16
TKN (mg/l)	6.16	6.36	6.95	6.98	6.57	4.92	4.31	4.72	6.77
TP (mg/l)	0.297	0.23	0.29	0.25	0.40	4.72	6.72	0.35	1.36

2. ประสิทธิภาพของเหนงแดงในการบำบัดน้ำเสีย ผลประสิทธิภาพของเหนงแดงในการบำบัดบีโอดี (BOD) ไนโตรเจนในรูปของทีเคเอ็น (TKN) และฟอสฟอรัสทั้งหมด (TP) ของชุดการทดลองที่ 1, 2, 3 และ 4 ที่ระยะเวลา 2 และ 4 สัปดาห์ แสดงดังตารางที่ 3 และ ภาพที่ 4

ตารางที่ 3 ประสิทธิภาพการบำบัดบีโอดี (BOD) ไนโตรเจนในรูปของทีเคเอ็น(TKN) และ ฟอสฟอรัสทั้งหมด (TP) ของชุดการทดลองที่แตกต่างกันที่ระยะเวลา 2 และ 4 สัปดาห์

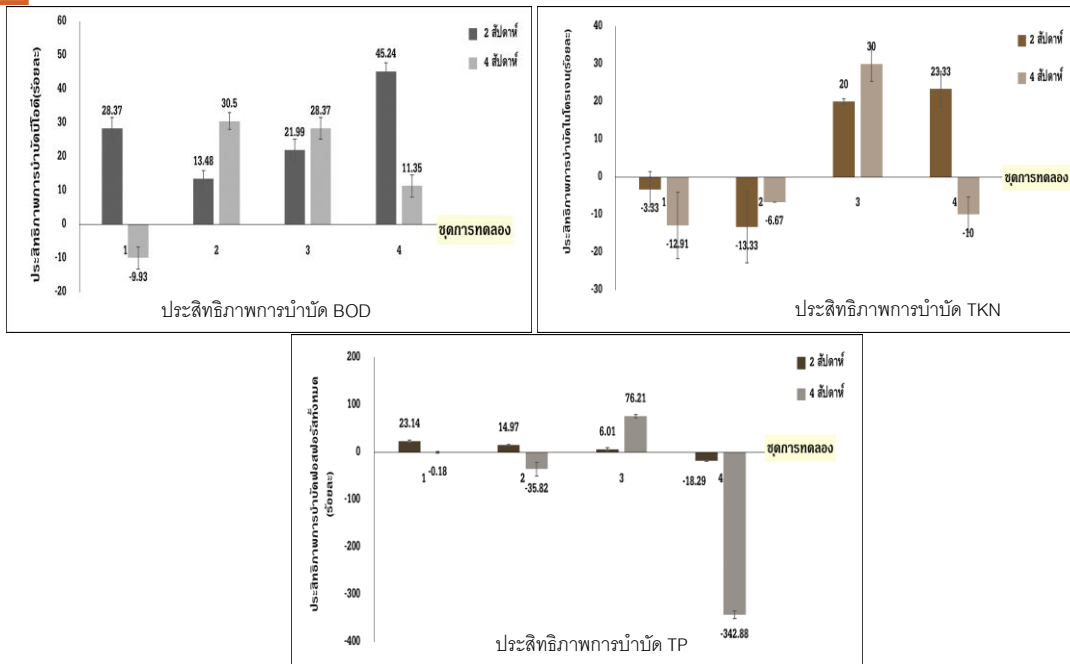
ชุดการทดลอง	ประสิทธิภาพ (ร้อยละ) 2 สัปดาห์			ประสิทธิภาพ (ร้อยละ) 4 สัปดาห์		
	BOD	TKN	TP	BOD	TKN	TP
ชุดที่ 1 ชุดควบคุม (ไม่ใส่เหนงแดง)	28.37B	-3.33B	23.14A	-9.93C	-12.91B	-0.18B
ชุดที่ 2 ใส่เหนงแดง 25 กรัม	13.48D	-13.33C	14.97A	30.50A	-6.67B	-35.82B
ชุดที่ 3 ใส่เหนงแดง 50 กรัม	21.99C	20.00A	6.01A	28.37A	30.00A	76.21A
ชุดที่ 4 ใส่เหนงแดง 75 กรัม	45.39A	23.33A	-18.29B	11.35B	-10.00B	-342.88C
p-value	0.0000***	0.0000***	0.0147*	0.0000***	0.0072**	0.0000***

หมายเหตุ อักษรภาษาอังกฤษในแนวตั้งแสดงถึงระดับความแตกต่างทางสถิติของประสิทธิภาพการบำบัดที่มีปริมาณเหนงแดงแตกต่างกัน

\* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $p \leq 0.05$ )

\*\* หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 ( $p \leq 0.01$ )

\*\*\* หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99.9 ( $p \leq 0.001$ )



ภาพที่ 4 ประสิทธิภาพการบำบัด BOD, TKN และ TP ของแต่ละชุดการทดลองที่ระยะเวลา 2 และ 4 สัปดาห์

ค่าบีโอดี (BOD) พบว่า ก่อนการบำบัดมีค่า 4.7 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อระยะเวลาผ่านไป 2 สัปดาห์ของทุกชุดการทดลอง พบว่ามีแนวโน้มลดลง โดยมีค่า BOD อยู่ในช่วง 2.56-4.06 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของศิริภรณ์ ชื่นบานและฐปน ชื่นบาน (2559) ที่ศึกษาการผลิตวัสดุปรับปรุงดินจากแหนแดงที่เลี้ยงด้วยน้ำทิ้งจากถังย่อยไร้อากาศจากฟาร์มสุกร พบว่าในสัปดาห์ที่ 2 ของทุกชุดการทดลองที่มีแหนแดงจะมีค่า BOD ลดลง แต่เมื่อระยะเวลาผ่านไป 4 สัปดาห์ พบว่า BOD มีค่า 3.27-5.16 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยชุดการทดลองที่ 2 และ 3 มีประสิทธิภาพในการบำบัด BOD ได้ดีเท่ากัน อาจเนื่องจากปริมาณแหนแดงในชุดการทดลองที่ 2 และ 3 เหมาะสมต่อการบำบัดในการทดลองครั้งนี้ แต่ในชุดการทดลองที่ 4 พบว่ามีค่า BOD เพิ่มขึ้น ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากแหนแดงเริ่มมีการตายหรือเกิดการหลุดร่วงในส่วนของใบและรากเกิดขึ้น ทำให้เกิดสารอินทรีย์ขึ้นในน้ำแต่จะไม่ถึงขั้นที่ทำให้เกิดการเน่าเสียเพราะส่วนมากจะเกิดการตกตะกอน จมลงสู่ก้นบ่อและถูกจุลินทรีย์ย่อยสลาย ซึ่งแหนแดงสามารถนำธาตุอาหารเหล่านั้นกลับไปใช้ในการเจริญได้ จากการศึกษาประสิทธิภาพของแหนแดงในการบำบัดค่า BOD พบว่าประสิทธิภาพการบำบัด BOD ของชุดการทดลองที่ 1, 2, 3 และ 4 เท่ากับร้อยละ 28.37, 13.48, 21.99 และ 45.39 ตามลำดับ เมื่อนำผลการศึกษานี้ไปเปรียบเทียบกับประสิทธิภาพการบำบัด BOD ของแต่ละชุดการทดลองที่มีปริมาณแหนแดงแตกต่างกัน พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 โดยชุดการทดลองที่บำบัด BOD ได้มากที่สุด คือ ชุดการทดลองที่ 4 รองลงมาคือ 1, 3 และ 2 ตามลำดับ คิดเป็นประสิทธิภาพการบำบัด BOD ของชุดการทดลองที่ 1, 2, 3 และ 4 เท่ากับร้อยละ -9.93, 30.50, 28.37 และ 11.35 ตามลำดับ เมื่อนำผลของทุกชุดการทดลองในสัปดาห์ที่ 4 ไปเปรียบเทียบกับประสิทธิภาพ พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 โดยชุดการทดลองที่บำบัด BOD ได้มากที่สุด คือ ชุดการทดลองที่ 2 และ 3 รองลงมาคือ 4 และ 1 ตามลำดับ จากทั้ง 4 ชุดการทดลอง พบว่า ชุดการทดลองที่ 4 ของสัปดาห์ที่ 4 แหนแดงเกิดการตาย อาจเนื่องมาจากแหนแดงในชุดการทดลองที่ 4 มีความหนาแน่นมากเกินไปจึงได้รับธาตุอาหารไม่เพียงพอ โดยในผลการศึกษา

ครั้งนี้มีประสิทธิภาพในการบำบัด BOD ได้สูงสุดร้อยละ 45.39 ในขณะที่ผลการศึกษาของ ศิราภรณ์ ชื่นบาน และฐปน ชื่นบาน (2559) ที่ศึกษาเกี่ยวกับการผลิตวัสดุปรับปรุงดินจากแหนแดงที่เลี้ยงด้วยน้ำทิ้งจากถังย่อยไร้อากาศจากฟาร์มสุกร พบว่า แหนแดงมีประสิทธิภาพการบำบัด BOD ได้สูงสุดถึงร้อยละ 76.66

ค่าไนโตรเจนในรูปของทีเคเอ็น (TKN) พบว่า ก่อนการบำบัดมีค่า 6.16 มิลลิกรัมต่อลิตรเมื่อระยะเวลาผ่านไป ในสัปดาห์ที่ 2 มีค่า 4.72-6.98 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งสัมพันธ์กับผลการศึกษาของ พันธิทิพย์ กล่อมแจ็ก และ ดำรงค์ดี สุวรรณศรี (2556) ที่ได้ทำการศึกษากการบำบัดและใช้น้ำเสียจากฟาร์มสุกรในการผลิตแหนแดง พบค่า TKN อยู่ในช่วง 0.6-7.8 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยที่ระยะเวลา 2 สัปดาห์ ของการบำบัด พบว่าชุดการทดลองที่ 3 และ 4 มีแนวโน้มในการบำบัด TKN ลดลง หากในสัปดาห์ที่ 4 ในชุดการทดลองที่ 1, 2 และ 4 มีแนวโน้มการบำบัด TKN เพิ่มขึ้น โดยมีค่าอยู่ในช่วง 4.31-6.95 มิลลิกรัมต่อลิตร สอดคล้องกับงานวิจัยของ พันธิทิพย์ กล่อมแจ็ก และ ดำรงค์ดี สุวรรณศรี (2556) แต่เมื่อระยะเวลาผ่านไป 4 สัปดาห์ พบว่า ชุดการทดลองที่ 4 แหนแดงมีการตายเกิดขึ้น เนื่องจากปริมาณของแหนแดงมีมากเกินไป ส่งผลให้แหนแดงเกิดการซ้อนทับกัน ทำให้รากของแหนแดงบางส่วนไม่สัมผัสกับน้ำ จึงทำให้แหนแดงไม่สามารถดูดซึมธาตุอาหารไปใช้ในการเจริญเติบโตได้ เมื่อทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบประสิทธิภาพการบำบัด TKN ในสัปดาห์ที่ 2 ของชุดการทดลองที่ 1, 2, 3 และ 4 ซึ่งมีค่าร้อยละ -3.33, -13.33, 20.00 และ 23.33 ตามลำดับนั้น พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 โดยชุดการทดลองที่บำบัด TKN ได้มากที่สุด คือ ชุดการทดลองที่ 3 และ 4 รองลงมาคือ 1 และ 2 ตามลำดับ โดยในสัปดาห์ที่ 4 ประสิทธิภาพการบำบัด TKN ของชุดการทดลองที่ 1, 2, 3 และ 4 มีค่าร้อยละ -12.91, -6.67, 30 และ -10 ตามลำดับ ซึ่งผลวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 ( $p \leq 0.01$ ) โดยชุดการทดลองที่บำบัด TKN ได้มากที่สุด คือ ชุดการทดลองที่ 3 รองลงมาคือ 2, 4 และ 1 ตามลำดับ ทั้งนี้ในชุดการทดลองที่ 4 ของสัปดาห์ที่ 4 แหนแดงมีการตายมากที่สุด อาจเนื่องมาจากแหนแดงมีความหนาแน่นมากจนเกินไปจึงได้รับธาตุอาหารไม่เพียงพอ ซึ่งน้ำเสียเริ่มต้นของคณะผู้วิจัย มีค่า TKN ไม่สูงนัก เนื่องจากเป็นน้ำเสียที่ไม่ได้เกิดจากการขับถ่าย เช่น ปัสสาวะ และอุจจาระ แหนแดงจึงไม่ได้รับธาตุอาหารที่เพียงพอ และตายในที่สุด ในขณะที่ผลการศึกษากการบำบัดน้ำเสียฟาร์มสุกรและคุณค่าทางโภชนะของจอก พบว่า น้ำเสียเริ่มต้นการทดลองมีค่า TKN ค่อนข้างสูง ทั้งนี้เนื่องจากเป็นน้ำเสียจากฟาร์มสุกรที่ยังไม่ผ่านการบำบัด ทำให้มีปริมาณของไนโตรเจนอินทรีย์ และแอมโมเนีย-ไนโตรเจนที่เกิดจากการขับถ่าย เช่น ปัสสาวะ และอุจจาระอยู่มาก ซึ่งช่วยให้แหนแดงมีสารอาหารเจริญเติบโตได้

ค่าฟอสฟอรัสทั้งหมด (TP) พบว่า ก่อนการบำบัดมีค่า 0.297 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อระยะเวลาผ่านไป ในสัปดาห์ที่ 2 มีค่า 0.23-0.35 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยชุดการทดลองที่ 1, 2 และ 3 มีประสิทธิภาพในการบำบัด TP ได้ดีเท่ากัน แต่สำหรับชุดการทดลองที่ 4 มีประสิทธิภาพในการบำบัด TP รองลงมา ทั้งนี้อาจเนื่องจากในน้ำเสียมีปริมาณฟอสฟอรัสที่น้อย ทำให้แหนแดงไม่มีธาตุอาหารไปใช้ในการเจริญเติบโตได้ จึงทำให้แหนแดงตาย ปริมาณฟอสฟอรัสจึงถูกปลดปล่อยกลับสู่น้ำเสียในรูปของสารละลายอันทำให้ค่าฟอสฟอรัสในน้ำเพิ่มสูงขึ้น (พันธิทิพย์ กล่อมแจ็ก และ ดำรงค์ดี สุวรรณศรี, 2556) และในสัปดาห์ที่ 4 ค่า TP หลังการบำบัดอยู่ในช่วง 0.07-1.36 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยในชุดการทดลองที่ 3 มีค่า TP ลดลง แต่ในชุดการทดลองที่ 1, 2 และ 4 มีค่า TP เพิ่มขึ้น เมื่อศึกษาประสิทธิภาพการบำบัด TP ของชุดการทดลองที่ 1, 2, 3 และ 4 ในสัปดาห์ที่ 2 มีค่าร้อยละ 23.14, 14.97, 6.01 และ -18.29 ตามลำดับ ซึ่งผลวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $p \leq 0.05$ ) สำหรับสัปดาห์ที่ 4 มีค่าประสิทธิภาพการบำบัด TP ของชุดการทดลองที่ 1, 2, 3 และ 4 ร้อยละ -0.18, -35.82, 76.21

และ -342.88 ตามลำดับ ซึ่งผลวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99.9 ( $p \leq 0.001$ ) โดยในชุดการทดลอง ที่ 4 แหนแดงมีการตายมากที่สุด ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากมีความหนาแน่นมากจนเกินไปจึงได้รับธาตุอาหารไม่เพียงพอ ส่งผลให้ชุดควบคุมมีประสิทธิภาพการบำบัดดีกว่าเมื่อระยะเวลาการบำบัดนานขึ้นไป ในขณะที่ผลการศึกษาของ ศิริภรณ์ ชื่นบาน และ ฐปน ชื่นบาน ที่ศึกษาการผลิตวัสดุปรับปรุงดินจากแหนแดงที่เลี้ยงด้วยน้ำทิ้งจากถังย่อยไร้อากาศจากฟาร์มสุกร พบว่าปริมาณของฟอสฟอรัส ไม่เปลี่ยนแปลงมากนักในน้ำทิ้งชุดควบคุมที่ไม่มีการเลี้ยงแหนแดง โดยน้ำทิ้งสามารถมีคุณภาพที่ดีขึ้นเองเมื่อระยะเวลาผ่านไป

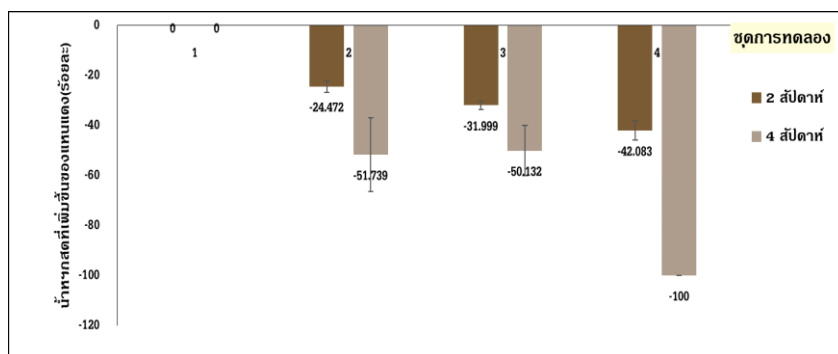
4. การเจริญเติบโตของแหนแดง ผลการเจริญเติบโตของแหนแดงในน้ำเสียจากกระบวนการผลิตข้าวฮางอก ที่ระยะเวลา 2 และ 4 สัปดาห์ แสดงดังตารางที่ 4 และภาพที่ 5

ตารางที่ 4 น้ำหนักสดของแหนแดงและร้อยละของน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นในน้ำเสียที่ระยะเวลา 2 และ 4 สัปดาห์

ชุดการทดลอง	น้ำหนักสด		2 สัปดาห์		4 สัปดาห์	
	เริ่มต้น (กรัม)	น้ำหนักสด (กรัม)	น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (ร้อยละ)	น้ำหนักสด (กรัม)	น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (ร้อยละ)	
ชุดที่ 1 ชุดควบคุม (ไม่ใส่แหนแดง)	-	-	-	-	-	
ชุดที่ 2 ใส่แหนแดง 25 กรัม	25	18.882	-24.472	12.068	-51.739	
ชุดที่ 3 ใส่แหนแดง 50 กรัม	50	34.003	-31.999	24.934	-50.132	
ชุดที่ 4 ใส่แหนแดง 75 กรัม	75	43.438	-42.083	***	-100	

หมายเหตุ หมายถึง น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นในหน่วยร้อยละของแหนแดงมีค่าเป็นลบ เนื่องจากน้ำหนักสดลดลงจากน้ำหนักเริ่มต้น

\*\*\* หมายถึง แหนแดงตาย



ภาพที่ 5 ร้อยละของน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของแหนแดงในน้ำเสียที่ระยะเวลา 2 และ 4 สัปดาห์

การเจริญเติบโตของแหนแดงในน้ำเสียจากกระบวนการผลิตข้าวฮางอก พบว่าเมื่อระยะเวลาผ่านไปในทุกชุดการทดลองที่ใส่แหนแดง แม้ในปริมาณที่แตกต่างกันจะมีน้ำหนักลดลง ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กันดังที่กล่าวมาข้างต้น เช่น ความเป็นกรด-ด่าง ไนโตรเจนในรูปของที่เคเอ็น(TKN) ฟอสฟอรัสทั้งหมด เป็นต้น โดยความหนาแน่นและระยะเวลาที่เพิ่มขึ้นจะแปรผกผันกับการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักสด ซึ่งคล้ายคลึงกับผลศึกษาของ ณัฐสิมา โทจันทร์ (2553) ที่ศึกษาการจัดการน้ำเสียในฟาร์มสุกรโดยใช้แหนแดง พบว่า ในสัปดาห์ที่ 3 ที่ความเข้มข้นของน้ำเสียร้อยละ 100 มีน้ำหนักแหนแดงเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ -100 หรือมีมวลเท่ากับ 0 กรัม เช่นกัน ในรายงาน



การวิจัยของ พัฒน์ จันทร์โรทัย (2536) ได้ให้ข้อสังเกตว่าการใช้พีชน้ำปรับปรุงคุณภาพน้ำนั้น ลักษณะของพีชน้ำที่นำมาใช้โดยเฉพาะส่วนรากของพีชน้ำ จะทำหน้าที่เสมือนเป็นที่ยึดเกาะของแบคทีเรียเพื่อให้แบคทีเรียสามารถทำงานได้ ทำให้ปริมาณสารแขวนลอยที่อยู่ในน้ำ (TSS) และความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี (BOD) ลดลง นอกจากนี้ พีชน้ำยังมีหน้าที่ช่วยดูดสารอาหารและแร่ธาตุต่างๆ เช่น ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส ที่มีอยู่ในน้ำมาเก็บสะสมไว้ที่ตัวเอง ดังนั้นช่วงของระยะเวลา ปริมาณค่าความสกปรกของน้ำเสีย และปริมาณของແຫນແຂງ จึงมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักແຫນແຂງ โดยปริมาณ แຫນແຂງที่มากสามารถดูดกินธาตุอาหารได้มากทำให้เพิ่มมวลชีวภาพได้เร็วและลดค่าความสกปรกของน้ำเสียที่ความเข้มข้นสูงได้ดีในช่วงเวลาน้อย (1 สัปดาห์) แต่ผลจากการศึกษาครั้งนี้ของคณะผู้วิจัยพบว่า แຫນແຂງไม่สามารถดำรงชีพ ในน้ำเสียจากระบบการผลิตข้าวฮางอกได้ แม้จะมีการเจือจางน้ำเสียแล้ว ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากคุณภาพน้ำเสียก่อนการบำบัดมีปริมาณธาตุไนโตรเจนและฟอสฟอรัสน้อยมากทำให้ແຫນແຂງไม่มีสารอาหารให้ແຫນແຂງนำไปใช้ในการเจริญเติบโตได้ จึงเป็นสาเหตุที่ทำให้ແຫນແຂงนั้นมีน้ำหนักลดลง ซึ่งสำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 5 (2563) ได้กล่าวถึงปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของແຫນແຂງว่าเป็นพีชที่มีความต้องการธาตุอาหารทั้งธาตุหลักและธาตุรองเช่นพีชอื่นๆ โดยธาตุที่สำคัญในการเจริญเติบโตของແຫນແຂງมากที่สุดคือไนโตรเจนและฟอสฟอรัส เนื่องจากมีผลต่ออัตราการเจริญเติบโต ซึ่งวิธีการเพาะเลี้ยงແຫນແຂງจะต้องให้มีการเติมปุ๋ยคอกลงในบ่อเพาะพันธุ์ด้วย นอกจากนี้ ให้คำนึงถึงสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมเช่น ระดับความลึกของน้ำ ความเข้มของแสงแดด ความชื้นสัมพัทธ์ เป็นต้น

### สรุปผลและเสนอแนะ

ผลจากการศึกษาประสิทธิภาพของແຫນແຂງในการบำบัดน้ำเสียจากระบบการผลิตข้าวฮางอก พบว่าสามารถบำบัดความสกปรกในรูปของบีโอดีสูงสุดร้อยละ 45.39 ในระยะเวลา 2 สัปดาห์ที่มีปริมาณของແຫນແຂງ 75 กรัม ประสิทธิภาพการบำบัดไนโตรเจนในรูปของทีเคเอ็น(TKN) สูงสุดร้อยละ 30.00 และฟอสฟอรัสทั้งหมด (TP) สูงสุดร้อยละ 76.21 ในระยะเวลา 4 สัปดาห์ที่มีปริมาณของແຫນແຂງ 50 กรัม ทั้งนี้ ประสิทธิภาพการบำบัดในแต่ละชุดทดลองที่มีปริมาณของແຫນແຂງและระยะเวลาที่ต่างกันของทุกพารามิเตอร์จะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 สำหรับการเจริญเติบโตของແຫນແຂງพบว่า ในทุกชุดการทดลองมีน้ำหนักสดลดลงมากขึ้นตามระยะเวลาที่ยาวนานขึ้น ซึ่งแสดงให้เห็นว่าແຫນແຂງไม่สามารถเจริญเติบโตได้ในน้ำเสียที่มาจากกระบวนการผลิตข้าวฮางอก ดังนั้น หากจะนำແຫນແຂงไปใช้ประโยชน์ในการบำบัดน้ำเสีย จะต้องพิจารณาปัจจัยต่าง ๆ ได้แก่ ความเข้มข้นของน้ำเสีย ปริมาณสารอาหารเริ่มต้นในน้ำเสีย ปริมาณน้ำหนักเริ่มต้นที่เหมาะสมของແຫນແຂງ ภาชนะและระยะเวลาในการบำบัด และน้ำเสีย ที่จะนำไปบำบัดด้วยແຫນແຂງ ควรผ่านการเติมอากาศในระยะเวลาหนึ่งก่อนเพื่อให้บำบัดมีปริมาณออกซิเจนเพียงพอและเพื่อป้องกันกลิ่นเหม็น และแมลงต่าง ๆ มาตอม อย่างไรก็ตาม การใช้ประโยชน์จากແຫນແຂງในการบำบัดน้ำเสียนับ เป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่ดี เนื่องจากภายหลังการบำบัดแล้วยังสามารถนำແຫນແຂงไปใช้ประโยชน์ได้หลากหลายอย่าง

### กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ คุณณรงค์ กุลจันทร์ ประธานกลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลุ่มผลิตข้าวอินทรีย์บ้านปลาบู่ ตำบลหนองแสง อำเภอลำดวน จังหวัดมหาสารคาม ที่ให้ความอนุเคราะห์ตัวอย่างน้ำเสียในการทดลอง

ขอขอบคุณ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ที่ให้การสนับสนุนงบประมาณในการดำเนินงานวิจัย

### เอกสารอ้างอิง

- กัลยา วงศ์ทหาร และ ชูลีมาศ บุญไทย อิวาย. (2561). รายงานผลการวิจัย เรื่อง การใช้แผนผังเพื่อบำบัดน้ำเสียชุมชน. สาขาวิชาทรัพยากรที่ดินและสิ่งแวดล้อม คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ชนิษฐา เจริญลาภ. (2555). รายงานผลการวิจัย เรื่อง ประสิทธิภาพของระบบสวนพีชลอยน้ำในการบำบัดน้ำทิ้งจากการฟอกย้อม. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ.
- ณรงค์ กุลจันทร์. (2564, กันยายน, 20). กระบวนการผลิตข้าวฮางอก. ประธานวิสาหกิจชุมชนกลุ่มผลิตข้าวอินทรีย์บ้านปลาบู่ ตำบลหนองแสง อำเภอลำดวน จังหวัดมหาสารคาม. แบบสัมภาษณ์.
- ณัฐสิมา โทจันทร์. (2553). การจัดการของเสียและน้ำเสียในฟาร์มสุกรโดยใช้แผนผัง [วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาทรัพยากรที่ดินและสิ่งแวดล้อม ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ประภากร ธาราฉาย. (2553, มิถุนายน 21). วัตถุประสงค์อาหารสัตว์ปีก. [http://www.as2.mju.ac.th/E-Book/t\\_prapakorn/21-06-53/.pdf](http://www.as2.mju.ac.th/E-Book/t_prapakorn/21-06-53/.pdf)
- พัฒน์ จันทร์โรทัย. (2536, กันยายน-ธันวาคม). ข้อพิจารณาในการใช้พื้นที่ปรับปรุงคุณภาพน้ำ. วารสารวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 11(3), 154-157.
- พันธ์ทิพย์ กล่อมแจ็ก และ ดำรงค์ดี สุวรรณศรี. (2556). รายงานผลการวิจัย เรื่อง การบำบัดและใช้น้ำเสียจากฟาร์มสุกรในการผลิตแผนผัง. คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- ศิริภรณ์ ชื่นบาล และ รุปน ชื่นบาล. (2559). รายงานผลการวิจัย เรื่อง การผลิตวัสดุปรับปรุงดินจากแผนผังที่เลี้ยงด้วยน้ำทิ้งจากถังย่อยไร้อากาศจากฟาร์มเลี้ยงสุกร. สาขาวิชาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้.
- ศิริลักษณ์ แก้วสุริยิต. (2564, สิงหาคม 20). "แผนผัง" พืชน้ำหมักจรรยา เปรียบเหมือนโรงงานผลิตปุ๋ย ใช้ปลูกข้าวเลี้ยงสัตว์ ทำเกษตรอินทรีย์ ช่วยลดต้นทุน. [https://www.technologychaoban.com/agricultural-technology/article\\_178311](https://www.technologychaoban.com/agricultural-technology/article_178311)
- สมตระกูล ราศิริ. (2549). มลพิษทางน้ำ. คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 5. (2563). การจัดการความรู้ เทคโนโลยีการใช้น้ำชีวภาพเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตพืชในเขตภาคกลางและภาคตะวันตก. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

## การหาปริมาณสารไตรฮาโลมีเทนในตัวอย่างน้ำดื่มด้วยเทคนิคแก๊สโครมาโทกราฟี Determination of trihalomethane in drinking water by gas chromatography

ภิรมย์ สุวรรณสม<sup>1\*</sup> ปนัดดา แทนสุโพธิ์<sup>1</sup> และ วุฒิกกร สายแก้ว<sup>2</sup>  
Pirom Suwannasom<sup>1\*</sup>, Panadda Tansupo<sup>1</sup> and Wutthikorn Saikaew<sup>2</sup>

<sup>1</sup> สาขาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, <sup>2</sup> สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

<sup>1</sup>Program of Chemistry, Faculty of science and technology, Rajabhat Maha Sarakham University, <sup>2</sup>Program of Environmental Science, Faculty of Science and Technology, Rajabhat Maha Sarakham University

\*Corresponding author. E-mail: pirom\_su@rmu.ac.th

### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาและพัฒนาวิธีหาปริมาณของสารไตรฮาโลมีเทน 3 ชนิดซึ่งได้แก่ คลอโรฟอร์ม โบรโมไดคลอโรมีเทน และโบรโมฟอร์ม ในตัวอย่างน้ำดื่มโดยใช้เทคนิคแก๊สโครมาโทกราฟี และได้ศึกษาปริมาณโซเดียมคลอไรด์ (1%, 5% 10% และ 15%) ที่เหมาะสมในการสกัด จากกราฟมาตรฐานพบว่าค่าสัมประสิทธิ์ของความเป็นเส้นตรงของ คลอโรฟอร์ม โบรโมไดคลอโรมีเทน และโบรโมฟอร์ม เท่ากับ 0.9998, 0.9997, และ 0.9999 ตามลำดับ ปริมาณโซเดียมคลอไรด์ที่ 10% โดยน้ำหนัก เป็นปริมาณที่เหมาะสมในการสกัด ซึ่งให้ค่าร้อยละการกลับคืนอยู่ในช่วง 95.22 ถึง 99.89 เมื่อนำวิธีนี้ไปใช้ในการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำดื่มจำนวน 10 ตัวอย่าง พบว่า ปริมาณคลอโรฟอร์มอยู่ในช่วง 0.09 ถึง 0.40 มิลลิกรัมต่อลิตร โบรโมไดคลอโรมีเทนอยู่ในช่วง 0.06 ถึง 0.15 มิลลิกรัมต่อลิตร พบปริมาณโบรโมฟอร์มอยู่ในช่วง 0.05 ถึง 0.15 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งสารไตรฮาโลมีเทนทั้ง 3 ชนิด ที่พบนี้มีปริมาณที่ไม่เกินมาตรฐาน จากเทคนิคนี้สามารถนำไปหาการตกค้างของสารไตรฮาโลมีเทนในตัวอย่างน้ำดื่มได้

**คำสำคัญ:** สารไตรฮาโลมีเทน, น้ำดื่ม, แก๊สโครมาโทกราฟี

### Abstract

This research was the study and develops method for determination of three types of trihalomethane compound including chloroform, bromodichloromethane and bromoform in drinking water using gas chromatography. The amounts of sodium chloride of extraction (1%, 5%, 10% and 15%) were studied. From standard curve found that the correlation coefficient ( $r^2$ ) of chloroform, bromodichloromethane and bromoform were 0.9998, 0.9997, and 0.9999, respectively. The sodium chloride concentration for the optimal extraction conditions were 10 % by weight with a percentage recovery of 95.22 to 99.89. This method was applied to the analysis of 10 samples of drinking water. The chloroform was found in the range of 0.09-0.40 mg/L, bromodichloromethane in the range of 0.06-0.15 mg/L, and bromoform in the range of 0.05-0.15 mg/L. The three types of trihalomethane substances found in this amount were not more than the standard. This technique can be used to determine the trihalomethane residues in drinking water samples.

**Keywords:** Trihalomethane compound, Drinking water, Gas chromatograph

### บทนำ

สารไตรฮาโลมีเทน (Trihalomethanes, THMs) เป็นสารประกอบที่มีสูตรทั่วไปเป็น  $CHX_3$  โดย X เป็นธาตุในกลุ่มฮาโลเจน ซึ่งอาจเป็นฟลูออรีน คลอรีน โบรมีน หรือไอโอดีน หรือมีธาตุเหล่านี้มากกว่า 1 ชนิดประกอบกัน สารไตรฮาโลมีเทน ที่พบในน้ำดื่มที่สำคัญมี 4 ชนิดคือ โบโรโมฟอร์ม ไดโบโรโมคลอโรมีเทน โบโรโมไดคลอโรมีเทน และคลอโรฟอร์ม และที่พบบ่อยที่สุดคือ คลอโรฟอร์ม สารไตรฮาโลมีเทนที่พบในน้ำดื่มเกิดจากปฏิกิริยาระหว่างคลอรีนซึ่งถูกเติมลงในน้ำเพื่อทำลายเชื้อโรคกับสารอินทรีย์ที่มีตามธรรมชาติในน้ำ และกับโบรมีนที่อาจมีอยู่ในน้ำ การตรวจพบสารไตรฮาโลมีเทนเป็นสิ่งชี้ว่า อาจมีสารอื่น ๆ ที่เกิดจากการเติมคลอรีนได้อีก การควบคุมระดับปริมาณของ THMs จะเป็นการทำให้ระดับสารเหล่านั้นถูกควบคุมด้วย THMs ทั้ง 4 ชนิดนี้ถูกดูดซึมได้ในระบบทางเดินอาหาร นอกจากนี้ คลอโรฟอร์มยังสามารถถูกดูดซึมได้จากการหายใจ และการสัมผัสทางผิวหนังด้วย International Agency for Research on Cancer (IARC) ได้จัดโบโรโมฟอร์ม และไดโบโรโมคลอโรมีเทน ไว้ในกลุ่มสารที่ไม่ใช่กลุ่มสารก่อมะเร็ง และจัดโบโรโมไดคลอโรมีเทนและคลอโรฟอร์มไว้ในกลุ่มสารที่มีความเป็นไปได้ที่จะก่อให้เกิดมะเร็งในคน ทั้งนี้โดยสรุปจากผลการศึกษาด้านพิษวิทยาในสัตว์ทดลอง ปัจจัยในการเกิดสารไตรฮาโลมีเทน เกิดขึ้นได้ในหลายปัจจัย เช่น ความเข้มข้นและชนิดของสารอินทรีย์ในน้ำ ความเข้มข้นของคลอรีนที่ใช้ ระยะเวลาสัมผัส พิเอช ดังนั้น การที่น้ำดื่มมีการปนเปื้อนทั้ง สารฮาโล หรือสารอินทรีย์ ตามธรรมชาติ เช่น กรดฮิวมิก-ฟัลวิก ซึ่งสามารถพบได้ทั่วไปทั้งในดินและในน้ำ โดยดินมีกรดฮิวมิกเป็นองค์ประกอบอยู่ร้อยละ 60-80 (จิราวรรณ, 2553) ซึ่งกรดฮิวมิก-ฟัลวิกสามารถตรวจได้ด้วยเครื่อง Spectrofluorometer ที่ค่า Emission Wavelength (Em) ช่วงความยาวคลื่น 425-255 nm และ Excitation Wavelength (Ex) ที่ความยาวคลื่น 250-260 nm (Chen et al., 2003)

ด้วยเหตุนี้องค์การอนามัยโลกจึงได้กำหนดปริมาณสูงสุดของสารเหล่านี้ที่จะมีได้ในน้ำดื่มโดยไม่ก่อให้เกิดอันตรายทั้งในระยะสั้นและระยะยาวไว้ดังนี้ โบโรโมฟอร์ม 100 ไมโครกรัมต่อลิตร ไดโบโรโมคลอโรมีเทน 100 ไมโครกรัม

ต่อลิตร โบรมไคโคลโรมีเทน 60 ไมโครกรัมต่อลิตรและคลอโรฟอร์ม 200 ไมโครกรัมต่อลิตร จะเห็นได้ว่ามีความจำเป็นที่จะต้องควบคุมระดับของ THMs ไม่ให้สูงกว่าเกณฑ์กำหนดขององค์การอนามัยโลก เพื่อให้ประชาชนมีความปลอดภัยจากการได้รับสารเหล่านี้ ในการควบคุมนั้นจะต้องใช้วิธีการตรวจสอบทางห้องปฏิบัติการที่เหมาะสมที่สามารถตรวจวิเคราะห์ได้แม้ในระดับต่ำ ๆ ถึงส่วนในพันล้านส่วน (ไมโครกรัมต่อลิตร) เช่น liquid-liquid extraction gas chromatographic method, purge and trap gas chromatographic method และ purge and trap gas chromatographic / mass spectrometric method ซึ่งทั้ง 3 วิธีนี้ได้รับการรับรองจาก Environmental Protection Agency ของสหรัฐอเมริกา และ Standard Methods for Water and Waste Water (EPA Method 551., 1995)

ดังนั้นในงานวิจัยนี้วัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาวิธีการสกัด THMs จากตัวอย่างน้ำดื่มด้วยวิธีที่รวดเร็วและหาปริมาณด้วยเทคนิคแก๊สโครมาโทกราฟี-อีซีดี และได้ทำการทดสอบความถูกต้อง ความแม่นยำ ของวิธีการทดลองและความเป็นเส้นตรงในช่วงความเข้มข้นของ THMs ที่มีในน้ำดื่ม เพื่อประกันว่าเป็นว่าเป็นวิธีที่สามารถนำมาใช้ในการตรวจวิเคราะห์น้ำดื่มอย่างมีประสิทธิภาพและเป็นที่ยอมรับได้ และได้ใช้วิธีดังกล่าวทำการสำรวจหาปริมาณ THMs ในน้ำประปาที่เก็บมาจากหอพัก เพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการคุ้มครองผู้บริโภคในด้านการตกค้างของ THMs ซึ่งยังไม่เคยมีการรายงานในจังหวัดมหาสารคาม

#### วิธีดำเนินการวิจัย

1. สารเคมีและสารละลายมาตรฐาน โซเดียมคลอไรด์ (NaCl) และ เฮกเซน (n-hexane) ชื้อจากบริษัท Carlo Erba ประเทศ ฝรั่งเศส และสารละลายมาตรฐานไตรฮาโลมีเทน 100 มิลลิกรัมต่อลิตร (โบรมไคโคลโรมีเทน โบรมไคโคลโรฟอร์ม) จากบริษัท Sigma Aldrich, อเมริกา

2. การเตรียมสารละลายมาตรฐาน และสร้างกราฟมาตรฐาน สารละลายมาตรฐานไตรฮาโลมีเทน ความเข้มข้น 100 มิลลิกรัมต่อลิตร นำมาเตรียมที่ความเข้มข้น 0.1, 0.2, 0.4 และ 0.8 มิลลิกรัมต่อลิตร ปิเปตสารละลายมาตรฐานไตรฮาโลมีเทนมา 0.25, 0.5, 1 และ 2 ใสขวดวัดปริมาตรขนาด 25 มิลลิตร แล้วปรับปริมาตรด้วยเฮกเซนจนได้ปริมาตรเท่ากับ 25 มิลลิตร

3. การเตรียมและวิเคราะห์ตัวอย่าง ตัวอย่างน้ำดื่มที่เก็บจากตู้กดน้ำ จะทำการแช่เย็นที่อุณหภูมิต่ำกว่า 4 องศาเซลเซียสทันทีก่อนทำการวิเคราะห์ ทำการสกัดโดยนำน้ำดื่ม ปริมาตร 25 มิลลิตร ผสมกับเฮกเซนปริมาตร 25 มิลลิตร ลงในกรวยแยก จากนั้นเติมโซเดียมคลอไรด์ที่มีความเข้มข้น 1-15 % โดยน้ำหนัก เขย่าจนแยกชั้นแล้วใสสารต้านล้างทิ้ง ทำการสกัด 3 ครั้ง นำสารส่วนข้างบนไปบรรจุในขวดvial แล้วนำไปตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี-อีซีดี

4. การศึกษาความถูกต้องของวิธีที่ใช้ในการวิเคราะห์ เตรียมสารละลายมาตรฐานไตรฮาโลมีเทนลงในน้ำดื่ม ตัวอย่าง ทำการสกัดด้วยวิธีที่พัฒนาขึ้น จากนั้นวิเคราะห์หาปริมาณของสารไตรฮาโลมีเทน ที่อยู่ในตัวอย่าง โดยการทำให้ความเข้มข้นละ 5-7 ครั้ง แล้วคำนวณหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ (%RSD) และค่าร้อยละของการกลับคืน (%Recovery) ดังสมการ

$$\text{ร้อยละการกลับคืน (\%)} = (\text{ค่าความเข้มข้นที่อ่านได้} / \text{ค่าความเข้มข้นจริง}) \times 100 \quad (1)$$

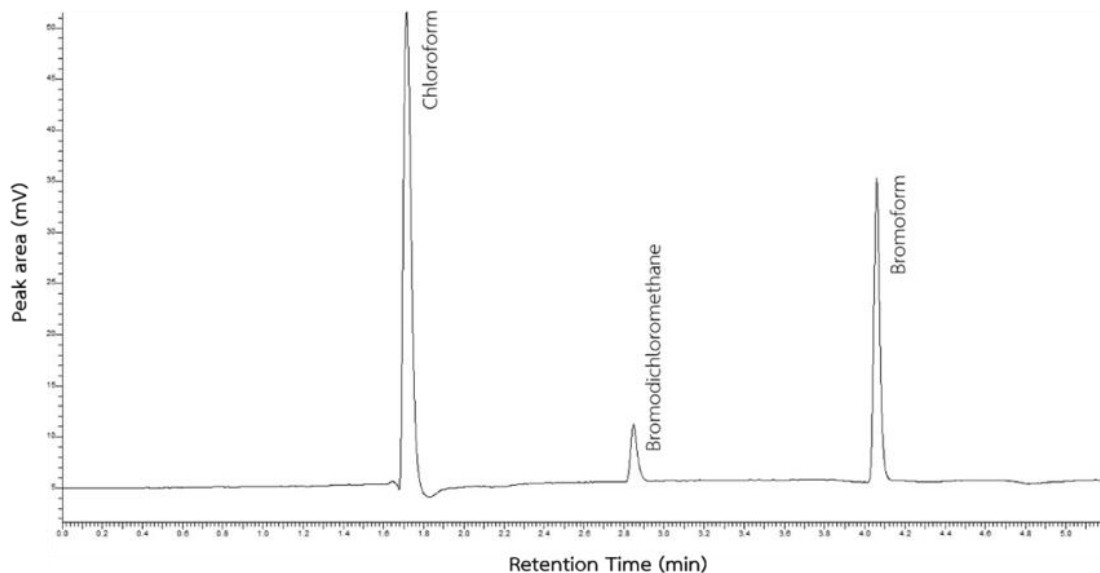
5. สภาพของเครื่องมือ วิเคราะห์โดยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟีจากบริษัท Perkin Elmer รุ่น Clarus 580 คอลัมน์ที่ใช้ Elite-624ms Capillary Column, 30m x 0.32mm, 1.80 $\mu$ m สภาพ column oven 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 นาที injector 150 องศาเซลเซียส, detector 200 องศาเซลเซียส, carrier gas (N<sub>2</sub>) 2ml/min, makeup gas (He) 10 ml/min

### ผลการวิจัยและอภิปรายผล

จากผลการทดลอง เมื่อสร้างกราฟมาตรฐานที่แสดงความสัมพันธ์ของความเข้มข้นของสาร THMs แต่ละชนิด กับค่าพื้นที่ใต้พีค ก่อนที่จะนำไปหาปริมาณตัวอย่าง พบว่าความสัมพันธ์เป็นเส้นตรง โดยมีค่า  $r^2$  ดังแสดงในตารางที่ 1 จากตารางแสดงให้เห็นว่าวิธีการวิเคราะห์มีความแม่นยำและความน่าเชื่อถือของข้อมูล และโครมาโทแกรมของสารละลายมาตรฐาน THMs แสดงในภาพที่ 1 จะเห็นว่าด้วยสภาวะที่ใช้สามารถแยกสารทั้ง 3 ชนิดแยกออกจากกันได้ดี และมีประสิทธิภาพ

ตารางที่ 1 แสดงค่าความเป็นเส้นตรงในการวิเคราะห์ของสารละลายมาตรฐานไตรฮาโลมีเทน

ชนิดสาร	สมการเชิงเส้น	$r^2$
คลอโรฟอร์ม (CHCl <sub>3</sub> )	$y = 125979x + 10557$	0.9998
โบรโมไดคลอโรมีเทน (CHCl <sub>2</sub> Br)	$y = 67857x - 4016.3$	0.9997
โบรโมฟอร์ม (CHBr <sub>3</sub> )	$y = 379925x - 17127$	0.9999

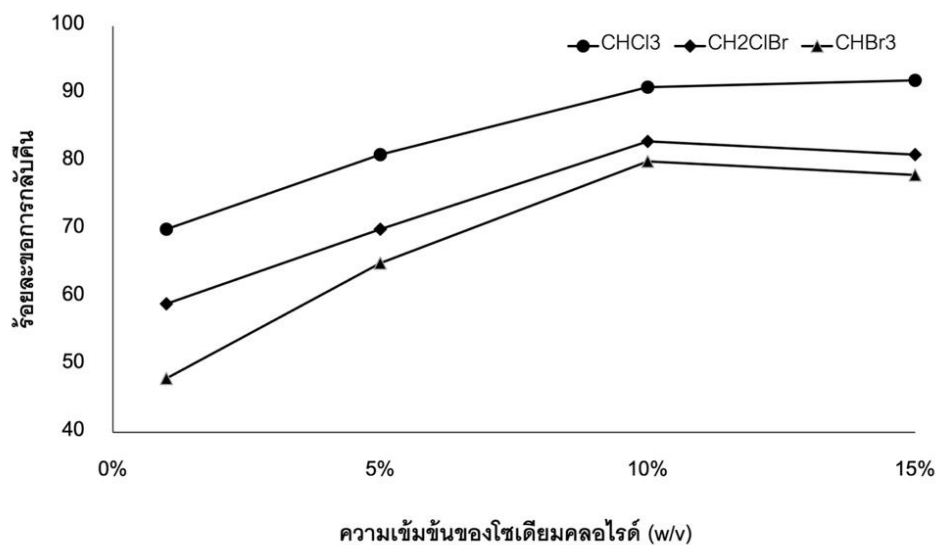


ภาพที่ 1 โครมาโทแกรมของสารละลายมาตรฐานไตรฮาโลมีเทน (THMs mixture) (1) คลอโรฟอร์ม (CHCl<sub>3</sub>) (2) โบรโมไดคลอโรมีเทน (CHCl<sub>2</sub>Br) (3) โบรโมฟอร์ม (CHBr<sub>3</sub>)

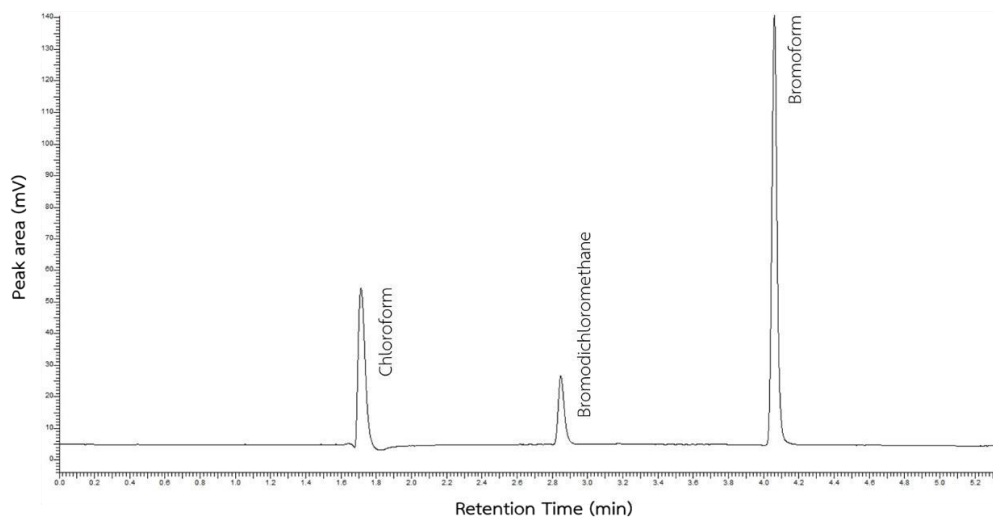
วิธีที่ได้ทำการศึกษาพบว่ามีความชัดเจนจำกัดของการตรวจวัด (LOQ) ที่ 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร และที่ระดับ LOQ นี้ก็ได้ศึกษาความแม่นยำและความถูกต้องของข้อมูล โดยการเติมสามารถมาตรฐานลงในตัวอย่างน้ำดื่ม และทำการวิเคราะห์

5-7 ซ้ำ สามารถคำนวณค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ (%RSD) ในช่วง 2-3 เปอร์เซ็นต์ และค่าร้อยละของการ  
กลับคืน (%Recovery) ในช่วง 72-89 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งพบว่าวิธีการทดลองนั้นมีประสิทธิภาพ และน่าเชื่อถือ

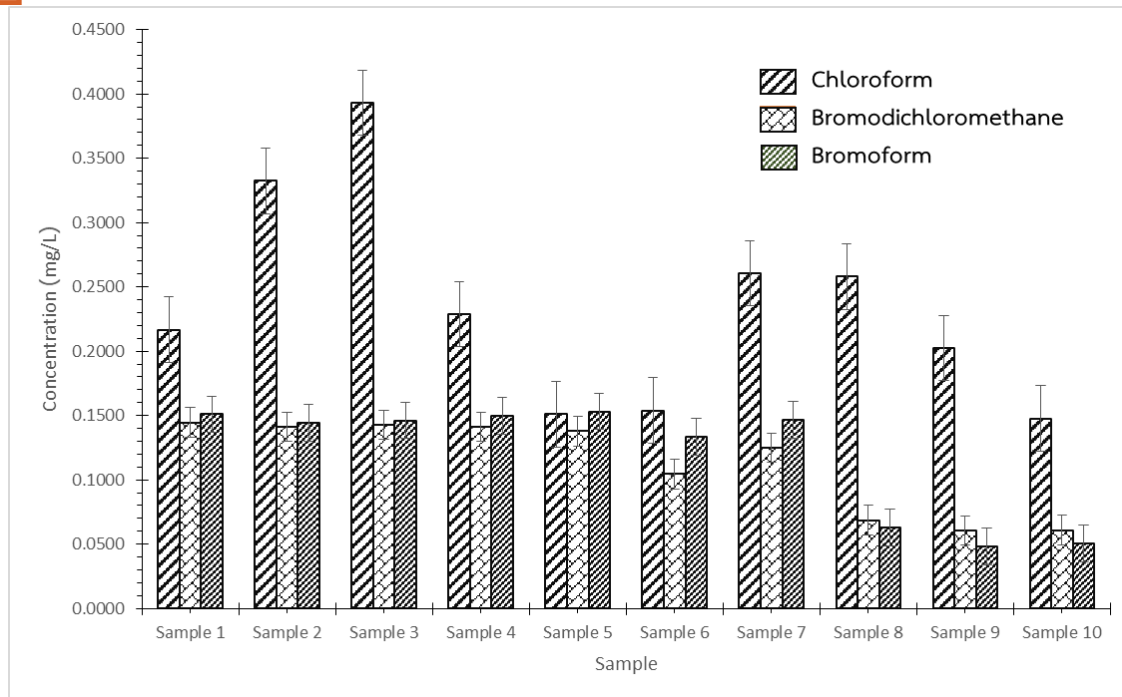
จากการศึกษาปริมาณโซเดียมคลอไรด์ที่ใช้ในการสกัดที่มีผลต่อปริมาณสารไตรฮาโลมีเทน พบว่าปริมาณของ  
โซเดียมคลอไรด์ที่เหมาะสมในการสกัดคือ 10 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ดังแสดงใน**ภาพที่ 2** เมื่อเพิ่มปริมาณของ  
โซเดียมคลอไรด์ จะทำให้ร้อยละของการกลับคืนมากถึง 95 เปอร์เซ็นต์สำหรับคลอโรฟอร์ม โบรโมไดคลอโรมีเทน 98  
เปอร์เซ็นต์ และ โบรโมฟอร์ม 93 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้ เนื่องจากเมื่อเราเพิ่มปริมาณโซเดียมคลอไรด์ ลงไป จะทำให้ไปเพิ่ม  
ไอออนของสารละลายในน้ำ ส่งผลให้ปริมาณของสารไตรฮาโลมีเทน ที่อยู่ในน้ำเข้าไปอยู่ในชั้นอินทรีย์(เฮกเซน)  
มากขึ้น ทำให้สามารถสกัดสารได้เพิ่มขึ้น (Aguilera-H. et al., 2008)



ภาพที่ 2 แสดงปริมาณโซเดียมคลอไรด์ที่มีผลต่ออัตราการสกัดสาร



ภาพที่ 3 โครมาโทแกรมของตัวอย่างน้ำดื่ม (1) คลอโรฟอร์ม (CHCl<sub>3</sub>) (2)โบรโมได คลอโรมีเทน (CHCl<sub>2</sub>Br)  
(3) โบรโมฟอร์ม (CHBr<sub>3</sub>)



ภาพที่ 4 ปริมาณสารไตรฮาโลมีเทนในตัวอย่างน้ำดื่มที่จุดต่าง ๆ

และจากสภาวะที่เหมาะสม เมื่อทำการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำดื่มในจังหวัดมหาสารคาม จำนวน 10 ตัวอย่าง ด้วยวิธีนี้พบว่าตัวอย่างน้ำดื่ม มี THMs ทุกตัวอย่างโดยตรวจพบปริมาณคลอโรฟอร์มอยู่ในช่วง 0.09 ถึง 0.40 มิลลิกรัมต่อลิตร โบรโมไดคลอโรมีเทนอยู่ในช่วง 0.06 ถึง 0.15 มิลลิกรัมต่อลิตร พบปริมาณโบรโมฟอร์มอยู่ในช่วง 0.05 ถึง 0.15 มิลลิกรัมต่อลิตร จากวิเคราะห์พบว่าปริมาณของ THMs ยังไม่เกินค่ามาตรฐานของกระทรวงสาธารณสุข แต่มีผู้ก่น้ำดื่มบางผู้ต้องเฝ้าระวังเนื่องจากใกล้เกินค่ามาตรฐาน

### สรุปผล

วิธีการวิเคราะห์สารไตรฮาโลมีเทนในน้ำดื่มใช้เทคนิคนี้สามารถวิเคราะห์ปริมาณไตรฮาโลมีเทนในระดับต่ำ ๆ ได้ โดยวิธีการนี้มีความยุ่งยากในการเตรียมตัวอย่าง และวิเคราะห์ อย่างไรก็ตามจะต้องใช้ความระมัดระวังอย่างสูง เพราะอาจมีการปนเปื้อนเกิดขึ้นได้ จากวิธีที่พัฒนาขึ้นสามารถวิเคราะห์ตัวอย่างได้ครั้งละหลายๆ ประมาณ 20-30 ตัวอย่างต่อวัน จัดได้ว่าเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพสูง และมีความแม่นยำ ความถูกต้องอยู่ในเกณฑ์ดี อีกทั้งวิธีการนี้สามารถนำไปวิเคราะห์ในหน่วยงานต่าง ๆ ได้ เพื่อคุ้มครองผู้บริโภคน้ำดื่มได้เป็นอย่างดี

### กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ ศูนย์วิทยาศาสตร์ และ สาขาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ที่ให้สถานที่และให้ความอนุเคราะห์เครื่องมือต่าง ๆ ตลอดการทำวิจัย



### เอกสารอ้างอิง

- จิราวรรณ จานทอง. (2553). ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดสารไตรฮาโลมีเทนในน้ำประปาและน้ำสระว่ายน้ำที่ฆ่าเชื้อโรคด้วยคลอรีน. [วิทยานิพนธ์ ปริญญาโทมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยศิลปากร
- Aguilera-H., E., Lucena, R., Cárdenas, S. & Valcárcel, M. (2008). Determination of trihalomethanes in waters by ionic liquid-based single drop microextraction/gas chromatographic/mass spectrometry. *J. Chromatogr. A*. 1209, 76–82
- Chen, W., Westerhoff, P., Leenheer, Jerry A. & Booksh, K.. (2003). Fluorescence excitation – Emission matrix regional integration to quantify spectra for dissolved organic matter. *Environ. Sci. Technol.* 37, 5701-5710.
- EPA Method 551,(1995). *Determination of Chlorination Disinfection Products and Chlorinated Solvents in Drinking Water by Liquid–Liquid Extraction and Gas Chromatography with Electron- Capture Detection*, US Environmental Protection Agency (EPA).
- Ristoiu, D., von Gunten, U., Mocan, A., Chira, R., Siegfried, B., Kovacs, M.H. & Vancea, S. (2009). Trihalomethane formation during water disinfection in four water supplies in the Somes river basin in Romania. *Environ Sci Pollut Res*, 16(1), 55–65. <https://doi.org/10.1007/s11356-009-0100-1>
- Uyak, V. & Toroz, I. (2007). Disinfection by- product precursors reductions by various coagulation techniques in Istanbul water supplies. *J. Hazard. Mater.* 141, 320-328.
- World Health Organization. (2011). *Guidelines for Drinking-Water Quality* (4<sup>th</sup> ed.). WHO press.

## ผลของโปรแกรมการบริหารสมองเพื่อป้องกันภาวะสมองเสื่อมของผู้สูงอายุ ในสถานสงเคราะห์คนชรา

The Effect of Brain Activation Program to Prevent Dementia among the Elderly in  
the Almshouse

นิชมน ทิพย์โอสถ\* และ ธนิดา ผาติเสนะ  
Nichamon Thiposod\* and Tanida Phatisena

คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา  
Faculty of Public Health, Nakhon Ratchasima Rajabhat University

\*Corresponding author. Email: nichamonthiposod@gmail.com

### บทคัดย่อ

การวิจัยแบบกึ่งทดลองครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของโปรแกรมการบริหารสมองเพื่อป้องกันภาวะสมองเสื่อมของผู้สูงอายุในสถานสงเคราะห์คนชรา โดยใช้แนวคิดการบริหารสมองและทฤษฎีการรับรู้ความสามารถของตนเอง ประยุกต์ใช้ร่วมกัน กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย ได้แก่ ผู้สูงอายุที่มีอายุตั้งแต่ 60-80 ปี ทั้งเพศหญิงและเพศชาย เป็นผู้สูงอายุกลุ่มติดสังคมไม่มีภาวะสมองเสื่อม จำนวน 66 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 33 คน เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ โปรแกรมส่งเสริมสุขภาพผู้สูงอายุตามแนวคิดการบริหารสมองประยุกต์ใช้ร่วมกับทฤษฎีการรับรู้ความสามารถตนเอง เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบทดสอบความรู้ความเข้าใจภาวะสมองเสื่อมในผู้สูงอายุ มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.80 แบบสอบถามการรับรู้ความสามารถของผู้สูงอายุในการบริหารสมอง แบบสอบถามการรับรู้ความคาดหวังต่อผลของการบริหารสมองในผู้สูงอายุ แบบสอบถามพฤติกรรมกรรมการบริหารสมอง มีค่าความเชื่อมั่น 0.79, 0.82, 0.85 ตามลำดับ และแบบทดสอบภาวะสมองเบื้องต้นฉบับภาษาไทย วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติ ความถี่ ร้อยละ ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน Pair-Samples T-Test และ Independent-Samples T-Test

ผลการศึกษา พบว่า ภายหลังจากการทดลอง กลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความรู้ ความเข้าใจภาวะสมองเสื่อม การรับรู้ความสามารถตนเองในการบริหารสมอง ความคาดหวังในผลลัพธ์ของการปฏิบัติตัวในการบริหารสมอง พฤติกรรมการบริหารสมอง ภาวะสมอง สูงกว่าก่อนการทดลอง และสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < .05$ )

**คำสำคัญ:** การบริหารสมอง, ภาวะสมองเสื่อม, โปรแกรมส่งเสริมสุขภาพผู้สูงอายุ

## Abstract

This semi-experimental research it aims to study the results of brain activation programs to prevent dementia of the elderly in almshouse. Using brain activation concepts and self-efficacy theory, they are applied together. Samples in the research included older adults aged 60 - 80 , both female and male 66 elderly people in the socially addicted group without dementia, divided into trial and control groups, each of which contained 33 persons. The instruments used in the experiment were the program to promote the health of the elderly based on the concept of brain activation applied in conjunction with the theory of self-efficacy. The tools used to collect data are dementia cognitive test in the elderly there was a confidence value of 0.80, questionnaire perceived self-efficacy to brain activation, questionnaire outcome expectation to brain activation in the elderly, questionnaire on brain activation behavior, it has a confidence value of 0.79, 0.82, 0.85 respectively. And the Thai Mental State Examination; TMSE. Analyze data with statistics, frequency, percentage, maximum value, minimum value, average, standard deviation, Pair- Samples T-Test, and Independent-Samples T - Test.

The results showed that after the experiment, The trial group had average scores on cognitive, cognitive dementia, self-efficacy of the ability to activation the brain, expectations in the results of conduct in brain activation, brain activation behavior, demantia is higher than before the trial and statistically significantly higher than the control group ( $p < .05$ ).

**Keyword:** Brain activation, Dementia, elderly health promotion program

## บทนำ

ปัจจุบันทั่วโลกก้าวเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุโดยแต่ละประเทศจะมีจำนวนประชากรที่มีอายุ 60 ปีขึ้นไปต่างกันไปตามแต่ละทวีป ถ้าประเทศไหนที่มีประชากรอายุ 65 ปีขึ้นไปประเทศนั้นเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุอย่างเต็มที่ ทั้งนี้องค์การสหประชาชาติ คาดการณ์ว่า ในช่วงปี 2001 - 2100 เป็นศตวรรษแห่งผู้สูงอายุ โลกกำลังก้าวเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุซึ่งแต่ละประเทศจะเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุแตกต่างกันตามสภาพแวดล้อมของแต่ละประเทศ เช่น ความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ การพัฒนาทางด้านการแพทย์ โภชนาการด้านอาหาร (สมศรี นวรัตน์, 2559) สำหรับประเทศไทย สำนักงานสถิติแห่งชาติ (2543) สรุปว่าประเทศไทยกำลังก้าวเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุ ตั้งแต่ปี 2543 โดยมีประชากรผู้สูงอายุร้อยละ 10.4 ของประชากรทั้งประเทศและคาดว่าจะเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุโดยสมบูรณ์ในช่วงปี 2567-2568 ซึ่งปัญหาที่ตามมาจกจำนวนประชากรผู้สูงอายุที่เพิ่มสูงขึ้น จะมีการเปลี่ยนแปลงในทางที่เสื่อมลงทั้งด้านร่างกาย จิตใจและสังคมเกิดปัญหาทางสุขภาพและกลายเป็นภาวะพึ่งพิงได้

ภาวะสมองเสื่อม เป็นภาวะที่พบบ่อยในผู้ป่วยสูงอายุ โดยเฉพาะในปัจจุบันและอนาคต จำนวนประชากรมีอายุเฉลี่ยยาวนานขึ้นจะพบว่าผู้ป่วยมีภาวะสมองเสื่อมเพิ่มมากขึ้น จากข้อมูลขององค์การอนามัยโลกปี 2012 พบว่าในกลุ่มประเทศอาเซียน มีอัตราความชุกของภาวะสมองเสื่อม ประมาณร้อยละ 6.3 ของประชากรอายุมากกว่า 60 ปีขึ้นไป (สถาบันประสาทวิทยา,2557) ถ้าคำนวณตามการคาดประมาณแนวโน้มประชากรผู้สูงอายุในประเทศไทยปี

2553 ข้างต้น จะพบผู้ป่วยภาวะสมองเสื่อมถึง 473,760 คน สอดคล้องกับการศึกษาของ มุกดา หนูยศรี (2559) พบว่า ภาวะสมองเสื่อมเป็นโรคเรื้อรังที่พบมากในผู้สูงอายุ เป็นกลุ่มอาการที่เกิดจากความผิดปกติในการทำงานของสมอง ด้านความคิดและสติปัญญา ภาวะสมองเสื่อมมีสาเหตุมาจากความผิดปกติของเซลล์ประสาทในสมองและความผิดปกติจากส่วนอื่นของร่างกายที่ส่งผลให้สมองทำหน้าที่ผิดปกติ ส่วนปัจจัยเสี่ยงของภาวะสมองเสื่อมมีทั้งปัจจัยเสี่ยงที่ปรับเปลี่ยนได้และปรับเปลี่ยนไม่ได้ มีอาการความจำเสื่อมเป็นอาการเด่นและมีอาการเปลี่ยนแปลงทางด้านพฤติกรรม บุคลิกภาพและอารมณ์ โดยอาการจะรุนแรงขึ้นเรื่อย ๆ จากระยะเริ่มแรกมีเพียงความผิดพลาดในอาชีพ การงานและสังคมบ่อยขึ้นเรื่อย ๆ ระยะกลางจะเกิดความสูญเสียความสามารถในการปฏิบัติกิจวัตรประจำวันและระยะสุดท้ายมีอาการรุนแรงมากจนไร้สมรรถภาพทุกอย่างและจำตัวเองไม่ได้

สถานการณ์ผู้สูงอายุในจังหวัดนครราชสีมา พบว่า จำนวนผู้สูงอายุ 60 ปีขึ้นไปมีจำนวน 400,496 คนคิดเป็นร้อยละ 15.4 ของจำนวนประชากรทั้งหมด 2,631,435 คน (สำนักงานสถิติจังหวัดนครราชสีมา, 2560) และสถานการณ์ปัญหาสุขภาพจิตของนครชัยบุรีนทร์พบผู้สูงอายุที่มีความเสี่ยงต่อภาวะซึมเศร้าในจังหวัดนครราชสีมาคิดเป็นร้อยละ 10.93 ของจำนวนประชากร 3,090 คน จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่าผู้สูงอายุที่มีภาวะซึมเศร้ามีโอกาสเสี่ยงต่อภาวะสมองเสื่อมมากกว่าผู้สูงอายุที่ไม่มีภาวะซึมเศร้า เห็นได้ชัดว่าผู้สูงอายุประสบปัญหาทั้งทางด้านสุขภาพกายและสุขภาพจิตซึ่งการที่จะช่วยให้ผู้สูงอายุสามารถปรับเปลี่ยนพฤติกรรมได้ต้องเกิดการรับรู้ความสามารถของตนเองและจากการศึกษาของ ทีปภา แจ่มกระจ่าง และคณะ (2560) ได้ศึกษาผลของโปรแกรมการส่งเสริมสมรรถนะแห่งตนและการสนับสนุนทางสังคมต่อความร่วมมือในการรับประทานยาและความดันโลหิตของผู้สูงอายุโรคความดันโลหิตสูงในชุมชนเมื่อกลุ่มทดลองได้รับโปรแกรมเป็นระยะเวลา 9 สัปดาห์ พบว่า กลุ่มทดลองที่ได้รับโปรแกรมมีพฤติกรรมความร่วมมือในการรับประทานยาสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < .05$ ) และระดับ ความดันซิสโตลิกและไดแอสโตลิกต่ำกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < .05$ )

จากจำนวนผู้สูงอายุในสถานสงเคราะห์คนชราบ้านธรรมปกรณ์วัดม่วง อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา จำนวน 77 คน (สถานสงเคราะห์คนชราบ้านธรรมปกรณ์วัดม่วง, 2561) ผ่านแบบประเมินผู้สูงอายุตามกลุ่มศักยภาพตามความสามารถในการประกอบกิจวัตรประจำวัน ( Barthel Activities Of Daily Living : ADL ) เป็นกลุ่มติดสังคมจำนวน 38 คน ในจำนวนนี้มีผู้สูงอายุโรคความดันโลหิตสูง 13 คน ผู้สูงอายุโรคเบาหวาน 1 คนและผู้สูงอายุโรคความดันโลหิตสูงและเบาหวาน 7 คนทุกคนมีภาวะไขมันในเลือดสูงและจากการศึกษาผู้สูงอายุในสถานสงเคราะห์คนชราบ้านธรรมปกรณ์วัดม่วงส่วนใหญ่มีภาวะซึมเศร้าระดับปานกลางร้อยละ 49.37 ถือเป็นกลุ่มเสี่ยงของภาวะสมองเสื่อม แต่ถ้ามีการส่งเสริมสุขภาพที่ดี จัดกิจกรรมที่เหมาะสมจะสามารถเปลี่ยนผู้สูงอายุจากภาวะให้เป็นพลังได้ จากการทบทวนวรรณกรรมแนวคิดการบริหารสมอง สามารถทำให้ผู้สูงอายุมีความสุข สมรรถภาพร่างกายแข็งแรงสมรรถภาพสมองและคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น ดังนั้นผู้วิจัยในฐานะพยาบาลวิชาชีพของสถานฯ เห็นถึงความสำคัญของผู้สูงอายุและเพื่อป้องกันภาวะสมองเสื่อม ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาผลของโปรแกรมส่งเสริมสุขภาพผู้สูงอายุตามแนวคิดการบริหารสมองโดยประยุกต์ใช้ร่วมกับทฤษฎีการรับรู้ความสามารถของตนเองของ (Bandura, 1977) ซึ่งจะส่งผลให้ผู้สูงอายุมีสมรรถภาพทางสมองที่ดีขึ้นต่อไป

### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบผลของโปรแกรมการบริหารสมองเพื่อป้องกันภาวะสมองเสื่อมของผู้สูงอายุในสถานสงเคราะห์คนชรา โดยเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยภายในกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบ ก่อนและหลังการทดลองในเรื่อง 1) ความรู้ ความเข้าใจของภาวะสมองเสื่อม 2) การรับรู้ความสามารถของตนเองในการบริหารสมอง 3) ความคาดหวังในผลลัพธ์ของการปฏิบัติตัวในการบริหารสมอง 4) พฤติกรรมการบริหารสมอง และ 5) ภาวะสมองของผู้สูงอายุ

2. เพื่อเปรียบเทียบผลของโปรแกรมการบริหารสมองเพื่อป้องกันภาวะสมองเสื่อมของผู้สูงอายุในสถานสงเคราะห์คนชรา โดยเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบ ก่อนและหลังการทดลองในเรื่อง 1) ความรู้ ความเข้าใจของภาวะสมองเสื่อม 2) การรับรู้ความสามารถของตนเองในการบริหารสมอง 3) ความคาดหวังในผลลัพธ์ของการปฏิบัติตัวในการบริหารสมอง 4) พฤติกรรมการบริหารสมอง และ 5) ภาวะสมองของผู้สูงอายุ

### กรอบแนวคิดในการวิจัย

#### ตัวแปรต้น

#### ตัวแปรตาม

โปรแกรมส่งเสริมสุขภาพผู้สูงอายุตามแนวคิดการบริหารสมองประยุกต์ใช้ร่วมกับทฤษฎีการรับรู้ความสามารถของตนเอง Bandura (1977) ประกอบด้วย

1. กิจกรรมการให้ความรู้เรื่องภาวะสมองเสื่อม ปัจจัยเสี่ยง และการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมสุขภาพ การบริโภคอาหาร การบริหารสมองและการผ่อนคลายความเครียด
2. การสร้างการรับรู้ความสามารถของตนเอง กิจกรรมรับชมสื่อวีดิทัศน์ SUPER 60+ อัศจรรย์ะพันธุ์เก่า ตอน วีระบุรุษผู้รักษาดีเก่าความจำ ตัวแบบ บุคคลที่มีทักษะความจำ กิจกรรมแลกเปลี่ยนเรียนรู้การใช้คำพูดชักจูง
3. การสร้างความคาดหวังในผลลัพธ์ของการปฏิบัติตัว กิจกรรมแลกเปลี่ยนเรียนรู้ การบริหารสมอง กิจกรรมการผ่อนคลายความเครียด กิจกรรมการฝึกให้ผู้สูงอายุสามารถสังเกต เรียนรู้และบันทึกพฤติกรรมที่เกิดขึ้นด้วยตนเองด้วยสมุดบันทึกสุขภาพประจำตัว

1. ความรู้-ความเข้าใจเกี่ยวกับภาวะสมองเสื่อม
2. การรับรู้ความสามารถของตนเองในการบริหารสมอง
3. ความคาดหวังในผลลัพธ์ของการปฏิบัติตัวในการบริหารสมอง
4. พฤติกรรมการบริหารสมอง
5. ภาวะสมอง

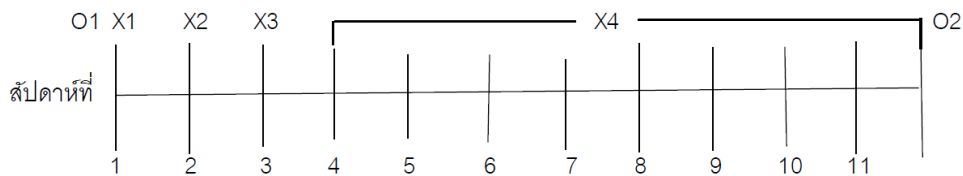
ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

### วิธีดำเนินการวิจัย

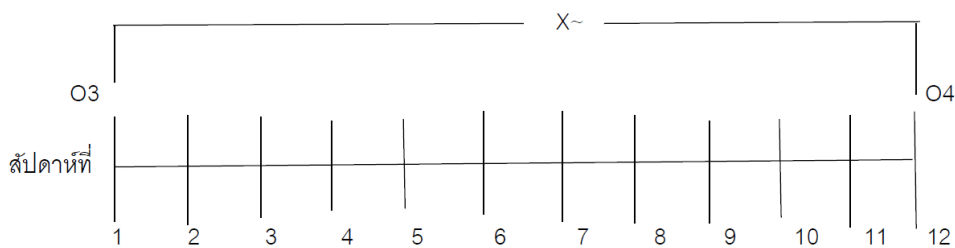
การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-experimental Research) ชนิด 2 กลุ่ม เพื่อศึกษาผลของโปรแกรมส่งเสริมสุขภาพผู้สูงอายุเพื่อป้องกันภาวะสมองเสื่อมในสถานสงเคราะห์คนชรา โดยแบ่งกลุ่มทดลอง (Experimental Group) เป็นกลุ่มที่ได้รับโปรแกรมส่งเสริมสุขภาพผู้สูงอายุเพื่อป้องกันภาวะสมองเสื่อมและกลุ่มเปรียบเทียบ

(Comparison Group) ได้รับกิจกรรมตามปกติของสถานสงเคราะห์เก็บรวบรวมข้อมูลก่อนและหลังการทดลอง ใช้เวลาในการดำเนินการวิจัย 12 สัปดาห์

กลุ่มทดลอง



กลุ่มเปรียบเทียบ



ภาพที่ 2 วิธีดำเนินการวิจัย

X1 หมายถึง การให้ความรู้เกี่ยวกับภาวะสมองเสื่อม ในสัปดาห์ที่ 1 ในกลุ่มเสี่ยงภาวะสมองเสื่อม เพื่อสร้างความรู้ ความเข้าใจภาวะสมอง

X2 หมายถึง การสร้างการรับรู้ความสามารถของตนเอง ในสัปดาห์ที่ 2 ด้วยกิจกรรมการรับชมสื่อวีดิทัศน์ SUPER 60+ อัศจรรย์ะพันธุ์เก่า ตอน วีระบุรุษผู้รักชาติเก่าความจำเพื่อให้เห็นตัวแบบบุคคลที่มีทักษะความจำ กิจกรรมการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ การใช้คำพูดชักจูง

X3 หมายถึง การสร้างความคาดหวังในผลลัพธ์ของการปฏิบัติตัว ในสัปดาห์ที่ 3 ด้วยกิจกรรมการแลกเปลี่ยนเรียนรู้การบริหารสมอง กิจกรรมการฝึกให้ผู้สูงอายุสังเกต เรียนรู้และบันทึกพฤติกรรมที่เกิดขึ้นด้วยตนเองด้วยสมุดบันทึกสุขภาพประจำตัว

X4 - X12 หมายถึง การสร้างความคาดหวังในผลลัพธ์ของการปฏิบัติตัว ในสัปดาห์ที่ 4 – 12 ด้วยกิจกรรมการบริหารสมองร่วมกับกิจกรรมการผ่อนคลายความเครียด 3 ครั้ง/สัปดาห์ในวันจันทร์ วันพุธ และวันศุกร์

สัปดาห์ที่ 12 สรุปผลการจัดโปรแกรมและกล่าวอำลา ปิดการจัดโปรแกรม

X~ หมายถึง กิจกรรมที่ได้รับตามปกติ ในกลุ่มเปรียบเทียบ

O<sub>1</sub>, O<sub>3</sub> หมายถึง การเก็บรวบรวมข้อมูลก่อนการทดลองในกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบ ได้แก่ การสร้างความรู้เรื่องภาวะสมองเสื่อม การรับรู้ความสามารถของตนเอง ความคาดหวังในผลลัพธ์ พฤติกรรมการบริหารสมอง เพื่อป้องกันภาวะสมองเสื่อม ภาวะสมอง

O<sub>2</sub>, O<sub>4</sub> หมายถึง การเก็บรวบรวมข้อมูลก่อนการทดลองในกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบ ได้แก่ การสร้างความรู้เรื่องภาวะสมองเสื่อม การรับรู้ความสามารถของตนเอง ความคาดหวังในผลลัพธ์ พฤติกรรมการบริหารสมอง เพื่อป้องกันภาวะสมองเสื่อม ภาวะสมอง

### เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการทำวิจัยผู้วิจัยสร้างขึ้นจากการศึกษาทฤษฎีการรับรู้ความสามารถของตนเอง รวมทั้ง ทบทวนรายงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ประกอบด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ โปรแกรมการส่งเสริมสุขภาพผู้สูงอายุเพื่อป้องกันภาวะสมองเสื่อม ร่วมกับการบริหารสมอง ประกอบด้วย 1) กิจกรรมการสร้างความรู้ การรับรู้ความสามารถของตนเอง ความคาดหวัง ต่อผลลัพธ์ พฤติกรรมการบริหารสมองเพื่อป้องกันภาวะสมองเสื่อม 2) แบบบันทึกกิจกรรมการกำกับตนเอง ด้วยสมุด บันทึกสุขภาพประจำตัวโดยผู้วิจัยสร้างขึ้น ประกอบด้วยเนื้อหา ดังนี้ การบริหารสมอง การผ่อนคลายความเครียด 3) สื่อวีดิทัศน์เกี่ยวกับภาวะสมองเสื่อม ปัจจัยเสี่ยงและการป้องกันภาวะสมองเสื่อม การปรับเปลี่ยนพฤติกรรม สุขภาพ 4) สื่อบุคคล (ตัวแบบ) การรับชมสื่อวีดิทัศน์ SUPER 60+ อัจฉริยะพันธุ์เก่า ตอน วีระบุรุษผู้รักษาตีเกาความจำ และสื่อบุคคลจริงกลุ่มเสี่ยงภาวะสมองเสื่อมที่มีทักษะด้านความจำที่ดี 5) อุปกรณ์ในการบริหารสมอง ได้แก่ น้ำดื่ม แก้ว สแตนเลสสำหรับการบริหารสมอง เครื่องเสียง ฯลฯ

2. เครื่องมือที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบสอบถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นและแบบทดสอบภาวะสมองเบื้องต้นฉบับภาษาไทย (Thai Mental State Examination: TMSE) แบ่งออกเป็น 6 ส่วน ประกอบด้วย ส่วนที่ 1 แบบสอบถามข้อมูลส่วนบุคคล ได้แก่ เพศ อายุ สถานภาพสมรส ระดับการศึกษา อาชีพก่อนเข้ามาอยู่ในสถาน สงเคราะห์ ระยะเวลาที่อยู่ในสถานสงเคราะห์ การมองเห็น การได้ยิน การหกล้ม โรคและการเจ็บป่วยเป็นแบบ เลือกรับ ส่วนที่ 2 แบบสอบถามความรู้ความเข้าใจภาวะสมองเสื่อมในผู้สูงอายุ ใช้ลักษณะข้อคำถามแบบตอบถูกผิด มีจำนวน 10 ข้อ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน คือ ถ้าตอบถูกได้ 1 คะแนน ตอบผิดหรือไม่ทราบได้ 0 คะแนน ส่วนที่ 3 แบบสอบถามการรับรู้ความสามารถของตนเองในการบริหารสมอง การให้คะแนนจะแบ่งออกตามระดับของการรับรู้ วัดแบบมาตราส่วนประเมินค่า (Rating Scale) เป็น 3 ระดับ คือ เห็นด้วย ไม่แน่ใจ และไม่เห็นด้วย ให้เลือกตอบเพียง คำตอบเดียว เกณฑ์การพิจารณาคะแนนระดับแบบสอบถามการรับรู้ความสามารถของตนเองในการบริหารสมอง จำนวน 8 ข้อ การแบ่งความกว้างของช่วงคะแนนจะใช้ เกณฑ์ของเบสท์ ส่วนที่ 4 แบบสอบถามความคาดหวังต่อผลลัพธ์ในการ ปฏิบัติตัวในการบริหารสมอง กำหนดข้อคำถามมีลักษณะการวัดแบบมาตราส่วนประเมินค่า (Rating Scale) 3 ระดับ คือ เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย ให้เลือกตอบเพียงคำตอบเดียว เกณฑ์การพิจารณาคะแนนระดับแบบสอบถามการรับรู้ ความคาดหวังต่อผลของการบริหารสมองในผู้สูงอายุ จำนวน 7 ข้อ การแบ่งความกว้างของช่วงคะแนนจะใช้ เกณฑ์ของ เบสท์ ส่วนที่ 5 แบบสอบถามพฤติกรรมการบริหารสมอง ใช้ข้อคำถามจำนวน 8 ข้อ โดยเลือกตอบเพียงอย่างเดียว ลักษณะข้อคำถามกำหนดให้ 3 ระดับ คือ ปฏิบัติสม่ำเสมอ ปฏิบัติเป็นบางครั้ง และไม่เคยปฏิบัติเลย ใช้เกณฑ์การให้ คะแนนเป็นแบบอิงเกณฑ์ และ ส่วนที่ 6 แบบทดสอบภาวะสมองเบื้องต้นฉบับภาษาไทย (TMSE-Thai) เป็นเครื่องมือ ที่ถูกนำมาใช้ในการคัดกรองภาวะสมองเสื่อม มี คะแนนเต็ม 30 คะแนน ถ้าได้คะแนนน้อยกว่าหรือเท่ากับ 23 คะแนน หมายถึง มีภาวะสมองเสื่อม

### ประชากร และกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ ผู้สูงอายุที่มีอายุตั้งแต่ 60-80 ปี ทั้งเพศหญิงและชายในสถานสงเคราะห์คนชราบ้านธรรมปกรณ์วัดม่วงจำนวน 77 คนและสถานสงเคราะห์คนชราบ้านธรรมปกรณ์โพธิ์กลางจำนวน 76 คน รวมจำนวนประชากรทั้งหมด 153 คน

2. กลุ่มตัวอย่างใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ ผู้สูงอายุที่มีอายุตั้งแต่ 60-80 ปี ทั้งเพศหญิงและชายในสถานสงเคราะห์คนชราที่ผ่านแบบประเมินผู้สูงอายุตามกลุ่มศักยภาพ ตามความสามารถในการประกอบกิจวัตรประจำวัน (Barthel Activities Of Daily Living : ADL) เป็นกลุ่มติดสังคม ผ่านแบบทดสอบภาวะสมองเบื้องต้นฉบับภาษาไทย (TMSE-Thai) ไม่มีภาวะสมองเสื่อมและกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างโดยใช้การคำนวณขนาดตัวอย่างเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยกรณี 2 กลุ่มประชากรที่เป็นอิสระต่อกัน จำนวน 66 คน โดยแบ่งเป็น กลุ่มทดลอง (Experimental Group) เป็นผู้สูงอายุในสถานสงเคราะห์คนชราบ้านธรรมปกรณ์วัดม่วง จำนวน 33 คนและได้รับโปรแกรมส่งเสริมสุขภาพผู้สูงอายุเพื่อป้องกันภาวะสมองเสื่อมและกลุ่มเปรียบเทียบ เป็นผู้สูงอายุในสถานสงเคราะห์คนชราบ้านธรรมปกรณ์โพธิ์กลาง จำนวน 33 คนได้รับกิจกรรมตามปกติจากสถานสงเคราะห์

### วิธีเก็บข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลแบ่งเป็นขั้นเตรียมการและขั้นดำเนินการทดลอง ดังนี้

1. ขั้นเตรียมการ การเก็บรวบรวมข้อมูลก่อนการทดลอง โดยการใช้แบบสอบถามความรู้เรื่องภาวะสมองเสื่อม การรับรู้ความสามารถของตนเอง ความคาดหวังต่อผลลัพธ์ พฤติกรรมการบริหารสมองเพื่อป้องกันภาวะสมองเสื่อม ภาวะสมองทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบ โดยประสานกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเพื่อขอใช้สถานที่ วัสดุ อุปกรณ์ ในการจัดกิจกรรม จัดประชุมชี้แจงผู้ช่วยงานวิจัยอธิบายถึงวัตถุประสงค์ของการวิจัยและรายละเอียดของการดำเนินการวิจัย และนัดหมายกลุ่มตัวอย่างที่มีคุณสมบัติครบตามเกณฑ์ที่กำหนด

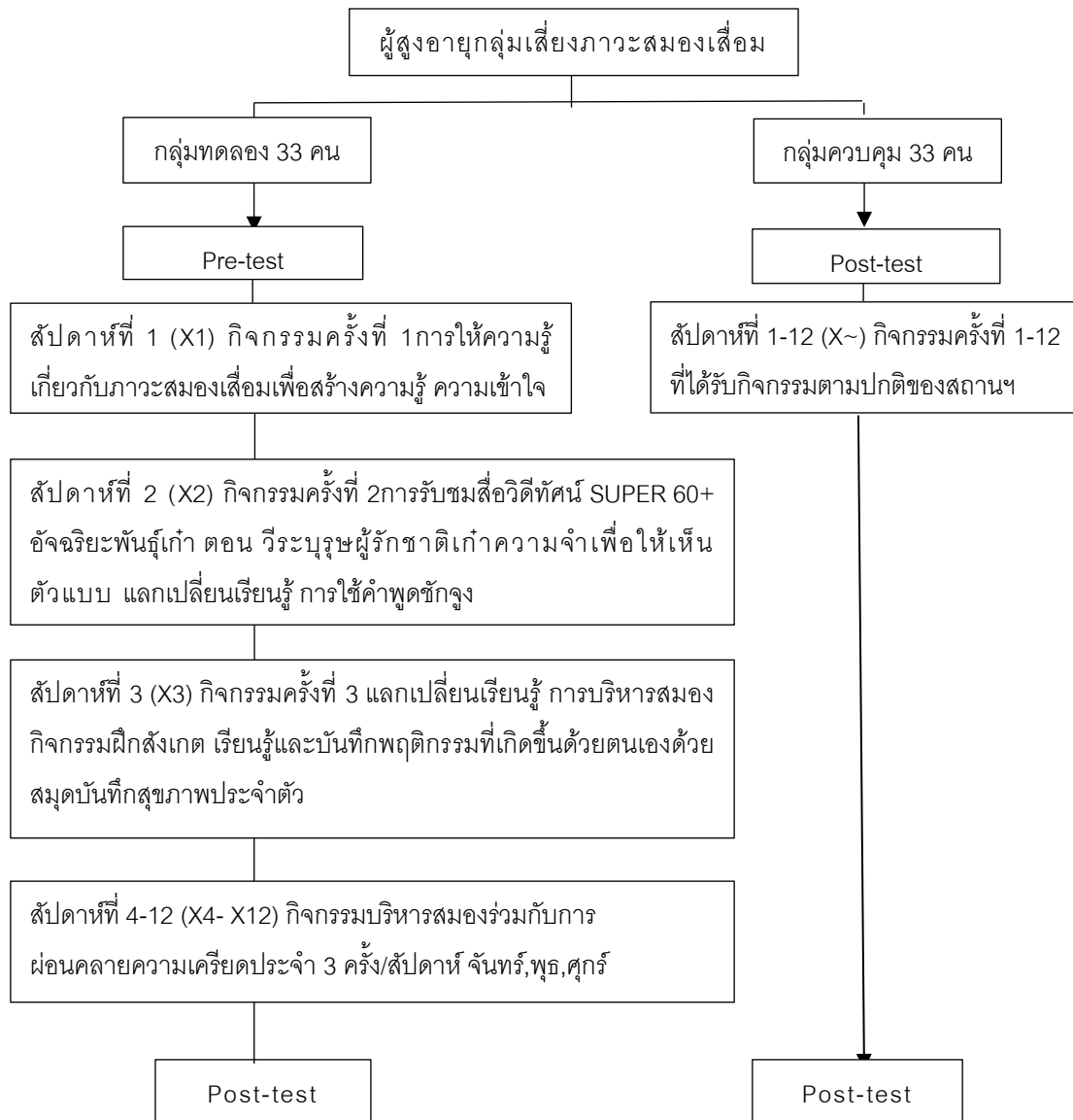
2. ขั้นดำเนินการทดลอง ผู้วิจัยดำเนินการทดลองโดยให้กลุ่มทดลองได้รับโปรแกรมการส่งเสริมสุขภาพผู้สูงอายุเพื่อป้องกันภาวะสมองเสื่อม โดยการประยุกต์ใช้แนวคิดการบริหารสมองร่วมกับทฤษฎีการรับรู้ความสามารถของตนเองเพื่อสร้างความรู้ความเข้าใจของภาวะสมองเสื่อม การรับรู้ความสามารถของตนเอง ความคาดหวังในผลลัพธ์ พฤติกรรมการบริหารสมองเพื่อป้องกันภาวะสมองเสื่อมและกลุ่มเปรียบเทียบได้รับกิจกรรมตามปกติของสถานสงเคราะห์คนชราฯ การทดลองใช้เวลาในการดำเนินการ 12 สัปดาห์

2.1 การรวบรวมข้อมูลพื้นฐาน เก็บรวบรวมข้อมูลก่อนการทดลองของกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบซึ่งได้จากการตอบแบบสอบถาม ประกอบด้วย ข้อมูลทั่วไป ความรู้เกี่ยวกับภาวะสมองเสื่อม การรับรู้ความสามารถของตนเอง ความคาดหวังในผลลัพธ์ พฤติกรรมการบริหารสมอง และสมรรถภาพสมอง

2.2 การจัดกิจกรรมในโปรแกรมการให้ความรู้เกี่ยวกับภาวะสมองเสื่อมเพื่อสร้างความรู้ ความเข้าใจ การรับรู้ความสามารถของตนเอง ความคาดหวังในผลลัพธ์ พฤติกรรมการบริหารสมองระยะเวลา 12 สัปดาห์

2.3 เก็บรวบรวมข้อมูลหลังการทดลองของกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบซึ่งได้จากการตอบแบบสอบถาม ประกอบด้วย ข้อมูลทั่วไป ความรู้เกี่ยวกับภาวะสมองเสื่อม การรับรู้ความสามารถของตนเอง ความคาดหวังในผลลัพธ์ พฤติกรรมการบริหารสมอง และภาวะสมอง





ภาพที่ 3 การดำเนินการทดลอง

3. การพิทักษ์สิทธิ์กลุ่มตัวอย่าง ในการวิจัยครั้งนี้ ได้ผ่านการรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ของสาธารณสุขจังหวัดนครราชสีมา เลขที่โครงการวิจัย NRPH 004

### การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์ข้อมูลส่วนบุคคลของกลุ่มตัวอย่าง ใช้สถิติเชิงพรรณนา แจกแจงความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
2. เปรียบเทียบความแตกต่างภายในกลุ่มก่อนและหลังการทดลอง วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติทดสอบ Pair-Samples T-Test

3. เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมด้วยสถิติทดสอบค่าที ชนิด 2 กลุ่ม ที่เป็นอิสระจากกัน Independent-Samples T - Test

### ผลการวิจัยและอภิปรายผล

1. ข้อมูลทั่วไป กลุ่มทดลองส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง ร้อยละ 100 มีอายุ 65-75 ปี ร้อยละ 39.40 สถานภาพโสด ร้อยละ 75.75 มีระดับการศึกษาประถมศึกษา ร้อยละ 75.75 ไม่ได้ทำงาน ร้อยละ 78.78 ระยะเวลาที่อยู่ในสถานสงเคราะห์ คนชรา จำนวน 6 - 10 ปี ร้อยละ 39.40 การมองเห็นไม่ชัด/มัว ร้อยละ 51.52 การได้ยินชัดเจน ร้อยละ 54.54 ไม่เคยหกล้ม ร้อยละ 69.70 มีโรคเรื้อรัง ร้อยละ 75.75 กลุ่มควบคุมส่วนใหญ่เป็นเพศชาย ร้อยละ 60.60 มีอายุ 65-75 ปี ร้อยละ 39.40 สถานภาพโสด ร้อยละ 39.40 มีระดับการศึกษาประถมศึกษา ร้อยละ 66.66 รับจ้าง ร้อยละ 60.60 ระยะเวลาที่อยู่ในสถานสงเคราะห์คนชรา จำนวน 6 - 10 ปี ร้อยละ 39.40 การมองเห็นไม่ชัด/มัว ร้อยละ 54.55 การได้ยินไม่ชัด/มัว ร้อยละ 51.52 ไม่เคยหกล้ม ร้อยละ 69.70 มีโรคเรื้อรัง ร้อยละ 90.90

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบความแตกต่างคะแนนเฉลี่ยการบริหารสมองของผู้สูงอายุภายในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ก่อนและหลังได้รับโปรแกรม (n = 33)

ตัวแปร	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง		t	p-value
	$\bar{x}$	S.D	$\bar{x}$	S.D		
ความรู้ความเข้าใจภาวะสมองเสื่อมในผู้สูงอายุ						
กลุ่มทดลอง	6.87	1.19	8.90	0.80	-19.92	<0.001
กลุ่มควบคุม	6.12	1.02	6.27	0.97	-1.53	.134
การรับรู้ความสามารถของผู้สูงอายุในการบริหารสมอง						
กลุ่มทดลอง	16.81	1.21	22.18	1.48	-63.07	<0.001
กลุ่มควบคุม	15.72	1.60	15.87	2.11	-0.89	.377
การรับรู้ความคาดหวังต่อผลของการบริหารสมองในผู้สูงอายุ						
กลุ่มทดลอง	12.81	2.03	16.81	2.67	-15.31	<0.001
กลุ่มควบคุม	12.81	2.03	12.33	2.34	3.90	.712
พฤติกรรมการบริหารสมอง						
กลุ่มทดลอง	16.81	1.21	22.18	1.48	-63.07	<0.001
กลุ่มควบคุม	15.72	1.60	15.87	2.11	-0.89	.377
ภาวะสมองในผู้สูงอายุ						
กลุ่มทดลอง	16.77	2.25	22.17	1.78	-13.21	<0.001
กลุ่มควบคุม	15.97	2.61	15.77	2.41	-3.70	.714

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบความแตกต่างคะแนนเฉลี่ยการบริหารสมองของผู้สูงอายุระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ก่อน และหลังได้รับโปรแกรม (n = 33)

ตัวแปร	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง		t	p-value
	$\bar{X}$	S.D	$\bar{X}$	S.D		
ความรู้ความเข้าใจภาวะสมองเสื่อมในผู้สูงอายุ						
กลุ่มทดลอง	6.88	1.19	6.12	1.02	2.769	.395
กลุ่มควบคุม	8.91	0.80	6.27	0.97	11.964	<0.001
การรับรู้ความสามารถของผู้สูงอายุในการบริหารสมอง						
กลุ่มทดลอง	16.82	1.21	15.73	1.60	3.116	.228
กลุ่มควบคุม	22.18	1.48	15.88	2.11	13.988	<0.001
การรับรู้ความคาดหวังต่อผลของการบริหารสมองในผู้สูงอายุ						
กลุ่มทดลอง	13.67	1.16	12.82	2.03	-2.077	.349
กลุ่มควบคุม	16.82	2.67	12.91	1.95	6.774	<0.001
พฤติกรรมการบริหารสมอง						
กลุ่มทดลอง	16.82	1.21	15.73	1.60	3.116	.228
กลุ่มควบคุม	22.18	1.48	15.88	2.11	13.988	<0.001
ภาวะสมองเสื่อมในผู้สูงอายุ						
กลุ่มทดลอง	16.36	1.16	15.43	1.66	2.177	.249
กลุ่มควบคุม	21.82	2.67	16.88	1.95	12.774	<0.001

### อภิปรายผลการวิจัย

1. หลังเข้าร่วมการทดลอง กลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความรู้ความเข้าใจภาวะสมองเสื่อมในผู้สูงอายุสูงกว่ากลุ่มควบคุมและสูงกว่าก่อนเข้าร่วมการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < .05$ ) เนื่องจากผู้สูงอายุทุกกลุ่มตัวอย่างได้รับกิจกรรมของโปรแกรมส่งเสริมสุขภาพผู้สูงอายุตามแนวคิดการบริหารสมองประยุกต์ใช้ร่วมกับทฤษฎีการรับรู้ความสามารถของตนเอง Bandura (1977) สอดคล้องกับงานวิจัยของ วัลลภา อังคารา และคณะ (2559) ได้ศึกษาภาวะสมองเสื่อม ความรู้เรื่องโรคและการป้องกันโรคสมองเสื่อม พบว่ากลุ่มทดลองจะมีคะแนนความรู้ความเข้าใจภาวะสมองเสื่อม ในกลุ่มหลังทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < .05$ )

2. หลังเข้าร่วมการทดลอง กลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยการรับรู้ความสามารถของผู้สูงอายุในการบริหารสมองสูงกว่ากลุ่มควบคุมและสูงกว่าก่อนเข้าร่วมการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < .05$ ) เนื่องจากผู้สูงอายุทุกกลุ่มตัวอย่างได้รับกิจกรรมของโปรแกรมส่งเสริมสุขภาพผู้สูงอายุ โดยการนำเสนอด้วย สื่อวีดิทัศน์ การนำเสนอตัวแบบกิจกรรมแลกเปลี่ยนเรียนรู้ การใช้คำพูดชักจูง เพื่อสร้างการรับรู้ความสามารถของตนเองอย่างเหมาะสม สอดคล้องกับงานวิจัยของ ปฐมธิดา บัวสม และคณะ (2560) ได้ศึกษาผลของการใช้โปรแกรมส่งเสริมสมรรถนะแห่งตนเองต่อการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมสุขภาพของผู้สูงอายุกลุ่มเสี่ยงโรคความดันโลหิตสูงในตำบลมณีอำเภอกะปอง จังหวัด

พังกา พบว่าภายหลังทดลอง ผู้สูงอายุกลุ่มเสี่ยงโรคความดันโลหิตสูงกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยคะแนนการรับรู้ความสามารถในการดูแลตนเองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < .05$ )

3. หลังเข้าร่วมการทดลอง กลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยการรับรู้ความคาดหวังต่อผลของการบริหารสมองในผู้สูงอายุสูงกว่ากลุ่มควบคุมและสูงกว่าก่อนเข้าร่วมการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < .05$ ) เนื่องจากผู้สูงอายุกลุ่มตัวอย่างได้รับกิจกรรมของโปรแกรมส่งเสริมสุขภาพผู้สูงอายุ โดยการกิจกรรมแลกเปลี่ยนเรียนรู้ การบริหารสมอง กิจกรรมการผ่อนคลายความเครียด กิจกรรมการฝึกให้ผู้สูงอายุสามารถสังเกต เรียนรู้และบันทึกพฤติกรรมที่เกิดขึ้นด้วยตนเองด้วยสมุดบันทึกสุขภาพประจำตัว สอดคล้องกับงานวิจัยของ ทีปภา แจ่มกระจ่าง และคณะ (2560) ได้ศึกษาผลของโปรแกรมการส่งเสริมสมรรถนะแห่งตนและการสนับสนุนทางสังคมต่อความร่วมมือในการรับประทานยาและความดันโลหิตสูงของผู้สูงอายุโรคความดันโลหิตสูงในชุมชน พบว่าภายหลังทดลอง ผู้สูงอายุโรคความดันโลหิตสูงกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยพฤติกรรมความร่วมมือในการรับประทานยาจากโปรแกรมการส่งเสริมสมรรถนะแห่งตนสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < .05$ )

4. หลังเข้าร่วมการทดลอง กลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยพฤติกรรมการบริหารสมองสูงกว่ากลุ่มควบคุมและสูงกว่าก่อนเข้าร่วมการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < .05$ ) เนื่องจากผู้สูงอายุกลุ่มตัวอย่างได้รับกิจกรรมของโปรแกรมส่งเสริมสุขภาพผู้สูงอายุ โดยการบริหารสมอง ปฏิบัติเป็นประจำสม่ำเสมอ สอดคล้องกับงานวิจัยของ เดชา วรณพากกุล (2559) ที่ศึกษาการพัฒนาโปรแกรมฝึกการบริหารสมองสำหรับเพิ่มความจำระยะสั้นในผู้สูงอายุ : การศึกษาศึกษาไฟฟ้าสมองสัมพันธ์กับเหตุการณ์ ผลการวิจัยพบว่าหลังการทดลองจะมีพฤติกรรมดูแลตัวเองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < .05$ )

5. หลังเข้าร่วมการทดลอง กลุ่มทดลองมีคะแนนจากแบบทดสอบภาวะสมองเบื้องต้นฉบับภาษาไทย TMSE (Thai Mental State Examination) สูงกว่ากลุ่มควบคุมและสูงกว่าก่อนเข้าร่วมการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < .05$ ) เนื่องจากผู้สูงอายุกลุ่มตัวอย่างได้รับกิจกรรมของโปรแกรมส่งเสริมสุขภาพผู้สูงอายุตามแนวคิดการบริหารสมองประยุกต์ใช้ร่วมกับทฤษฎีการรับรู้ความสามารถของตนเอง Bandura (1977)

## สรุปผล

สรุปได้ว่า จากการจัดกิจกรรมตามโปรแกรมส่งเสริมสุขภาพผู้สูงอายุตามแนวคิดการบริหารสมองประยุกต์ใช้ร่วมกับทฤษฎีการรับรู้ความสามารถของตนเอง Bandura (1977) ทำให้กลุ่มทดลองที่ได้รับโปรแกรมมีการรับรู้ความสามารถของตนเองสูงขึ้น และเกิดความมั่นใจในการปฏิบัติพฤติกรรมการบริหารสมอง ส่งผลให้คะแนนของภาวะสมองเพิ่มมากขึ้น สามารถป้องกันภาวะสมองเสื่อมได้ สอดคล้องกับผลการวิจัยผลของโปรแกรมฝึกสมองตามหลักปรัชญามอนเตสซอริบนฐานวิถีชีวิตมุสลิมต่อการเสริมสร้างพุทธิปัญญาในผู้สูงอายุมุสลิมกลุ่มเสี่ยงต่อภาวะสมองเสื่อม (ลูมาฟี สะมะแอ และคณะ 2559)

## ข้อเสนอแนะ

1. การใช้เครื่องมือในการทำวิจัยต่อกลุ่มตัวอย่างที่เป็นผู้สูงอายุ ต้องมีลักษณะเข้าใจง่าย สามารถปฏิบัติตามได้ง่าย หากมีตัวหนังสือเยอะต้องปรับให้มีความกระชับและขนาดตัวหนังสือตัวใหญ่ เพื่อให้ง่ายต่อการอ่านของผู้สูงอายุ

2. ในงานวิจัยครั้งต่อไป ควรมีการศึกษาและติดตามผลการทดลองในระยะยาว เพื่อความต่อเนื่องและยั่งยืน  
ในการดำเนินกิจกรรมการทดลอง

### กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยนี้ สำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์ของการศึกษาได้ด้วยดี ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างดี  
ยิ่งจากคณะเจ้าหน้าที่สถานสงเคราะห์คนชราบ้านธรรมปกรณ์วัดม่วงและโพธิ์กลาง ผู้ที่เกี่ยวข้องทุกท่านที่ได้อำนวยความสะดวก  
ความสะดวกรด้านต่างๆ และให้ความช่วยเหลือในการจัดกิจกรรม ตลอดจนผู้สูงอายุทุกคนที่เข้าร่วมกิจกรรมและให้  
ความร่วมมือเป็นอย่างดีตลอดระยะเวลาของการดำเนินงานวิจัย ผู้วิจัยกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

### เอกสารอ้างอิง

- เดชา วรณพาทูล. (2559, กรกฎาคม - ธันวาคม). การพัฒนาโปรแกรมฝึกอบรมสำหรับเพิ่มความจำระยะสั้น  
ในผู้สูงอายุ : การศึกษา ศักยภาพสมองสัมพันธ์กับเหตุการณ์. *วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏราชชนครินทร์*,  
13(30), 51-61.
- ทีปภา แจ่มกระจ่าง, ณัฐสุรางค์ บุญจันทร์ และ จีรวรรณ มาลา. (2560, มกราคม-เมษายน). ผลของโปรแกรมการ  
ส่งเสริมสมรรถนะแห่งตนและการสนับสนุนทางสังคมต่อความร่วมมือในการรับประทานยาและความดันโลหิต  
ของผู้สูงอายุโรคความดันโลหิตสูงในชุมชน. *วารสารพยาบาลทหารบก*, 18(1), 270-279.
- ปฐมธิดา บัวสม, ยินดี พรหมศิริไพบูลย์ และ อติญาณ์ ศรีเกษตริน. (2560). วิจัยผลของการใช้โปรแกรมส่งเสริม  
สมรรถนะแห่งตนต่อการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมสุขภาพของผู้สูงอายุกลุ่มเสี่ยงโรคความดันโลหิตสูงในตำบล  
รมณีย์ อำเภอกะปง จังหวัดพังงา. *วารสารการพัฒนาสุขภาพชุมชน มหาวิทยาลัยขอนแก่น*, 5(4), 549-567.
- มุกดา หนูศรี. (2559, มกราคม-มิถุนายน). การป้องกันภาวะสมองเสื่อม. *วารสารพยาบาลตำรวจ*, 8(1), 227-240.
- ลุมพาพี สะมะแอ, เพลินพิศ ฐานิวัฒน์นันทน์ และ วิภาวี คงอินทร์. (2559, พฤษภาคม-สิงหาคม). ผลของโปรแกรมฝึก  
สมองตามหลักปรัชญามอนเตสซอร์รี่บนฐานวิถีชีวิตมุสลิมต่อการเสริมสร้างพุทธิปัญญาในผู้สูงอายุมุสลิมกลุ่ม  
เสี่ยงต่อภาวะสมองเสื่อม. *วารสารมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์*, 8(1), 16-27.
- วัลลภา อันดารา, อุบลรัตน์ สิงห์เสณี และ บัทยา วงศ์นิจกุล. (2559, มกราคม-มิถุนายน). การศึกษาภาวะสมองเสื่อม  
ความรู้เรื่องโรคและการป้องกันโรคสมองเสื่อมและข้อมูลส่วนบุคคลของผู้สูงอายุชมรมผู้สูงอายุวิทยาลัย  
พยาบาลทหารอากาศ. *วารสารพยาบาลตำรวจ*, 8(1), 23-33.
- สถาบันประสาทวิทยา. (2557). รายงานอัตราความชุกของภาวะสมองเสื่อมประชากรอายุมากกว่า 60 ปีขึ้นไป. สถาบัน  
ประสาทวิทยา.
- สถานสงเคราะห์คนชราบ้านธรรมปกรณ์วัดม่วง. (2561). รายงานของสถานสงเคราะห์คนชราบ้านธรรมปกรณ์วัดม่วง.  
สถานสงเคราะห์คนชราบ้านธรรมปกรณ์วัดม่วง.
- สำนักงานสถิติจังหวัดนครราชสีมา. (2560). รายงานสถิติจังหวัดนครราชสีมา. สำนักงานสถิติจังหวัดนครราชสีมา.
- สมศรี นวรัตน์. (2559, มิถุนายน 24). การคัดกรองผู้สูงอายุ. <http://www.gotoknow.org/posts/603497>



สำนักงานสถิติแห่งชาติ. (2543). รายงานการสำรวจสำมะโนประชากรและการคาดประมาณแนวโน้มประชากร  
ผู้สูงอายุในประเทศไทย. สำนักงานสถิติแห่งชาติ.

Bandura, A. (1977). *Self-Efficacy: The Exercise of Control*. Freeman and Company

World Health Organization. (2010, June 24). *Definition of an Older or Elderly Person*. <http://www.who.int>.

## การนำเทคโนโลยีสารสนเทศมาใช้แก้ไขปัญหาการสื่อสาร และเพิ่มประสิทธิภาพในองค์กรธุรกิจ

Using information technology to solve communication problems and increase  
efficiency in business organizations

ริศภาพ ตรีสุวรรณ\*

Rissaphop Treesuwan\*

สาขาการจัดการเทคโนโลยี คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์  
Program of Technology Management, Faculty Of Industrial Technology, Valaya Alongkorn Rajabhat University

\*Corresponding author. E-mail: rissaphop.tree@vru.ac.th

### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัญหาใน ระบบเทคโนโลยีการสื่อสารขององค์กรธุรกิจที่ใช้สำหรับการสื่อสาร และอุปกรณ์การสื่อสารกับระบบเทคโนโลยีขององค์กร ทั้งนี้เพื่อนำไปแก้ไขปัญหาการสื่อสารในองค์กรมีความสะดวกสบายมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ ยังก่อให้เกิดการติดต่อสื่อสารที่มีประสิทธิภาพในการทำงาน และ เพื่อให้ง่ายต่อการติดต่อสื่อสารทางไกล แบบสอบถามออนไลน์กับบุคลากรและกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 292 ชุด ผลจากการศึกษาพบว่า เครื่องมือการสื่อสารของบุคลากรและกลุ่มตัวอย่างที่มีอยู่ไม่สามารถ ตอบสนองกับระบบเทคโนโลยีการสื่อสารขององค์กร ส่งผลให้การติดต่อสื่อสารงานในแต่ละครั้งค่อนข้างยาก ทำให้การทำงานขาดตกบกพร่องบ่อยครั้ง อีกทั้ง อุปกรณ์การสื่อสารไม่รองรับกับระบบการสื่อสารขององค์กร ซึ่งส่งผลให้การสื่อสารขาดประสิทธิภาพและไม่เป็นไปตามแบบแผนที่วางไว้ ทั้งนี้ จากการสำรวจบุคลากรและกลุ่มตัวอย่างได้ให้ความเห็นว่าองค์กรควรต้องปรับเปลี่ยนระบบเทคโนโลยีการสื่อสารให้ครอบคลุมอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับการสื่อสารได้ทุกชนิด การทำงานง่ายขึ้น และมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ดังนั้นองค์กรจึงนำ ระบบ Google Meet (กูเกิ้ล มีต) เข้ามาใช้เพื่อแก้ไขปัญหาการสื่อสารในองค์กร ทำให้สามารถติดต่อสื่อสารได้ทุกที่ใช้ได้ทุกอุปกรณ์เครื่องมือการสื่อสารและนอกจากนี้ยังสามารถนำเสนอผลงานระหว่างบุคลากรและลูกค้าได้เป็นอย่างดี จึงส่งผลให้เกิดความรวดเร็วในการทำงานมากขึ้น

คำสำคัญ: Google Meet (กูเกิ้ล มีต), TOWS Matrix (ทาวส์เมทริกซ์), กลยุทธ์เชิงรุก

### Abstract

The objective of this research was to find out a root cause of a problematic communication within an organization. In such study, we will look into the implementation of technology that is being used, and their communication devices in the system. This is to make communication more comfortable, more effective, and to make a long distance communication easier. An online questionnaire with personnel and a sample of 292 sets. The results of the study showed that the communication tools of the personnel and the sample group were unable to response to the corporate communication technology system. A communicating in each task was quite difficult causing malfunctions often, and the communication device is not compatible with the organization's communication system. As the result, communication is ineffective and does not follow the plan. According to the survey of personnel and sample groups, it is suggested that the organization should adjust the communication technology system to cover all the devices used for communication. Type work easier and more efficient Therefore, the organization has adopted the Google Meet (Google Meet) system to solve communication problems in the organization. Making it possible to communicate anywhere It can be used with all devices, communication tools and can also present results between personnel and customers as well. Thus, resulting in more speed of work.

**Keywords:** Google Meet, TOWS Matrix, SO Strategy

### บทนำ

เทคโนโลยีการสื่อสารในปัจจุบันมีความสำคัญอย่างยิ่ง การติดต่อสื่อสารในองค์กรมีการพัฒนาเพื่อให้ทันกับการแข่งขันทางธุรกิจจึงต้องมีเทคโนโลยีที่ทันสมัยมากขึ้น เพื่อรองรับกับการปรับเปลี่ยนของธุรกิจ เทคโนโลยีในบ้านเรานั้นมีหลายด้าน มีการเจริญเติบโตและพัฒนาไปได้ไกล ดังนั้นในการจัดการเรียนรู้ด้านเทคโนโลยีและการนำมาใช้ในโลกธุรกิจจะช่วยยกระดับการทำงาน การพัฒนาการสื่อสารสำหรับทุกคนได้ เทคโนโลยีในสังคมโลกขนาดนั้น จะเห็นได้ว่าสื่อเทคโนโลยีที่เข้ามาในชีวิตประจำวันจะมีมากขึ้น มีความสัมพันธ์กับชีวิตประจำวัน เราจะเห็นว่าปัจจุบันนี้โลกเราเปลี่ยนแปลงไปมาก พบว่าสื่ออุปกรณ์ทางอิเล็กทรอนิกส์มีผลต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์มากขึ้น จากงานวิจัยที่ได้จัดทำขึ้นปัญหาได้เกิดจาก (1) องค์กรเป็นองค์กรขนาดเล็กและก่อตั้งขึ้นเมื่อไม่นานแต่ไม่มีการพัฒนาของระบบเทคโนโลยีต่างๆ ส่งผลให้การติดต่อสื่อสารไม่เป็นไปตามแผนงานที่วางไว้ (2) เครื่องมือการสื่อสารไม่รองรับกับระบบเทคโนโลยีการสื่อสารขององค์กร เพราะระบบเทคโนโลยีการสื่อสารขององค์กรไม่ทันสมัย ทั้งนี้ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาเกี่ยวกับเทคโนโลยีการสื่อสาร เพื่อที่จะนำเอาระบบเทคโนโลยีการสื่อสารที่มีความทันสมัยเข้ามาแก้ไขปัญหภายในองค์กร เพื่อให้การติดต่อสื่อสารงานทั้งภายในและภายนอกองค์กรมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น อีกทั้งการนำระบบเทคโนโลยีการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพเข้ามาแก้ไขปัญหาก็จะช่วยให้สามารถรองรับกับเครื่องมือการสื่อสารของทั้งบุคลากรและลูกค้าได้ ส่งผลให้การติดต่อสื่อสารงานในแต่ละครั้งเป็นไปตามแบบแผนที่วางไว้ การทำงานก็บรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งใจไว้ การที่ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาในเรื่องดังกล่าวเพื่อนำมาแก้ไขปัญหาก็กล่าวไว้แล้วนั้น ระบบ



เทคโนโลยีการสื่อสารที่ทันสมัยยังสามารถช่วยให้องค์กรเผชิญหน้ากับเทคโนโลยี ผู้บริโภคที่เปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาได้อย่างดีและยังองค์กรจะสามารถแข่งขันกับคู่แข่งทั้งระดับเล็ก กลาง และใหญ่ได้อย่างด้วย

### แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การสื่อสาร (Communication) เป็นกระบวนการ (Process) ที่มีความสำคัญต่อมนุษย์ทั้งในด้านการดำเนินชีวิต สังคม เศรษฐกิจ และการศึกษาอย่างต่อเนื่องอยู่ตลอดเวลา เป็นการกระทำโต้ตอบไปมาระหว่างผู้ส่งสารกับผู้รับสาร หรือทั้งสองฝ่ายอาจจะสลับกันเป็นผู้รับสารและผู้ส่งสารในเวลาเดียวกัน กระบวนการสื่อสารแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารระหว่างผู้ส่งสารและผู้รับสาร โดยมีช่องทางการสื่อสาร เช่น อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ หรือคอมพิวเตอร์เป็นตัวกลางในการส่งข้อมูล เพื่อให้ผู้ส่งสารและผู้รับเกิดความเข้าใจซึ่งกันและกันเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารโดยผ่านทางสื่อกลางในการสื่อสารซึ่งอาจเป็นสื่อกลางประเภทที่มีสายหรือไร้สายก็ได้ กนกนาค ลิขิตไพรวัดย์ (2563)

แบบจำลองการยอมรับเทคโนโลยี (Technology Acceptance Model: TAM) สามารถนำมาประยุกต์กับผู้พัฒนาเทคโนโลยีได้ด้วย จากปัจจัยที่ได้กล่าวไว้ข้างต้นประโยชน์ของเทคโนโลยีและการใช้งานง่ายของเทคโนโลยีเป็นสิ่งจำเป็นที่ผู้พัฒนาต้องออกแบบระบบให้ครอบคลุม การที่บุคคลจะลงมือประกอบพฤติกรรมใดนั้น สามารถอธิบายได้จากความเชื่อ (Beliefs) เจตคติ (Attitudes) และความตั้งใจกระทำ (Intention) ซึ่งผลของความตั้งใจกระทำ ก่อให้เกิดการกระทำนั้นขึ้น ซึ่ง Davis ได้นำมาใช้ในการอธิบายการยอมรับระบบสารสนเทศ โดยพัฒนาในงานวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาเอก จนได้เป็นโมเดลการยอมรับเทคโนโลยี (Technology Acceptance Model: TAM) ประกอบด้วยตัวแปร การรับรู้ว่ามีประโยชน์ (Perceived Usefulness) การรับรู้ว่าง่ายต่อการใช้ (Perceived Ease of Use) ความตั้งใจที่จะกระทำ (Behavior Intention) เจตคติต่อการใช้ (Attitude Toward Using) และพฤติกรรมการใช้คอมพิวเตอร์จริง (Actual Use) (Davis et al, 1989)

แนวคิดการบริหารทรัพยากรมนุษย์ โดยการดำเนินงานขององค์กรจะมีทั้งขนาดเล็กและขนาดใหญ่ การมุ่งพัฒนา ทรัพยากรมนุษย์เพื่อการดำเนินชีวิตและเตรียมความพร้อมสำหรับการทำงานการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์เป็นการสร้างโอกาสให้ทรัพยากรมนุษย์หรือพนักงานแต่ละคน ในการเพิ่มทักษะความรู้ความชำนาญและระดับสมรรถนะให้ดีขึ้นอย่างไรก็ตามเป้าหมายของการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์เชิงกลยุทธ์ขององค์กรประกอบด้วย 1) เพื่อให้องค์กรมีความได้เปรียบทางการแข่งขันจากการมีทรัพยากรมนุษย์ที่มีความรู้ความสามารถและมีการพัฒนาอยู่ตลอดเวลา 2) เพื่อให้เกิดความเชื่อมโยงสอดคล้องและครอบคลุมการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์กับกลยุทธ์ขององค์กร และกลยุทธ์การเรียนรู้ของแต่ละบุคคล 3) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพทรัพยากรมนุษย์ขององค์กรเนื่องจากทรัพยากรมนุษย์เป็นทรัพยากรหลักที่จะเพิ่มความสามารถในการแข่งขันดังนั้นการพัฒนาทั้งความรู้สติปัญญาและจริยธรรมของทรัพยากรมนุษย์จึงมีความสำคัญต่ออนาคตขององค์กรเป็นอย่างมาก เพราะการเรียนรู้ของคนในองค์กรจะทำให้เกิดการพัฒนาด้านการสื่อสารและเทคโนโลยีให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

การสื่อสารการตลาดกับพฤติกรรมผู้บริโภค ในการสื่อสารการตลาดนั้น จุดมุ่งหมายสำคัญก็เพื่อจะแจ้งบอกข่าวสารและจูงใจให้เกิดการยอมรับและปฏิบัติตามข่าวสารขององค์กร เพื่อที่จะให้จุดมุ่งหมายดังกล่าวสัมฤทธิ์ผลตามที่วางแผนไว้ นอกจากนี้การตลาดจะต้องมีความรู้เกี่ยวกับการออกแบบข่าวสาร การเลือกผู้สื่อสารและช่องทางการสื่อสารที่เหมาะสม ตามที่ได้กล่าวมาแล้วนั้น นอกจากนี้การตลาดยังจำเป็นต้องศึกษาเกี่ยวกับผู้รับสารหรือ

ผู้บริหารอีกด้วย เพราะผู้บริหารเป็นเป้าหมายหลักสำคัญในการสื่อสาร ดังนั้นการที่เรามีกลยุทธ์ในการสื่อสารที่ดีก็ไม่สามารถช่วยให้ประสบความสำเร็จได้ ถ้าผู้ส่งสารไม่เข้าใจพฤติกรรมของผู้บริโภคแนวคิดเกี่ยวกับวางแผนการสื่อสารทางการตลาดเพื่อเพิ่มพูนคุณค่าของแผนโดยรวมอย่างครอบคลุม รวมถึงการวางแผนประเมินกลยุทธ์ของการสื่อสารประเภทต่าง ๆ ซึ่งสร้างความชัดเจน ความน่าเชื่อถือและมีประสิทธิภาพสูงสุดจากการผสมผสานการสื่อสาร (หทัยรัตน์ เสนาะพล, 2563)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (The Related Research) นงนภัศ ภิญโญ (2562) ได้ทำการศึกษาเรื่องการติดต่อสื่อสารในองค์กร หมายถึง การแลกเปลี่ยน ถ่ายทอดข้อมูลข่าวสารข้อเท็จจริง ระหว่างบุคคล กลุ่มบุคคลที่เป็นสมาชิกภายในองค์กร โดยเป็นการสื่อสารข้อมูลรายละเอียด รูปแบบกิจกรรมต่าง ๆ ในการทำงานระหว่างฝ่ายหนึ่งไปอีกฝ่ายหนึ่ง โดยเป็นการพูดคุย มอบหมายงาน ประสานงานร่วมกันเพื่อให้ความเข้าใจเกี่ยวกับการทำงาน วัตถุประสงค์ขององค์กรที่สอดคล้องกันและการติดต่อสื่อสารพูดคุยกันภายในองค์กรเป็นส่วนช่วยทำให้เกิดการปรับเปลี่ยนแนวความคิด ความเชื่อทัศนคติพฤติกรรมการทำงานของบุคคลไปในแนวทางที่ดีขึ้นหรือเปิดมุมมองความคิดใหม่ ๆ ในการทำงาน ซึ่งถือว่าการติดต่อสื่อสารในองค์กรมีความสำคัญต่อการดำเนินงานขององค์กร และยังเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อความสำเร็จหรือความล้มเหลวขององค์กรจากความหมายของการติดต่อสื่อสารในองค์กรข้างต้น สามารถสรุปความหมายได้ว่า การติดต่อสื่อสารในองค์กร หมายถึง กระบวนการสื่อสารแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสาร ความคิดข้อเท็จจริง แผนการทำงาน กฎระเบียบ ข่าวสารอื่น ๆ ที่เกี่ยวกับการทำงานระหว่างกันของบุคลากรในองค์กรเพื่อให้รับทราบข้อมูล ข้อเท็จจริงและเกิดความเข้าใจที่สอดคล้องกัน

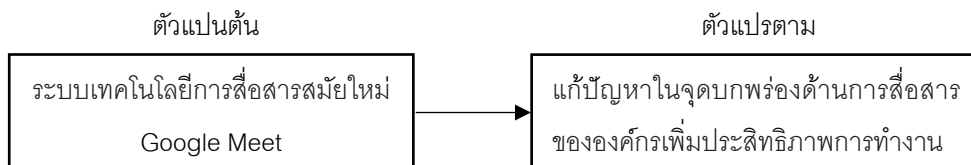
วรรณศร จันทโสสิต (2560) การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาปัญหาและความต้องการการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการบริหารงานวิชาการ 2) เปรียบเทียบปัญหาและความต้องการการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการบริหารงานวิชาการ 3) หาแนวทางแก้ไขปัญหาการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการบริหารงานวิชาการ ลักษณะของการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศคอมพิวเตอร์และการสื่อสารความพึงพอใจในการนำเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารมาใช้ในองค์กรจะเป็นการช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ของสถานของทรัพยากรมนุษย์ ระบบความเสี่ยงและผลจากการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศมีผลต่อการใช้งานในกลุ่มช่วงอายุของคนเนื่องจากทักษะด้านคอมพิวเตอร์และการสื่อสารของกลุ่มคนที่มีอายุมากมีไม่เพียงพอ ดังนั้นการสำรวจความพร้อมของบุคลากรในองค์กรจึงเป็นสิ่งสำคัญก่อนที่จะดำเนินธุรกิจต่าง ๆ

ดนูชา สลิวศ์ และ ณัตตยา เอี่ยมคง (2560) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการบริหารจัดการสินค้าชุมชนเพื่อ ความยั่งยืนทางเศรษฐกิจพบว่า กลุ่มผู้ผลิตและจำหน่ายสินค้าชุมชนที่ได้รับการอบรมเชิงปฏิบัติการเพื่อให้ความรู้เกี่ยวกับการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการบริหารจัดการสินค้าชุมชนเพื่อความยั่งยืนทางเศรษฐกิจมีความรู้เกี่ยวกับการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศหลังจากที่ได้รับการฝึกอบรมแล้ว พบว่าผู้ผลิตมีความรู้สามารถประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศได้เป็นอย่างดี กลุ่มผู้ผลิตและจำหน่ายสินค้าชุมชนที่ใช้รูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการบริหารจัดการสินค้าชุมชนเพื่อความยั่งยืนทางเศรษฐกิจ ทำให้เกิดความร่วมมือในการทำงานร่วมกันในชุมชนมากขึ้น การแพร่กระจายของข้อมูลและข่าวสารทำได้ง่ายขึ้น โดยผู้นำชุมชนทำหน้าที่นำความรู้ที่ได้จากการให้คำปรึกษา ไปแนะนำ เผยแพร่สู่คนในชุมชนทั้งภายในและนอกตำบล การพัฒนาผลิตภัณฑ์สินค้าชุมชนทำได้ดีขึ้นจากการที่กลุ่มตัวอย่างเลือกใช้เทคโนโลยีเฟสบุ๊ค และไลน์ในการติดต่อสื่อสารช่วยให้บริหารจัดการสินค้าชุมชนได้ง่ายขึ้น

สุรัชย์ วงษ์ชาติ (2561) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการนำเทคโนโลยีสารสนเทศมาใช้ในการบริหารงานขององค์กร กรณีศึกษา: พนักงานในนิคมอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ จังหวัดปทุมธานี พบว่า พนักงานมีความต้องการข้อมูลสารสนเทศที่ใช้ง่าย สืบค้นสะดวก รวดเร็ว ถูกต้อง สามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลสารสนเทศกันได้ทุกหน่วยงาน มีระบบสำรองข้อมูลกลางของสำนักงานเพื่อช่วยลดความซ้ำซ้อนในการจัดเก็บข้อมูลสารสนเทศด้านต่างๆ เพราะฐานข้อมูลนับเป็นวัตถุประสงค์ที่สำคัญอย่างยิ่งในการบริหารงานและการรับ-ส่งข่าวสารระหว่างกัน แต่ปัจจุบันยังไม่มีกำหนดมาตรฐานการจัดเก็บข้อมูล การจัดทำระบบข้อมูลในรูปแบบข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์ยังไม่ดีพอ ทำให้ไม่สามารถนำมาใช้ในการบริหารงานได้มีประสิทธิภาพ ดังนั้นองค์กรจะต้องมีการวางแผนและออกแบบระบบฐานข้อมูลของหน่วยงานให้สามารถนำข้อมูลที่มีอยู่มาใช้ในการบริหารงานอย่างมีประสิทธิภาพต่อไป ซึ่งอาจกล่าวได้ว่าการมีฐานข้อมูลที่ดียังช่วยให้ผู้ใช้สามารถเข้าถึงสารสนเทศที่ต้องการได้อย่างรวดเร็ว และทันต่อเหตุการณ์ เนื่องจากข้อมูลถูกจัดเก็บและบริหารอย่างเป็นระบบ เข้าถึงข้อมูลได้อย่างรวดเร็วในรูปแบบที่เหมาะสม และนำข้อมูลมาใช้ประโยชน์ได้ทันต่อความต้องการ

### วิธีการศึกษา

1. กรอบแนวคิดการวิจัย การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อต้องการนำเทคโนโลยีเข้ามาใช้เพื่อแก้ไขปัญหาในจุดบกพร่องด้านการสื่อสารขององค์กรที่มีมาอย่างต่อเนื่อง โดยที่องค์กรต้องการที่นำเทคโนโลยีที่สามารถตอบสนองต่อทุกเครื่องมือการสื่อสารของบุคลากรรวมถึงลูกค้า ทั้งนี้ก็เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานขององค์กรอีกด้วย การศึกษานี้เป็นการศึกษาที่มุ่งเน้นแก้ไขปัญหาภายในองค์กร ซึ่งสาเหตุหลักขององค์กรก็คือ ปัญหาทางด้านระบบเทคโนโลยีการสื่อสารที่ไม่มีความทันสมัย ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับการบริการติดต่อสื่อสาร การคุมงาน ดังนั้นกลุ่มประชากรที่ทางองค์กรจะนำมาศึกษามี 2 กลุ่ม คือ 1. กลุ่มของพนักงาน 10 คน ลูกจ้าง 9 คน เจ้าหน้าที่ธุรการ 2 คน หัวหน้าชุด 5 คน และพนักงานไอที 1 คน รวมเป็น 27 คน 2. กลุ่มลูกค้าที่เข้ามาใช้บริการ โดยจะรับจำนวนกลุ่มลูกค้าย้อนไป 3 ปี โดยปี 2563 มีจำนวนผู้เข้ามาใช้บริการ 500 คน ในปี 2564 มีจำนวนผู้เข้ามาใช้บริการจำนวน 1,020 คน และในปี 2565 มีจำนวนผู้เข้ามาใช้บริการ 602 คน ซึ่งองค์กรเป็นองค์กรที่มีขนาดเล็กจำนวนลูกค้าทั้งเก่าและใหม่รวมกันจึงมีจำนวนที่ไม่มากนัก เพราะฉะนั้นจำนวนค่าเฉลี่ยของผู้ที่เข้ามาใช้บริการ 3 ปีให้หลัง 707 คน



2. วิธีการเก็บข้อมูลจะเป็นการเก็บข้อมูลการแจกแบบสอบถามในเชิงปริมาณ 1) จัดทำแบบสอบถามออนไลน์เกี่ยวกับการใช้ระบบเทคโนโลยี ความพึงพอใจที่มีต่อการสื่อสารและปัญหาที่พบการใช้ระบบเทคโนโลยีในการติดต่อสื่อสาร โดยมีการนำแบบสอบถามไปให้ผู้เชี่ยวชาญ 9 ท่าน พิจารณา 2) นำแบบสอบถามออนไลน์เกี่ยวกับการใช้ระบบเทคโนโลยี ความพึงพอใจที่มีต่อการสื่อสารและปัญหาที่พบการใช้ระบบเทคโนโลยีในการติดต่อสื่อสาร รวมทั้งสิ้น 292 ชุด คิดเป็นร้อยละ 100 % และทำการส่งแบบสอบถามไปทางไลน์และอีเมล 3) เมื่อครบกำหนดทำแบบสอบถาม ก็ทำการตรวจสอบข้อมูลแบบสอบถามผ่าน Google Drive 4) วิเคราะห์และรวบรวมข้อมูลทั้งหมดที่ได้

3. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา แบบสอบถามมี 3 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 เป็นข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับผู้ตอบแบบสอบถาม จำนวน 3 ข้อ ส่วนที่ 2 เป็นข้อมูลเกี่ยวกับระดับความพึงพอใจในด้านเครื่องมือการสื่อสาร การสื่อสาร การใช้เทคโนโลยี รวมทั้งสิ้นจำนวน 24 ข้อ ซึ่งแบ่งเกณฑ์ของคะแนนเป็น 5 ระดับตามหลักของลิเคิร์ตสเกล (Likert Scale) ส่วนที่ 3 ความคิดเห็น ข้อเสนอแนะ เกี่ยวกับระบบเทคโนโลยีเพื่อที่จะใช้ในการปรับปรุง

4. วิธีการวิเคราะห์ เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) โดยจะใช้การแจกแจงความถี่และร้อยละ เพื่อนำมาวิเคราะห์ในส่วนที่ 1 ข้อมูลส่วนตัว มี 3 ข้อ คือ เพศ อายุ ตำแหน่งหน้าที่ และส่วนที่ 2 ข้อมูลเครื่องมือการสื่อสาร มีการใช้เครื่องมือการสื่อสารบ่อยเพียงใด

### ผลการศึกษา

จากการแจกแบบสอบถามเพื่อต้องการทราบถึงหลักของปัญหา เพื่อนำไปแก้ไขปัญหาดังกล่าวตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ซึ่งได้ข้อมูลสำคัญสามารถสรุปได้ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 1 บุคลากรภายในองค์กร

รายการ	จำนวนคน	ร้อยละ
เพศ		
ชาย	13	48.1
หญิง	17	51.9
รวม	27	100
เครื่องมือการสื่อสาร		
โทรศัพท์มือถือ	27	2.65
แท็บเล็ต	3	0.33
โน้ตบุ๊ก	8	0.78
คอมพิวเตอร์	22	0.27

ตารางที่ 2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

รายการ	จำนวนคน	ร้อยละ
เพศ		
ชาย	174	65.7
หญิง	91	34.3
รวม	265	100
เครื่องมือการสื่อสาร		
โทรศัพท์มือถือ	265	2.65
แท็บเล็ต	33	0.33
โน้ตบุ๊ก	68	0.68
คอมพิวเตอร์	27	0.27

จากตารางที่ 1 และตารางที่ 2 ล้วนแล้วแต่ใช้โทรศัพท์มือถือเป็นหลัก ฉะนั้นในการติดต่อสื่อสารงานในแต่ละครั้งจะต้องสื่อสารผ่านโทรศัพท์มือถือ และส่วนใหญ่จะเป็นการติดต่อสื่อสารงานระยะไกล อีกทั้งระบบเทคโนโลยีการสื่อสารยังมีข้อจำกัดในการเข้าถึง จึงส่งผลให้ระบบเทคโนโลยีการสื่อสารขององค์กรไม่สามารถรองรับได้กับทุกเครื่องมือการสื่อสารดังนั้นผลการวิจัยพบว่าบุคลากรและกลุ่มตัวอย่างมีปัญหาในเรื่องของระบบเทคโนโลยีการสื่อสารไม่รองรับกับเครื่องมือการสื่อสารที่มีอยู่ ในการให้ข้อมูลในข้อเสนอแนะเกี่ยวกับระบบเทคโนโลยีและเครื่องมือการสื่อสารของบุคลากรพบว่า 1) บุคลากรมีปัญหาในเรื่องของเครื่องมือการสื่อสารที่ไม่รองรับกับระบบเทคโนโลยี ซึ่งระบบเทคโนโลยีมีข้อจำกัดในการเข้าถึง ส่งผลให้การติดต่อประสานงานไม่มีประสิทธิภาพ 2) บุคลากรได้ให้ความเห็นว่าระบบเทคโนโลยีในปัจจุบันขององค์กรไม่ได้ให้ความสะดวกสบายในการติดต่อประสานงาน 3) บุคลากรเห็นด้วยอย่างยิ่งให้องค์กรนำระบบเทคโนโลยีการสื่อสารที่ทันสมัย สามารถรองรับได้กับทุกอุปกรณ์การสื่อสารเข้ามาปรับเปลี่ยนใช้ในองค์กรในการให้ข้อมูลในข้อเสนอแนะเกี่ยวกับระบบเทคโนโลยีและเครื่องมือการสื่อสารของประชากรและกลุ่มตัวอย่างพบว่า 1) ระบบเทคโนโลยีขององค์กรยังไม่มี ความทันสมัยส่งผลให้เมื่อนำเครื่องมือการสื่อสารที่มีในการติดต่อประสานงานมาใช้เพื่อติดต่องานจะเกิดความขัดข้องในระบบอยู่บ่อยครั้งซึ่งทำให้ข้อมูลที่ได้รับไม่มีประสิทธิภาพ 2) ระบบเทคโนโลยีขององค์กรที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารงานกับทางลูกค้าไม่สามารถตอบสนองกับเครื่องมือการสื่อสารของลูกค้า ทำให้การทำงานทางไกลมีปัญหาอยู่บ่อยครั้ง 3) ลูกค้ามีความเห็นด้วยที่องค์กรจะนำระบบเทคโนโลยีที่ทันสมัยมากกว่าเดิมเข้ามาใช้เพื่อพัฒนาให้มีความสะดวกสบายมากยิ่งขึ้น จากปัญหาที่เกิดขึ้นองค์กรจึงได้จัดทำตาราง TOWS Matrix เพื่อวิเคราะห์หาทางเลือกที่ดีที่สุดมาแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น

ตารางที่ 3 TOWS Matrix

ปัจจัย	จุดแข็ง (S)	จุดอ่อน (W)
ภายใน/ภายนอก	1.บริษัท สยามคอนเนคเทอร์ จำกัด มีพนักงานที่ชำนาญการพิเศษด้านสรรหาว่าจ้างและการฝึกอบรมบุคลากรให้กับบริษัทที่ต้องการพัฒนาบุคลากร	1.องค์กรเป็นองค์กรขนาดเล็กจึงทำให้ลูกค้าใหม่ๆ เชื้อถือค่อนข้างยาก
	2.มีฐานลูกค้าเก่าและกลุ่มลูกค้าเป้าหมายชัดเจน	2.องค์กรไม่มีการโฆษณาประชาสัมพันธ์ที่เป็นทางการจะใช้การบอกต่อกันเป็นส่วนใหญ่จึงส่งผลให้ลูกค้าใหม่ๆ เข้าถึงได้น้อย
	3. มีความเชี่ยวชาญในงานด้านสรรหาว่าจ้างและการฝึกอบรมบุคลากรโดยตรงสามารถให้คำปรึกษาหรือแก้ไขปัญหาให้กับลูกค้าได้อย่างตรงจุด	3.พนักงานในองค์กรมีค่อนข้างน้อยในบางครั้งการทำงานอาจจะก่อให้เกิดความล่าช้า
		4.ระบบเทคโนโลยีการสื่อสารขององค์กรไม่ทันสมัยทำให้เกิดความไม่สะดวกสบายในการติดต่อสื่อสารงานของบุคลากรและลูกค้า
โอกาส (O)	SO (กลยุทธ์เชิงรุก)	WO (กลยุทธ์แนวทางแก้ไข)
1.ปัจจุบันเทคโนโลยีการสื่อสารใหม่เพิ่มมากขึ้น ทำให้องค์กรสามารถนำมาพัฒนาระบบขององค์กรได้	จัดทำสื่อการประชาสัมพันธ์ให้แพร่หลายมากยิ่งขึ้น ด้วยการให้ลูกค้าเป็นฐานการบอกเสียงในการบอกต่อและประชาสัมพันธ์ไปยังกลุ่มลูกค้า	ระบบ Google meet เข้ามาใช้ในองค์กร เพื่อยกระดับการติดต่อสื่อสารขององค์กรให้มีความสะดวกสบายมากยิ่งขึ้น (W4, O1)

โอกาส (O)	SO (กลยุทธ์เชิงรุก)	WO (กลยุทธ์แนวทางแก้ไข)
2.ขนาดขององค์กรที่ยังไม่ใหญ่นัก ส่งผลให้องค์กรมีโอกาสในการขยายตัว ในอนาคตได้มากขึ้นกว่าเดิม	เป้าหมาย อาทิ กลุ่มลูกค้าที่ต้องการสรรหาบุคลากรเกี่ยวกับองค์กรของบริษัท เพื่อเพิ่มยอดและฐานลูกค้าในอนาคต	
3.สื่อสังคมในปัจจุบันเปิดกว้างมากขึ้น ส่งผลให้องค์กรมีโอกาสขยายฐาน พัฒนาการโฆษณาได้แพร่หลายมาก ยิ่งขึ้น	(S2, O3)	
อุปสรรค (T)	ST (กลยุทธ์แนวทางการตั้งรับ)	WT (กลยุทธ์ป้องกัน)
1.คู่แข่งทางการค้าที่มีอยู่แล้วทั้ง รายใหญ่ รายเล็ก และยังมีเกิดขึ้นใหม่ อีกเป็นจำนวนมาก	นำผลงาน ประวัติ ลงโปรโมทตามสื่อ โฆษณาขององค์กรเพื่อให้ลูกค้ารับรู้ถึง คุณสมบัติขององค์กรที่แท้จริง และรับ	จัดทำกิจกรรมส่งเสริมการตลาด เช่น การออกอีเวนต์ เปิดเพจเฟซบุ๊ก เพื่อให้ ลูกค้าใหม่ๆ รู้จักบริษัทเพิ่มมากขึ้น
2.คู่แข่งรายใหม่ที่เกิดขึ้นมีเครื่องมือ ระบบเทคโนโลยีที่ทันสมัยมากกว่า องค์กรของเรา	องค์กรของเราไปพิจารณา (S3, T3)	(W1, T3)
3.ลูกค้ามีสิ่งทดแทนเพิ่มมากขึ้น		

จากตารางที่ 3 TOWS Matrix พบว่า บริษัทมีจุดแข็ง มีพนักงานที่ชำนาญการพิเศษด้านสรรหาว่าจ้างและการฝึกอบรมบุคลากรให้กับบริษัทที่ต้องการพัฒนาบุคลากร มีฐานลูกค้าเก่าและกลุ่มลูกค้าเป้าหมายชัดเจน มีความเชี่ยวชาญในงานด้านสรรหาว่าจ้างและการฝึกอบรมบุคลากรโดยตรงสามารถให้คำปรึกษาหรือแก้ไขปัญหาให้กับลูกค้าได้อย่างตรงจุด ในขณะที่จุดอ่อน คือ องค์กรเป็นองค์กรขนาดเล็กจึงทำให้ลูกค้าใหม่ๆ เชื้อถือค่อนข้างยาก, องค์กรไม่มีการโฆษณาประชาสัมพันธ์ที่เป็นทางการจะใช้การบอกต่อกันเป็นส่วนใหญ่จึงส่งผลให้ลูกค้าใหม่ๆ เข้าถึงได้น้อย, ระบบเทคโนโลยีการสื่อสารขององค์กรไม่ทันสมัยทำให้เกิดความไม่สะดวกสบายในการติดต่อสื่อสารงานของบุคลากรและลูกค้า จากข้อมูลทำให้เราพบแนวทางการแก้ไขคือ ระบบ Google meet เข้ามาใช้ในองค์กร เพื่อยกระดับการติดต่อสื่อสารขององค์กรให้มีความสะดวกสบายมากยิ่งขึ้น (W4, O1)

### สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

จากการวิจัยปัญหาที่เกิดขึ้นและได้วิเคราะห์วิธีการแก้ไขปัญหานั้น ได้ผลสรุปดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4 องค์กรจึงจะใช้กลยุทธ์ WO (กลยุทธ์แนวทางแก้ไข) เพื่อนำมาแก้ไขปัญหา

กลยุทธ์ที่เลือก	กลยุทธ์ที่ใช้แก้ปัญหา
W: ระบบเทคโนโลยีการสื่อสารขององค์กรไม่ทันสมัย ทำให้เกิดความไม่สะดวกสบายในการติดต่อสื่อสารงาน ของบุคลากรและลูกค้า	โปรแกรม Google Meet เข้ามาใช้ในองค์กรเพื่อ ยกระดับการติดต่อสื่อสารขององค์กรให้มีความ สะดวกสบายมากยิ่งขึ้น
O: ปัจจุบันเทคโนโลยีการสื่อสารใหม่ๆ เพิ่มมากขึ้นทำ ให้องค์กรสามารถนำมาพัฒนาระบบขององค์กรได้	

## 1. แนวทางการแก้ไขปัญหา

1.1 นำโปรแกรม “ Google Meet ” (หรือเรียกสั้น ๆ ว่า Meet) เข้ามาทดแทนระบบเทคโนโลยีที่องค์กรมีอยู่ เพื่อให้ระบบสามารถตอบสนองได้กับทุกเครื่องมือการสื่อสารของบุคลากรและกลุ่มตัวอย่าง และลดปัญหาการติดต่อสื่อสารไม่ว่าจะระยะใกล้หรือไกล

1.2 จัดอบรมโปรแกรม “ Google Meet ” เพื่อเสริมองค์ความรู้ให้แก่บุคลากร ให้สามารถใช้งานและเรียนรู้ได้ง่ายมากยิ่งขึ้น

1.3 จัดทำตารางนัดหมายแบบออนไลน์ในการติดต่องาน การนัดประชุมต่าง ๆ เพื่อให้ง่ายและประหยัดงบประมาณมากที่สุดโดยทำผ่าน Gmail

1.4 สาเหตุที่ผู้วิจัยนำ Google Meet มาวิจัยเพราะเป็นระบบที่นิยมและเสถียรในปัจจุบัน

2. แนวทางที่เลือก คือ การนำโปรแกรม “ Google Meet ” เข้ามาใช้ทดแทนเนื่องจากการนำระบบเทคโนโลยีการสื่อสารที่มีชื่อว่า “ Google Meet ” (หรือเรียกสั้น ๆ ว่า Meet) จะสามารถตอบโต้ได้กับทุกเครื่องมือการสื่อสาร และสามารถลดปัญหาต่างๆ มีหน้าที่เป็นสื่อกลางในการทำงานในด้านต่างๆ เช่น ติดต่อสื่อสารการนัดหมาย การประชุม การประกาศและติดตามข่าวสาร การติดตามงานหรือโครงการต่างๆ เป็นต้น โดย Meet ยังสามารถตอบโต้ให้กับปัญหาในด้านของการบริการลูกค้า เพราะ Meet ใช้ประโยชน์จากโครงสร้างพื้นฐานที่ออกแบบมาให้มีความปลอดภัย การปกป้องในตัว ตลอดจนเครือข่ายระดับโลกแบบเดียวกับที่ Google ใช้เพื่อรักษาความปลอดภัยของข้อมูลและปกป้องความเป็นส่วนตัวของคุณ การประชุมทางวิดีโอของ Meet ได้รับการเข้ารหัสในระหว่างการรับส่งข้อมูล นอกจากนี้มาตรการต่างๆ ของเราที่เปิดใช้ตามค่าเริ่มต้นเพื่อป้องกันการละเมิดยังช่วยให้การประชุมปลอดภัยอยู่เสมอ Meet ออกแบบมาเพื่อลดความยุ่งยากในการเข้าร่วมวิดีโอคอลในที่ทำงาน เพราะเพียงแค่ตั้งค่าการประชุมแล้วแชร์ลิงก์ก็เป็นอันเสร็จ ทั้งยังไม่ต้องกังวลว่าทีมงานหรือจะมีบัญชีหรือปลั๊กอินที่ถูกต้องหรือไม่ นอกจากนี้ อินเทอร์เน็ตที่เรียบง่ายและตอบสนองได้รวดเร็ว พร้อมทั้งการจัดการผู้เข้าร่วมอย่างชาญฉลาดจะช่วยให้คุณจัดวิดีโอคอลที่มีผู้เข้าร่วมหลายคนได้อย่างง่ายดาย Meet ทำงานร่วมกับ Google Workspace ได้อย่างสมบูรณ์ ทำให้คุณสามารถเข้าร่วมประชุมได้โดยตรงจากกิจกรรมในปฏิทินหรืออีเมลเชิญ โดยรายละเอียดสำคัญของกิจกรรมยังอยู่ครบพร้อมให้คุณใช้ได้ทันทีที่ต้องการ ไม่ว่าจะเข้าร่วมประชุมจากแล็ปท็อป โทรศัพท์ หรือห้องประชุมก็ตาม เข้าร่วมประชุมได้ทุกที่ทุกเวลา

การประชุมทั้งหมดที่กำหนดเวลาไว้ในแต่ละวันและเข้าร่วมได้โดยตรงด้วยการแตะเพียงครั้งเดียวจากแอป Gmail บนอุปกรณ์เคลื่อนที่หรือแอปของ Meet โดยเฉพาะ การประชุมที่ใช้ Google Workspace จัดยังสร้างหมายเลขโทรศัพท์โทรเข้าสำหรับการประชุมแต่ละครั้งได้ เพื่อให้ผู้เข้าร่วมทุกคนได้รับประสบการณ์ที่ยืดหยุ่นแม้จะอยู่ในระหว่างการเดินทางที่ไม่มี Wi-Fi หรืออินเทอร์เน็ตด้วย Meet ผสานกับ Google Workspace ได้อย่างเต็มรูปแบบ เข้าร่วมวิดีโอคอลจาก Chat ได้อย่างราบรื่นหรือทำงานร่วมกันในเอกสารได้มีประสิทธิภาพมากขึ้นโดยการพูดคุยสื่อสารกันผ่านวิดีโอ ผลิตภัณฑ์ทั้งหมดจะผสานการทำงานกันเพื่อให้คุณติดต่อพูดคุยและทำงานร่วมกันได้อย่างมีความเข้าใจที่ตรงกัน เชื่อมต่อในสำนักงานหรือจากระยะไกล

ฮาร์ดแวร์ของ Meet เชื่อมต่อทุกๆ ห้องประชุมหรือพื้นที่ทำงาน ไม่ว่าจะเดสก์ท็อป ห้องประชุมขนาดเล็ก ห้องประชุมบอร์ดรูม ไปจนถึงการประชุมทางวิดีโอ ทั้งหมดด้วยการคลิกเพียงครั้งเดียว ทั้งการใช้งานและการจัดการ อีกทั้งยังปรับใช้ตามขนาดได้ตามต้องการ โดยทุกหน่วยสามารถตั้งค่าได้ในไม่กี่นาทีและจัดการทาง

ออนไลน์ได้ วัตถุประสงค์ของการเลือกโปรแกรม Meet คือ 1) เพื่อลดปัญหาของระบบเทคโนโลยีที่ไม่สามารถเข้าถึง  
ได้กับทุกเครื่องมือการสื่อสาร 2) เพื่อให้เกิดความสะดวกสบายในการติดต่อประสานงาน 3) เพื่อการประสานงานที่มี  
ประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น 4) เพื่อลดค่าใช้จ่ายในการออกพื้นที่ไปดูหน้างานหรือเข้าติดต่อกันโดยตรงกับลูกค้า

### เอกสารอ้างอิง

- กนกนาด ลิขิตไพรวัดย์. (2563). *กลยุทธ์การสื่อสารข้อมูลข่าวสารผ่านเฟซบุ๊กเพจในจังหวัดพิษณุโลก*. [วิทยานิพนธ์  
ปริญญาโทบริหารธุรกิจ ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- นงนภัส ภิญญ. (2562). *ปัจจัยการติดต่อสื่อสารในองค์กรที่ส่งผลต่อกระบวนการบริหารทรัพยากรมนุษย์ของ  
บุคลากรในองค์การบริหารส่วนจังหวัดสงขลา* [วิทยานิพนธ์ รัฐประศาสนศาสตรมหาบัณฑิตไม่ได้ตีพิมพ์].  
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- ดนูชา สลิวศ์ และ ถนัดตยา เอี่ยมคง. (2560, กันยายน – ธันวาคม). การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการ  
บริหารจัดการสินค้าชุมชนเพื่อความยั่งยืนทางเศรษฐกิจ. *บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร*, 10(3),  
2355-2371.
- ศศิมา อุดมศิลป์. (2557). *กลยุทธ์การสื่อสารการตลาดโดยใช้ผู้ทรงอิทธิพลออนไลน์ในธุรกิจร้านอาหาร*. [วิทยานิพนธ์  
นิเทศศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อรุณทัย พยัคฆพงษ์. (2560, พฤษภาคม-สิงหาคม). แบบจำลองการยอมรับเทคโนโลยีในการแข่งขันทางการตลาด.  
*วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยธนบุรี*, 11(25), 128-136.
- วรรณศร จันทสิทธิ์. (2560). *การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในองค์กรกรณีศึกษามหาวิทยาลัยมหา  
จุฬาลงกรณ์ราชวิทยาลัย*. [งานค้นคว้าอิสระ. วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต. สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์  
และการสื่อสารวิทยาลัยนวัตกรรม ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต.
- สุรัชย์ วงษ์ชาติ . (2561, กรกฎาคม-ธันวาคม). การนำเทคโนโลยีสารสนเทศมาใช้ในการบริหารงานขององค์กร  
กรณีศึกษา: พนักงานในนิคมอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ จังหวัดปทุมธานี. *วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัย  
ปทุมธานี*, 10(2), 198-206.
- หทัยรัตน์ เสนาะพล. (2563). *การยอมรับเทคโนโลยีและการสื่อสารการตลาดเชิงบูรณาการที่ส่งผลต่อการตั้งใจซื้อ  
เสื้อผ้าแฟชั่นผ่านช่องทาง FACEBOOK LIVE ของผู้บริโภคชาวไทย*. [วิทยานิพนธ์ ปริญญาโทบริหาร  
ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยรังสิต.
- Davis, F. D., Bagozzi, R.P. & Warshaw, P.R. (1989, August). User acceptance of computer technology: A  
comparison of two theoretical models. *Management Science*, 35(8), 982-1003.



**สภาพและปัญหาการจัดซื้อจัดจ้าง ผ่านระบบจัดซื้อจัดจ้างทางอิเล็กทรอนิกส์  
(e-Government Procurement : e-GP) ของหน่วยงานภายใน  
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม**

**The Conditions and Problems about Procurement Management of the Offices in  
Rajabhat Maha Sarakham University through e-Government Procurement**

**ประโชติ ประจันตะเสน\***

**Prachote Prachantasena\***

*กองคลัง สำนักงานอธิการบดี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม*

*Financial Division, Office of the President, Rajabhat Maha Sarakham University*

*\*Corresponding author. E-mail: prachod\_16@hotmail.com*

**บทคัดย่อ**

การวิจัย เรื่อง สภาพและปัญหาการจัดซื้อจัดจ้าง ผ่านระบบจัดซื้อจัดจ้างทางอิเล็กทรอนิกส์ (e-Government Procurement : e-GP) ของหน่วยงานภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อศึกษาสภาพและปัญหาการจัดซื้อจัดจ้าง ผ่านระบบจัดซื้อจัดจ้างทางอิเล็กทรอนิกส์ ของหน่วยงานภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม 2) เพื่อหาข้อเสนอแนะในการปรับปรุงการดำเนินงานเกี่ยวกับการจัดซื้อจัดจ้างของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม วิธีดำเนินการวิจัยมีดังนี้ 1) ประชากร คือ บุคลากรที่ปฏิบัติงานด้านการเงิน และพัสดุ ภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จำนวน 60 คน 2) ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา ตัวแปรต้น ได้แก่ เพศ อายุ ระดับการศึกษา และประเภทบุคลากร และตัวแปรตาม สภาพและปัญหาการจัดซื้อจัดจ้างผ่านระบบจัดซื้อจัดจ้างทางอิเล็กทรอนิกส์ ของหน่วยงานภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ประกอบด้วย ความพร้อมด้านบุคลากร ความพร้อมด้านระบบสารสนเทศ และความพร้อมด้านงบประมาณ เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับการวิจัยในครั้งนี้ โดยใช้วิธีการสอบถามจากประชากรกลุ่มเป้าหมายด้วยการใช้แบบสอบถาม

จากการวิจัย พบว่า ระดับสภาพและปัญหาการจัดซื้อจัดจ้างของบุคลากรปฏิบัติงานด้านงบประมาณ พักตร์ และการเงิน โดยรวมอยู่ในระดับมาก เมื่อจำแนกเป็นรายด้าน พบว่า อยู่ในระดับมากทุกด้าน โดยเรียงลำดับค่าเฉลี่ยจากมากไปน้อย คือ ด้านบุคลากร รองลงมาด้านงบประมาณ และด้านระบบสารสนเทศ ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบสภาพและปัญหาการจัดซื้อจัดจ้างผ่านระบบจัดซื้อจัดจ้างทางอิเล็กทรอนิกส์ พบว่า บุคลากรที่ปฏิบัติงานด้านงบประมาณ พักตร์ และการเงิน ทั้งโดยรวมบุคลากรมีความคิดเห็นเกี่ยวกับปัญหาการจัดซื้อจัดจ้างไม่แตกต่างกัน เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ด้านบุคลากรมีความคิดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

**คำสำคัญ:** การจัดซื้อจัดจ้าง, ระบบจัดซื้อจัดจ้างทางอิเล็กทรอนิกส์

## ABSTRACT

The paper solely presents “The Conditions and Problems about Procurement Management of the Offices in Rajabhat Maha Sarakham University through e-Government Procurement (e-GP)”. The major objectives of the research were to 1) study the current conditions and problems about procurement management of the offices in Rajabhat Maha Sarakham University through e-government procurement (e-GP) and 2) find useful suggestions for improving e-government procurement management of the offices in Rajabhat Maha Sarakham University. The target population was sixty officers of the financial and material supplies offices in Rajabhat Maha Sarakham University. The independent variables consisted of gender, age, educational level and type of the officers. The dependent variable was conditions and problems about procurement management of the offices in Rajabhat Maha Sarakham University through e-government procurement focusing on readiness of the officers, an information management system and budget. The data was collected by a 5-point-rating scale questionnaire from the target population.

Results of the research were as follows. The study showed that the average condition and problem about procurement management of the offices in Rajabhat Maha Sarakham University through e-government procurement management was at a high level. The three high rated items of the conditions and problems were officers, budget and an information management system respectively. The findings indicated that the conditions and problems about procurement management of the offices in Rajabhat Maha Sarakham University through e-government procurement management regarding the different genders, ages, educational levels and types of the officers were not significantly different at the .05 level of the statistical significance.

**Keywords:** Procurement Management, e-Government Procurement

## บทนำ

ในช่วงปลายทศวรรษที่ 1990 เริ่มเห็นการปฏิรูป E-Government ในประเทศไทย โดยกรอบนโยบายเทคโนโลยีสารสนเทศฉบับแรก (IT 2000) ได้รับการประกาศใช้ในปี พ.ศ. 2539 อย่างไรก็ตาม ข้อมูลของสำนักงานวิชาการสำนักงานเลขาธิการสภาผู้แทนราษฎร ได้กล่าวถึงแนวคิด E-Government หรือรัฐบาลอิเล็กทรอนิกส์ว่าเกิดขึ้นเมื่อประเทศไทยได้เข้าร่วมข้อตกลงด้านอิเล็กทรอนิกส์ของอาเซียน (E-ASEAN Agreement) ในวันที่ 28 พฤศจิกายน 2542 เพื่อการเสริมสร้างศักยภาพด้านเทคโนโลยีสารสนเทศของภูมิภาคอาเซียน ซึ่งประเทศไทยได้เริ่มพัฒนาโครงการที่เรียกว่า E-Thailand ขึ้น โดยมีแนวคิดในการวางแนวทางการพัฒนาประเทศเพื่อลดช่องว่างความเหลื่อมล้ำในสังคมอย่างเป็นธรรม และพัฒนาสังคม บุคลากร และสารสนเทศให้มีประสิทธิภาพ รวมทั้งส่งเสริมการค้า การลงทุน การสร้างความเชื่อมั่น และอำนวยความสะดวกให้แก่ประชาชนและภาคเอกชน โดยนำเครื่องมือเทคโนโลยีสารสนเทศเข้ามาใช้กับการดำเนินการของหน่วยงานภาครัฐ และให้บริการประชาชนผ่านระบบอินเทอร์เน็ต เพื่อให้ประชาชนเกิดความสะดวกมากขึ้น เสียเวลาน้อยลง กระจายความเสมอภาคและความเจริญไปสู่ประชาชนในชนบทที่

ห้างไกล (ทองศักดิ์ เหมือนเตย, 2563) ซึ่งกรมบัญชีกลาง (2553) ได้จัดทำระบบการจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐด้วยอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Government Procurement : e-GP) เพื่อให้หน่วยงานภาครัฐและเอกชนสามารถเข้าถึงแหล่งข้อมูลการจัดซื้อจัดจ้างและพัสดุภาครัฐได้อย่างรวดเร็ว ถูกต้อง ครบถ้วน ทัวถึง เป็นศูนย์ข้อมูลการจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐที่มีระบบบริหารจัดการรหัสสินค้าและบริการภาครัฐ เก็บข้อมูลของหน่วยจัดซื้อ และข้อมูลผู้ค้าสำหรับจัดซื้อจัดจ้างรูปแบบต่างๆ เชื่อมโยงข้อมูลกับแหล่งข้อมูลภายนอกที่เกี่ยวข้อง และต้นแบบการประมวลผลด้วยอิเล็กทรอนิกส์ที่ครบกระบวนการจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐ เพื่อเพิ่มความโปร่งใส ลดปัญหาทุจริตคอร์รัปชัน ลดความผิดพลาดในการปฏิบัติงาน ตามระเบียบ ลดความซ้ำซ้อน การบันทึกข้อมูล ซึ่งฝ่ายบริหารสามารถติดตามข้อมูลแบบ Online Real time ในระบบ รวมถึงเพิ่มประสิทธิภาพในการเร่งรัดติดตามการใช้จ่ายงบประมาณได้

จากนโยบายที่ชัดเจนดังกล่าว เป็นผลให้มีการปรับปรุงกฎหมายและระเบียบต่าง ๆ ที่เป็นอุปสรรคของการเป็นรัฐบาลอิเล็กทรอนิกส์ โดยในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการจัดซื้อจัดจ้างทางอิเล็กทรอนิกส์ (e-Procurement) นั้น ได้ปรับปรุงกลไกเกี่ยวกับการจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐ โดยแก้ไขระเบียบที่เกี่ยวข้องกับการพัสดุ และกำหนดหลักเกณฑ์ แนวทาง ขั้นตอน และวิธีการปฏิบัติ ที่นำเทคโนโลยีสารสนเทศเข้ามาสนับสนุนการให้บริการที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมการจัดซื้อจัดจ้างภายใต้หลักการเพื่อให้เกิดความคุ้มค่าในการใช้จ่ายเงิน ความโปร่งใส ความมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล และการรับผิดชอบต่อผลสำเร็จของงานหรือการตรวจสอบได้ อย่างไรก็ตาม แม้ว่าการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวจะถูกกำหนดให้ดำเนินไปตามหลักการและเหตุผลเพื่อสนับสนุนส่งเสริมต่อการบริหารงานภาครัฐแนวใหม่ แต่กระบวนการปฏิบัติงานพบว่า เจ้าหน้าที่ที่ปฏิบัติงานพัสดุยังประสบปัญหาและอุปสรรคจนทำให้การปฏิบัติงานเกิดความล่าช้าและส่งผลกระทบต่อแผนการใช้จ่ายเงินงบประมาณของหน่วยงานต่าง ๆ

การศึกษาสภาพและปัญหาการจัดซื้อจัดจ้างผ่านระบบจัดซื้อจัดจ้างทางอิเล็กทรอนิกส์ (e-Government Procurement : e-GP) ของหน่วยงานภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามจึงเป็นประเด็นปัญหาที่ผู้วิจัยในฐานะเป็นเจ้าของหน้าที่ปฏิบัติงานด้านพัสดุของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม สนใจที่จะศึกษาโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสภาพและปัญหาการจัดซื้อจัดจ้างผ่านระบบจัดซื้อจัดจ้างทางอิเล็กทรอนิกส์ (e-Government Procurement : e-GP) ของหน่วยงานภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม สรุปรวบรวมปัญหาการศึกษาสภาพและปัญหาการจัดซื้อจัดจ้าง เพื่อนำไปสู่การนำเสนอต่อผู้บริหาร และหาข้อเสนอแนะในการปรับปรุงการดำเนินงานเกี่ยวกับการจัดซื้อจัดจ้างของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามต่อไป

### วัตถุประสงค์การวิจัย

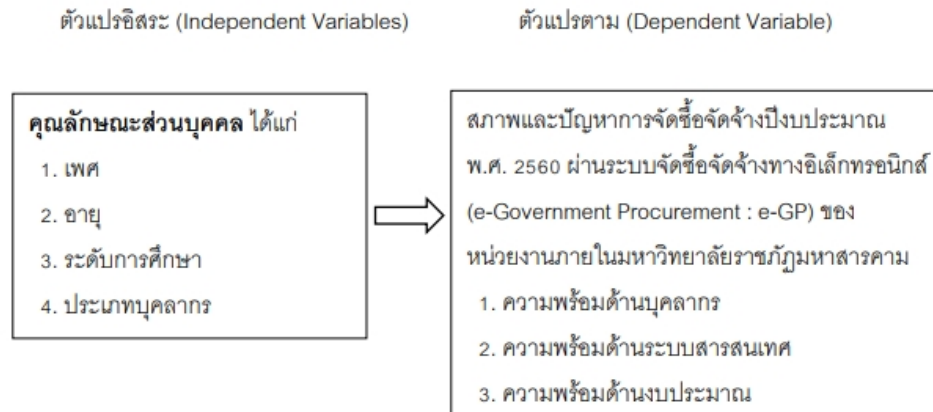
1. เพื่อศึกษาสภาพและปัญหาการจัดซื้อจัดจ้างผ่านระบบจัดซื้อจัดจ้างทางอิเล็กทรอนิกส์ของหน่วยงานภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
2. เพื่อหาข้อเสนอแนะในการปรับปรุงการดำเนินงานเกี่ยวกับการจัดซื้อจัดจ้างของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

### วิธีดำเนินการวิจัย

1. ประชากร คือ บุคลากรที่ปฏิบัติงานด้านการเงิน และพัสดุ ภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จำนวน 60 คน
2. ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา ตัวแปรต้น ได้แก่ เพศ อายุ ระดับการศึกษา และประเภทบุคลากร ตัวแปรตาม สภาพและปัญหาการจัดซื้อจัดจ้างผ่านระบบจัดซื้อจัดจ้างทางอิเล็กทรอนิกส์ ของหน่วยงานภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ซึ่งประกอบด้วย ความพร้อมด้านบุคลากร ความพร้อมด้านระบบสารสนเทศ และความพร้อมด้านงบประมาณ
3. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการวิจัยการศึกษาสภาพและปัญหาการจัดซื้อจัดจ้าง ผ่านระบบจัดซื้อจัดจ้างทางอิเล็กทรอนิกส์ ของหน่วยงานภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม โดยข้อคำถามได้ครอบคลุมถึงวัตถุประสงค์ที่ต้องการวิจัยแล้วนำมาสร้างเป็นข้อคำถาม ภายใต้การให้คำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการนำมาวิเคราะห์ข้อมูลไป โดยใช้วิธีการสอบถามจากประชากรกลุ่มเป้าหมายด้วยการใช้แบบสอบถาม ผู้วิจัยสร้างขึ้นเองโดยแบ่งเนื้อหาของคำถาม ออกเป็น 3 ตอน คือ ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป ข้อคำถามมีลักษณะเป็นแบบตัวเลือก (Checklist) จำนวน 4 ข้อ ตอนที่ 2 เป็นข้อมูลเกี่ยวกับสภาพและปัญหาการจัดซื้อจัดจ้างผ่านระบบจัดซื้อจัดจ้างทางอิเล็กทรอนิกส์ของหน่วยงานภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ซึ่งลักษณะของเครื่องมือเป็นแบบมาตราส่วนประมาณ ค่า (Rating Scale) 5 ระดับ โดยแบ่งออกเป็นจำนวน 30 ข้อ จำนวน 3 ด้าน ได้แก่ ความพร้อมด้านบุคลากร ความพร้อมด้านระบบสารสนเทศ และความพร้อมด้านงบประมาณ ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับสภาพและปัญหาการจัดซื้อจัดจ้างงบประมาณ ผ่านระบบจัดซื้อจัดจ้างทางอิเล็กทรอนิกส์ ของหน่วยงานภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ลักษณะคำถามเป็นแบบปลายเปิด
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล ในการดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยทำหนังสือขออนุญาต การเก็บข้อมูลจาก มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม โดยสำเนาหนังสือแนบ ไปพร้อมกับแบบสอบถามในการเก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อขอความอนุเคราะห์ในการตอบแบบสอบถาม จากนั้นดำเนินการเก็บข้อมูลจากบุคลากรสังกัดมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ด้วยตนเอง และตรวจสอบความครบถ้วนสมบูรณ์ของเนื้อหาในแบบสอบถาม
5. การวิเคราะห์ข้อมูล เกี่ยวกับประเภทบุคลากรของพนักงานในสถาบันอุดมศึกษาที่สังกัดมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ได้แก่ เพศ อายุ ระดับการศึกษา และประเภทบุคลากร โดยวิธีการแจกแจงความถี่ (Frequency) และสรุปออกมาเป็นค่าร้อยละ (Percentage) เกี่ยวกับสภาพและปัญหาการจัดซื้อจัดจ้างผ่านระบบจัดซื้อจัดจ้างทางอิเล็กทรอนิกส์ของหน่วยงานภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ประกอบด้วย 3 ด้าน ความพร้อมด้านบุคลากร ความพร้อมด้านระบบสารสนเทศ และความพร้อมด้านงบประมาณ โดยใช้วิธีการประมวลผลทางหลักสถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) โดยนำเสนอข้อมูลในรูปแบบตารางควบคู่กับการบรรยายและสรุปผลการดำเนินการวิจัยจากแบบสอบถาม เพื่อตอบวัตถุประสงค์ข้อที่ 1 นำผลการวิจัยเสนอตามวัตถุประสงค์และกรอบแนวคิดของการวิจัย โดยใช้ตารางวิเคราะห์ผล และวิเคราะห์ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับสภาพและปัญหาการจัดซื้อจัดจ้างผ่านระบบจัดซื้อจัดจ้างทางอิเล็กทรอนิกส์ ของหน่วยงานภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม โดยการจัดกลุ่มประเด็นสำคัญ (Grouping) แล้ว Coding ถ้อยคำ

สำคัญ จากนั้นสรุปเรียบเรียงถ้อยคำใหม่โดยการอธิบายขยายความ (Explanation) เพื่อให้เกิดความชัดเจน รายละเอียดได้เรียงลำดับจากความสำคัญมากไปหาน้อย

### กรอบแนวคิดการวิจัย



### ผลการวิจัย

จากการวิจัย เรื่อง การศึกษาสภาพและปัญหาการจัดซื้อจัดจ้างผ่านระบบจัดซื้อจัดจ้างทางอิเล็กทรอนิกส์ ปราบกฎผลการวิจัย ดังนี้

1. ระดับสภาพและปัญหาการจัดซื้อจัดจ้างของบุคลากรปฏิบัติงานด้านงบประมาณ พัสดุ และการเงิน โดยรวมอยู่ในระดับมาก ( $\bar{X} = 3.81$ ) เมื่อจำแนกเป็นรายด้าน พบว่า อยู่ในระดับมากทุกด้าน โดยเรียงลำดับค่าเฉลี่ยจากมากไปน้อย คือ ด้านบุคลากร ( $\bar{X} = 3.87$ ) รองลงมาด้านงบประมาณ ( $\bar{X} = 3.80$ ) และด้านระบบสารสนเทศ ( $\bar{X} = 3.781$ ) ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์ข้อมูลระดับการศึกษาสภาพและปัญหาการจัดซื้อจัดจ้างงบประมาณ ผ่านระบบจัดซื้อจัดจ้างทางอิเล็กทรอนิกส์ โดยรวมและรายด้าน ดังตาราง

**ตารางที่ 1** ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานระดับสภาพและปัญหาการจัดซื้อจัดจ้างผ่านระบบจัดซื้อจัดจ้างทางอิเล็กทรอนิกส์ โดยรวมและเป็นรายด้าน

รายการ	ระดับความเสี่ยง		แปลผล
	$\bar{X}$	SD	
1. ด้านบุคลากร	3.87	0.36	มาก
2. ด้านระบบสารสนเทศ	3.78	0.40	มาก
3. ด้านงบประมาณ	3.80	0.34	มาก
<b>รวม</b>	<b>3.81</b>	<b>0.25</b>	<b>มาก</b>

จากตารางที่ 1 ระดับสภาพและปัญหาการจัดซื้อจัดจ้างของบุคลากรปฏิบัติงานด้านงบประมาณ พัสดุ และการเงิน โดยรวมอยู่ในระดับมาก ( $\bar{X} = 3.81$ ) เมื่อจำแนกเป็นรายด้าน พบว่า อยู่ในระดับมากทุกด้าน โดยเรียงลำดับค่าเฉลี่ยจากมากไปน้อย คือ ด้านบุคลากร ( $\bar{X} = 3.87$ ) รองลงมา ด้านงบประมาณ ( $\bar{X} = 3.80$ ) และด้านระบบสารสนเทศ ( $\bar{X} = 3.781$ ) ตามลำดับ

2. เปรียบเทียบสภาพและปัญหาการจัดซื้อจัดจ้างผ่านระบบจัดซื้อจัดจ้างทางอิเล็กทรอนิกส์ จำแนกตามเพศ อายุ ระดับการศึกษา และประเภทบุคลากร พบว่า บุคลากรที่ปฏิบัติงานด้านงบประมาณ พัสดุ และการเงิน พบว่า ทั้งโดยรวมบุคลากรมีความคิดเห็นเกี่ยวกับปัญหาการจัดซื้อจัดจ้างไม่แตกต่างกัน เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน จำแนกตาม อายุ พบว่า โดยรวมและรายได้บุคลากรที่ปฏิบัติงานด้านงบประมาณ พัสดุ และการเงินมีความคิดเห็นเกี่ยวกับ ความเสี่ยงไม่แตกต่างกัน เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ด้านบุคลากร มีความคิดแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทาง สถิติที่ระดับ 0.05

3. ข้อเสนอแนะสภาพและปัญหาการจัดซื้อจัดจ้างผ่านระบบจัดซื้อจัดจ้างทางอิเล็กทรอนิกส์ ลักษณะคำถาม เป็นแบบปลายเปิดในรูปแบบเชิงพรรณนา พบว่า 1) ด้านบุคลากร จากข้อเสนอแนะของบุคลากรที่ปฏิบัติงานบุคลากร ที่ปฏิบัติงานด้านงบประมาณ พัสดุ และการเงิน ที่รับผิดชอบโดยตรง พบว่า เจ้าหน้าที่ที่ปฏิบัติงานโดยตรงนั้นมีปัญหา ในเรื่องของการนำเสนอและเป็นวิทยากรสำหรับการปฏิบัติงานเกี่ยวกับการจัดซื้อจัดจ้างทางอิเล็กทรอนิกส์ ให้ผู้อื่น เข้าใจได้ และยังมีปัญหาในเรื่องของการสรุปผลที่จะเสนอต่อผู้บริหารได้ทราบผลการดำเนินงานและจัดทำรายงานต่อ ผู้บริหาร อีกทั้งไม่กล้าที่จะรายงานปัญหาที่เกิดขึ้นในการดำเนินงานจัดซื้อจัดจ้างทางอิเล็กทรอนิกส์ 2) ด้านระบบ สารสนเทศ จากข้อเสนอแนะของบุคลากรที่ปฏิบัติงานบุคลากรปฏิบัติงานด้านงบประมาณ พัสดุ และการเงิน ที่ รับผิดชอบโดยตรง พบว่า เจ้าหน้าที่ที่ปฏิบัติงานจัดซื้อจัดจ้างทางอิเล็กทรอนิกส์ มีปัญหากับระบบเป็นอย่างไร ซึ่ง มี การปรับปรุงอยู่เสมอ ซึ่งเป็นผลต่อการปฏิบัติงานทำให้ล่าช้า และมีความยุ่งยากหลายขั้นตอนซึ่งเป็นการปฏิบัติงานที่ เพิ่มภาระงานมากเกินไปจนความจำเป็น อีกทั้งมีการเชื่อมโยงไปยังการปฏิบัติงานด้วยระบบ GFMS (Government Fiscal Management System) จึงส่งผลให้การปฏิบัติงานล่าช้า 3) ด้านงบประมาณ จากข้อเสนอแนะของบุคลากรที่ ปฏิบัติงานบุคลากรที่ปฏิบัติงานด้านงบประมาณ พัสดุ และการเงิน ที่รับผิดชอบโดยตรง พบว่า เจ้าหน้าที่ที่ปฏิบัติงาน จัดซื้อจัดจ้างทางอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับในเรื่องของงบประมาณที่ยังไม่ชัดเจนและไม่เป็นไปตามแผนงบประมาณที่ตั้ง เอาไว้ มีการปรับเปลี่ยนอยู่เสมอ กฎ ระเบียบ ข้อบังคับบางตัวทำให้การปฏิบัติงานสำหรับงบประมาณที่ตั้งเอาไว้ ดังนั้นจึงได้มีการเปลี่ยนแปลงงบประมาณอยู่เสมอทำให้การปฏิบัติงานล่าช้าไม่เป็นไปตามเป้าหมายที่ตั้งเอาไว้

### อภิปรายผล

จากผลการวิจัยสภาพและปัญหาการจัดซื้อจัดจ้างผ่านระบบจัดซื้อจัดจ้างทางอิเล็กทรอนิกส์ ผู้วิจัยได้นำมา อภิปรายผลได้ ดังนี้

1. ระดับสภาพและปัญหาการจัดซื้อจัดจ้างของบุคลากรปฏิบัติงานด้านงบประมาณ พัสดุ และการเงิน โดยรวมอยู่ในระดับมาก เมื่อจำแนกเป็นรายด้าน พบว่า อยู่ในระดับมากทุกด้าน โดยเรียงลำดับค่าเฉลี่ยจากมากไป น้อย คือ ด้านบุคลากร รองลงมา ด้านงบประมาณ และด้านระบบสารสนเทศ ตามลำดับ อาจเป็นเพราะว่า มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ได้มีการเปลี่ยนบุคลากรสำหรับการดำเนินการจัดซื้อจัดจ้าง ทางอิเล็กทรอนิกส์ บ่อยครั้งจึงส่งผลกระทบต่อการทำงานเป็นอย่างมาก ทำให้เกิดความล่าช้า ผิดพลาดบ่อยครั้ง อีกทั้งในเรื่องของ เจ้าหน้าที่ที่ปฏิบัติงานโดยตรงนั้นมีปัญหาในเรื่องของการนำเสนอและเป็นวิทยากรสำหรับการปฏิบัติงานเกี่ยวกับการ จัดซื้อจัดจ้างทางอิเล็กทรอนิกส์ให้ผู้อื่นเข้าใจได้ และยังมีปัญหาในเรื่องของการสรุปผลที่จะเสนอต่อผู้บริหารได้ ทราบผลการดำเนินงานและจัดทำรายงานต่อผู้บริหาร อีกทั้งไม่กล้าที่จะรายงานปัญหาที่เกิดขึ้นในการดำเนินงาน

จัดซื้อจัดจ้างทางอิเล็กทรอนิกส์) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของนันพร ลิมปกาญจน์เวช (2560) ปัญหาในการใช้งานระบบจัดซื้อจัดจ้างด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์ ของเจ้าหน้าที่พัสดุในสำนักงานของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน พบว่า เจ้าหน้าที่ในสำนักงานของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานมีปัญหาด้านโปรแกรมเป็นปัญหาหลักในการใช้งานระบบการจัดซื้อจัดจ้างด้วย ระบบอิเล็กทรอนิกส์ ในเรื่องของความซับซ้อน ความยุ่งยากหลายขั้นตอนของการใช้การใช้งานครบการจัดซื้อจัดจ้างด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์ ของเจ้าหน้าที่พัสดุในสำนักงานของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

2. เปรียบเทียบสภาพและปัญหาการจัดซื้อจัดจ้างผ่านระบบจัดซื้อจัดจ้างทาง จำแนกตามเพศ อายุ ระดับการศึกษา และประเภทบุคลากร พบว่า บุคลากรที่ปฏิบัติงานด้านงบประมาณ พัสดุ และการเงิน พบว่า ทั้งโดยรวมบุคลากรมีความคิดเห็นเกี่ยวกับปัญหาการจัดซื้อจัดจ้างไม่แตกต่างกัน เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน จำแนกตามอายุ พบว่า โดยรวมและรายได้บุคลากรที่ปฏิบัติงานด้านงบประมาณ พัสดุ และการเงินมีความคิดเห็นเกี่ยวกับความเสี่ยงไม่แตกต่างกัน เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ด้านบุคลากร มีความคิดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 อาจเป็นเพราะว่า บุคลากรที่ปฏิบัติงานจัดซื้อจัดจ้างทางอิเล็กทรอนิกส์ ได้รับการฝึกอบรมสำหรับการปฏิบัติงานโดยตรงก่อนที่จะลงมือปฏิบัติงานจริง จึงแม้ว่าจะมีความแตกต่างในเรื่องของเพศ อายุ ระดับการศึกษา และประเภทบุคลากร ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ นันพร ลิมปกาญจน์เวช (2557) ปัญหาในการใช้งานระบบจัดซื้อจัดจ้างด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์ ของเจ้าหน้าที่พัสดุของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ปัญหาเกิดจากตัวบุคลากรหรือเจ้าหน้าที่พัสดุ โดยเจ้าหน้าที่พัสดุบางคน บอกว่าเพิ่มได้รับมอบหมายให้ปฏิบัติงานในตำแหน่งเจ้าหน้าที่พัสดุ ทำให้ไม่มีความเชี่ยวชาญในการใช้งานระบบการจัดซื้อจัดจ้างด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์ และเมื่อเกิดปัญหาขึ้นไม่สามารถแก้ไขหรือเปลี่ยนแปลงข้อมูลในระบบได้ จึงทำให้การปฏิบัติงานเกิดความล่าช้า ประกอบกับเจ้าหน้าที่พัสดุมีภาระงานซ้ำซ้อนกัน โดยเจ้าหน้าที่พัสดุมีภาระงานที่ซ้ำซ้อนกัน และเจ้าหน้าที่พัสดุบางคนต้องปฏิบัติงานด้านธุรการสำนักงานด้วย จึงไม่สามารถปฏิบัติงานด้านเจ้าหน้าที่พัสดุ หรือปฏิบัติงานด้านระบบการจัดซื้อจัดจ้างด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์ ได้อย่างเต็มที่ และสอดคล้องกับ จูไรรัตน์ ผดุงกิจ (2563) ทำการวิจัยเรื่องปัญหาการปฏิบัติงานในการจัดซื้อจัดจ้างด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์ของเจ้าหน้าที่พัสดุ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม เนื่องจากการปฏิบัติงานในการจัดซื้อจัดจ้างด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์ในบางวิธี และบางขั้นตอนจะค่อนข้างยุ่งยากและซับซ้อน อีกทั้งยังมีการเปลี่ยนแปลงพระราชบัญญัติการจัดซื้อจัดจ้างฉบับใหม่ การปฏิบัติงานในระบบอิเล็กทรอนิกส์ให้สอดคล้องกับพระราชบัญญัติการจัดซื้อจัดจ้างเป็นเรื่องที่ยุ่งยากมากขึ้น ถึงปัญหาการใช้เทคโนโลยีด้านสารสนเทศที่ไม่มีคอมพิวเตอร์ที่ทันสมัย จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่เจ้าหน้าที่พัสดุต้องได้รับการฝึกอบรมความรู้เกี่ยวกับการปฏิบัติงานด้านพัสดุอย่างต่อเนื่อง

3. ข้อเสนอแนะสภาพและปัญหาการจัดซื้อจัดจ้างผ่านระบบจัดซื้อจัดจ้างทางอิเล็กทรอนิกส์ ข้อเสนอแนะทั่วไป/ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย มีดังนี้ 1) ด้านบุคลากร ควรจัดอบรมให้ความรู้ ความเข้าใจเพิ่มเติมในเรื่องของระบบการจัดซื้อจัดจ้างด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์ และพระราชบัญญัติการจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุภาครัฐ พ.ศ. 2560 ควบคู่กันไปเพื่อให้เจ้าหน้าที่พัสดุมีความมั่นใจและกล้าที่จะใช้งานในระบบมากขึ้น ควรจัดทำคู่มือการใช้งานและการแก้ไขปัญหาเบื้องต้นเกี่ยวกับระบบการจัดซื้อจัดจ้างด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์ และมีการกำหนดหน้าที่ความรับผิดชอบให้ชัดเจน สำหรับเจ้าหน้าที่พัสดุรับผิดชอบงานด้านพัสดุภายในสำนักงานเพียงอย่างเดียว เพื่อลดภาระงานที่ซ้ำซ้อนและเจ้าหน้าที่พัสดุจะได้มีเวลาเรียนรู้การใช้งานครบการจัดซื้อจัดจ้างด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์ มากขึ้น

และเพื่อทำให้การปฏิบัติงานมีประสิทธิภาพ 2) ด้านระบบสารสนเทศ ควรมีการจัดอบรมในเรื่องของระบบการจัดซื้อจัดจ้างด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อให้การปฏิบัติงานเกิดความคล่องตัวมากขึ้น และเจ้าหน้าที่พัสดุภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม เข้าใจขั้นตอนการใช้งานระบบอย่างลึกซึ้ง ควรทำหนังสือเพื่อหารือแนวทางในการปฏิบัติงานและลดขั้นตอนสำหรับการจัดซื้อจัดจ้างด้วยระบบ เพื่อให้ง่ายต่อการปฏิบัติงานและมีความรวดเร็วมากยิ่งขึ้น และมหาวิทยาลัยควรมีการปรับปรุงระบบอินเทอร์เน็ตไร้สายให้มีความเสถียรสภาพและพร้อมใช้งานได้ตลอดเวลา เพื่อเวลาระบบการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตแบบสายสัญญาณมีปัญหาสามารถสลับไปใช้ระบบการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตไร้สายได้ทันที ทั้งเพื่อให้เกิดความต่อเนื่องในการเข้าใช้งานระบบการจัดซื้อจัดจ้างด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์ 3) ด้านงบประมาณ ควรมีการจัดสรรงบประมาณสำหรับการดำเนินการจัดซื้อจัดจ้างด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์ ให้เพียงพอต่อการดำเนินงานควรมีการจัดสรรงบประมาณ มีแผน ที่ชัดเจนสำหรับการดำเนินการจัดซื้อจัดจ้างด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานได้วางแผนการดำเนินงานได้อย่างถูกต้องแม่นยำ และผู้ปฏิบัติงานควรได้ทราบถึงงบประมาณสำหรับการดำเนินการจัดซื้อจัดจ้างทางอิเล็กทรอนิกส์ด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์ (e-Government Procurement : e-GP) เพื่อจะได้วางแผนในการดำเนินงานและปฏิบัติงานให้รวดเร็วเป็นไปตามเป้าหมายในแต่ละไตรมาสสำหรับการจัดซื้อจัดจ้าง ซึ่งสอดคล้องกับ กติมา ศรีสิงห์ (2561) ทำการวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนารูปแบบการปฏิบัติการจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานพัสดุของหน่วยงานภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี พบว่า ด้านบุคลากรผู้ปฏิบัติงานพัสดุ บุคลากรขาดการวางแผนงานการจัดหาพัสดุโดยกำหนดระยะเวลาที่แน่นอน และขาดความเข้าใจ ความชำนาญในการบันทึกข้อมูลผ่านระบบจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐอิเล็กทรอนิกส์ หรือข้อมูลผิดพลาด มีการแก้ไขบ่อยครั้งจึงทำให้เกิดความล่าช้าในการปฏิบัติงาน และขาดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับวิธีการดำเนินการจัดซื้อจัดจ้างตามระเบียบ ทำให้มีข้อผิดพลาดเกิดขึ้นจากการปฏิบัติงาน ซึ่งบุคลากรที่ปฏิบัติหน้าที่เจ้าหน้าที่พัสดุต้องมีความเชี่ยวชาญทั้งในด้านการบริหารงบประมาณวางแผนการจัดซื้อจัดจ้าง และการปฏิบัติงานพัสดุให้ถูกต้องตามกฎหมาย ระเบียบที่เกี่ยวข้องอย่างเคร่งครัด

### เอกสารอ้างอิง

- กรมบัญชีกลาง. (2553). *ข้อมูลจากระบบการจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐ (e-Government Procurement : e-GP)*. <http://www.gprocurement.go.th>
- จุไรรัตน์ ผดุงกิจ และภานุมาศ ขาติประเสริฐ. (2563, พฤษภาคม - สิงหาคม). ปัญหาการปฏิบัติงานในการจัดซื้อจัดจ้างด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์ของเจ้าหน้าที่พัสดุในมหาวิทยาลัยมหาสารคาม. *วารสารการเมืองการปกครอง*, 10(2), 240-254.
- ทองคำดี เหมือนเดย. (2563, กรกฎาคม - ธันวาคม). รัฐบาลอิเล็กทรอนิกส์ไทย : ความหมายที่เปลี่ยนแปลงและพัฒนาการ. *อินทนิลทักษิณสาร*, 15(2), 129-152.
- นันทพร ลิ้มปกัญจน์เวช และ จริญญา ปานเจริญ. (2560, พฤษภาคม - สิงหาคม). ปัญหาในการใช้งานระบบการจัดซื้อจัดจ้างด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์ (e-Government Procurement : e-GP) ของเจ้าหน้าที่พัสดุในสำนักงานของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. *วารสารบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต*, 5(2), 703-711.



## การลดการสูญเสียในกระบวนการตัดเม็ดไนลอน 6 Waste reduction in the cutting process of Nylon-6 pellets

ศักย์ศรณ์ ลิมะทวิกุล\*

Saksorn Leemataveekul\*

ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตทางอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

\*Corresponding author. E-mail: saksorn.l@ku.th

### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อลดการเกิดของเสียในกระบวนการตัดเม็ดไนลอน โดยมีวิธีวิจัยคือ ศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลของเสียและวิเคราะห์ด้วยแผนผังสาเหตุและผล (Causes and effect diagram) และใช้เทคนิค FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) หาค่าดัชนีความเสี่ยงขึ้นนำ จากการวิจัยพบว่าสาเหตุที่ทำให้เกิดเม็ดของเสียได้แก่ อุปกรณ์นำเส้นใยและอุณหภูมิเย็นไม่เหมาะสม หลังจากทำการปรับปรุงโดยการออกแบบตัวนำเส้นใยให้มีขนาดจากเดิมมีช่องว่าง 8 ช่อง กว้าง 20 มิลลิเมตร ลึก 4 มิลลิเมตร เป็น 36 ช่อง ขนาดกว้าง 3 มิลลิเมตร ลึก 4 มิลลิเมตรให้พอดีกับจำนวนเส้นใยและปรับอุณหภูมิเย็นขาออกวางน้ำให้อยู่ในช่วง 32 ถึง 34 องศาเซลเซียส ส่งผลให้ปริมาณของเสียจากชุดตัดเม็ดลดลงเฉลี่ยจาก 401 กิโลกรัมต่อเดือนเป็น 117 กิโลกรัมต่อเดือนและสามารถลดการสูญเสียคิดเป็นมูลค่า 25,560 บาทต่อเดือน โดยมีการสูญเสียลดลง 71 เปอร์เซ็นต์

**คำสำคัญ:** ไนลอน-6 เม็ดไนลอน, กระบวนการตัดเม็ด, อาการขัดข้องและผลกระทบ

### Abstract

This research aims to reduce the waste of the nylon pellet cutting process. The research method is to study and collect waste data, analyze it with a Causes and effect diagram, and use the FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) technique to find risk priority numbers. The research found that the causes of waste pellets include Improper polymer groove and cooling temperature. After improvement by adjusting the polymer groove to be the size from 8 gaps, 20 mm wide, 4 mm deep, to 36 gaps, 3 mm wide, and 4 mm deep for fitting the number of fibers, Including adjusting the cooling water of the outgoing cooling vat to be in the range of 32 to 34 degrees Celsius. As a result, the amount of waste from the pellet cutter averaged down from 401 kg per month to 117 kilograms per month and reduced the loss of 25,560 baht per month with a loss of 71 percent.

**Keywords:** Nylon 6, Nylon pellets, Pellet cutting process, Failure Mode and Effect Analysis

## บทนำ

ในปัจจุบันมีการใช้โพลีเอไมด์กันอย่างแพร่หลายในฐานะพอลิเมอร์ทางวิศวกรรม โดยมีการใช้งานหลากหลายรูปแบบ เช่น เป็นเส้นใยสำหรับเสื้อผ้า เชือก แหวน ถุงเท้า และส่วนประกอบโครงสร้างและกลไก การเสริมแรงในยางรถยนต์ (Sewidan,2020) เนื่องจากไนลอนมีคุณสมบัติหลายอย่าง เช่น ความต้านทานแรงดึงสูง มีความแข็งแรงและความต้านทานการคืบ ทนต่อแรงกระแทกสูง ทนต่ออุณหภูมิได้ดี ทนแรงเสียดทาน ตลอดจนมีความยืดหยุ่น มีความทนทานสูงต่อการเสียดสีและสารเคมี เช่น ตัวทำละลาย น้ำมัน จารบี กรดและด่างของเชื้อเพลิง (Parodi, 2017)

การใช้งานของลูกค้ำโรงงานกรณีศึกษาที่ใช้เม็ดไนลอนเป็นวัตถุดิบ จะนำเม็ดพลาสติกที่ได้ไปขึ้นรูปหรือฉีดเป็นเส้นเพื่อแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ คุณภาพของเม็ดจึงเป็นหนึ่งในตัวกำหนดความพึงพอใจของลูกค้า ทั้งทางด้านคุณสมบัติและรูปร่างของเม็ด ซึ่งหากไม่มีการควบคุมให้สม่ำเสมอจะส่งผลเสียต่อบริษัทผู้ผลิต ทำให้ต้องมีการปรับปรุงคุณภาพในการผลิตอย่างต่อเนื่องเพื่อเพิ่มความสามารถในการแข่งขัน การผลิตเม็ดให้มีรูปร่างสม่ำเสมอจำเป็นต้องอาศัยการใช้งานเครื่องตัดเม็ดและมีความเข้าใจในตัวแปรที่มีผลต่อขนาดและรูปร่าง ซึ่งปัญหาในโรงงานผลิตไนลอนกรณีศึกษาใช้เครื่องจักรตัดเม็ดแบบดั้งเดิมทำให้เกิดปัญหาการเกิดเม็ดที่ไม่ได้ขนาดได้เป็นความถี่ค่อนข้างมากในการผลิต โดยเฉพาะเม็ดที่มีลักษณะติดกันและเม็ดเฉียงซึ่งจะถูกคัดแยกลงสู่บ่อเม็ดไม่ได้ขนาดทำให้บริษัทจำเป็นต้องขายไปในรูปของเสียราคาถูก

## วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

เพื่อลดการเกิดเม็ดของเสียด้วยการศึกษสาเหตุที่มีผลกระทบ โดยใช้ทฤษฎีการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่อง (Failure Mode and Effect Analysis: FMEA) มาใช้ลดข้อผิดพลาดในกระบวนการตัดเส้นไนลอน 6

## เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Wipraseno et al. (2019) ศึกษาการข้อบกพร่องในกระบวนการตัดเม็ดของโพลีเอทิลีน (PET) พบว่าเม็ดคู่เป็นปัญหาที่พบบ่อยที่สุดเมื่อเทียบกับเม็ดที่บกพร่องแบบอื่นๆ โดยการวิจัยใช้ชุดตัดเม็ด Automatic Maag USG 900V และควบคุมการทำงาน พารามิเตอร์ต่างๆ เช่น อุณหภูมิ น้ำหล่อเย็น น้ำหล่อเย็นเติม ความชื้นของมูมและร่องบนแผ่นอุปกรณ์ของโพลีเมอร์ผลการวิจัยพบว่าการปรับร่องอุปกรณ์ที่เหมาะสมสามารถลดปริมาณเม็ดชิปคู่ (double pellet) จาก 800 กิโลกรัมต่อวัน เป็น 50 กิโลกรัมต่อวันหรือลดลง 94%

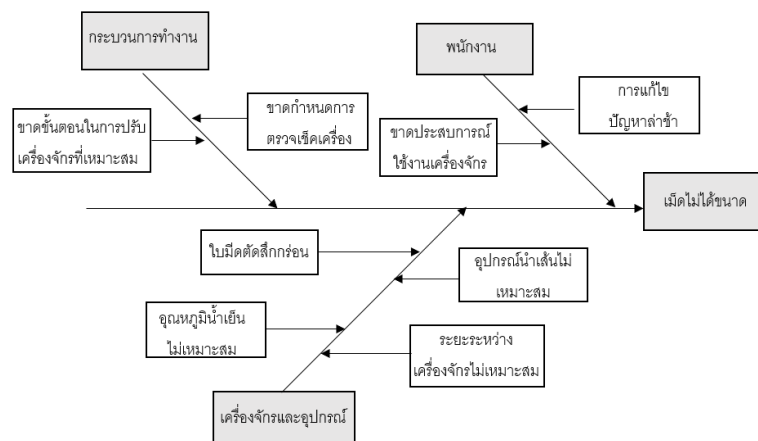
Hawong (2016) ศึกษาขั้นตอนการตัดเม็ดพลาสติกพอลีคาร์บอเนต จากการวิเคราะห์ปัญหาด้วยแผนผังก้างปลาและใช้เทคนิคการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ พบสาเหตุหลัก ได้แก่ ท่อที่เชื่อมต่อระหว่างเครื่องตัดเม็ดพลาสติก, เครื่องคัดแยกขนาดมีช่องว่างและถังรองรับพลาสติกมีขนาดไม่เหมาะสม ส่งผลให้เม็ดพลาสติกกระเด็นออกจากเครื่องจักร จากการระดมสมองของทีมงานและการประยุกต์หลักการการออกแบบ ได้กำหนดแนวทางแก้ไขปัญหาโดยการออกแบบปลอกกันเม็ดพลาสติกกระเด็นออกและปรับระยะช่องว่างระหว่างท่อที่เชื่อมต่อระหว่างเครื่องตัดเม็ดและเครื่องคัดขนาดให้มีระยะห่าง 3 มิลลิเมตรผลจากการแก้ไขปัญหาคือ เม็ดพลาสติกมีการสูญเสียต่ำกว่า 300 กิโลกรัมต่อเดือน เปรียบเทียบกับการสูญเสียเม็ดพลาสติกก่อนการแก้ไขซึ่งมีปริมาณเฉลี่ย 1,975 กิโลกรัมต่อเดือน

### วิธีดำเนินการวิจัย

1. ศึกษากระบวนการผลิต ในขั้นตอนนี้เป็นการศึกษากระบวนการผลิตเม็ดไนลอน ตั้งแต่การทำงานของเครื่องจักร การควบคุม ตรวจสอบ ตลอดจนปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการตัดเม็ดย้อนหลัง โดยมีขอบเขตคือเม็ดที่ถูกคัดแยกออกจากกระบวนการตัดได้แก่ เม็ดติดกัน เม็ดยาว เม็ดเฉียง
2. การเก็บรวบรวมข้อมูล ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการตัดเม็ดในอดีตโดยดูผลย้อนหลัง 6 เดือน โดยข้อมูล โดยข้อมูลนำมาวิเคราะห์ประกอบด้วย ปริมาณของเสียประเภทเม็ดบกพร่องที่เกิดขึ้น ปริมาณกำลังการผลิต รูปแบบของเสียที่เกิดขึ้น และเงื่อนไขของเครื่องจักรที่ใช้ในการตัดเม็ด
3. การวิเคราะห์ปัญหา นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ปัจจัยหรือสาเหตุของปัญหาที่ทำให้เกิดเม็ดบกพร่อง โดยใช้การวิเคราะห์สาเหตุและผล (Cause and Effect Diagram) โดยที่ทีมงานผู้มีประสบการณ์ในการผลิต
4. กำหนดปัญหาที่จะศึกษา นำปัจจัยที่ได้มากำหนดว่าปัจจัยใดคือสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดของเสียโดยใช้การวิเคราะห์ความล้มเหลว (Failure Mode and Effect Analysis)
5. วิเคราะห์สาเหตุของปัญหา ทำการวิเคราะห์แต่ละสาเหตุโดยการให้คะแนนจากความรุนแรง ความถี่ และความสามารถที่ตรวจพบของเสีย
6. สรุปสาเหตุของปัญหาและเสนอแนะ คัดกรองปัจจัยจากคะแนนความเสี่ยงโดยเลือกนำปัจจัยที่มีค่า RPN (Risk priority number) สูงกว่า 100 มาเป็นสาเหตุหลักที่ควรแก้ไขลำดับแรก
7. ดำเนินการแก้ไขปรับปรุง แก้ไขปัจจัยที่ทำให้เกิดของเสีย โดยเลือกแก้ไขสาเหตุที่มีค่า RPN สูงเกิน 100
8. เปรียบเทียบผลการดำเนินงาน เปรียบเทียบปริมาณเม็ดของเสียก่อนและหลังปรับปรุง และหาร้อยละของเสียที่เปลี่ยนแปลง
9. สรุปผลและขอเสนอแนะ สรุปสาเหตุหลักที่เป็นปัจจัยทำให้เกิดของเสียขึ้นและเสนอแนะแนวทางเพิ่มเติมในการแก้ไขปัญหา

### ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ผู้วิจัยและทีมงานได้ค้นหาปัจจัยที่เป็นสาเหตุของการเกิดของเสียโดยการระดมสมองของทีมงานฝ่ายผลิตและฝ่ายควบคุมคุณภาพ



ภาพที่ 1 แผนผังสาเหตุและผล (Cause and Effect Diagram)

เทคนิคแผนผังสาเหตุและผล (Cause and Effect Diagram) ได้ถูกนำมาใช้ในการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาที่ก่อให้เกิดของเสียดังกล่าวที่ 1 พบว่าสาเหตุที่ทำให้เกิดเม็ดไม้ได้ขนาดได้แก่ 1. เครื่องจักร 2. พนักงาน และ 3. กระบวนการทำงานดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ตารางการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาที่ทำให้เกิดของเสีย

ปัจจัยหลัก	สาเหตุ
1. ปัจจัยที่เกิดจากเครื่องจักร	1.1 อุปกรณ์นำเส้นไม่เหมาะสม 1.2 ไม้มีดตัดสึกกร่อน 1.3 อุณหภูมิน้ำเย็นไม่เหมาะสม 1.4 ระยะระหว่างเครื่องจักรไม่เหมาะสม
2. ปัจจัยที่เกิดจากพนักงาน	2.1 การแก้ไขปัญหาล่าช้า 2.2 ขาดประสบการณ์ในการใช้งานเครื่องจักร
3. ปัจจัยที่เกิดจากกระบวนการทำงาน	3.1 ขาดขั้นตอนในการปรับเครื่องที่เหมาะสม 3.2 ขาดกำหนดการตรวจเช็คเครื่อง

หลังจากการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทั้งหมดด้วยแผนผังสาเหตุและผล นำปัจจัยที่มีความเป็นไปได้ทั้งหมดที่ทำให้เกิดของเสียมาทำการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ (Failure Mode and Effects Analysis, FMEA) การวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบด้วยการให้คะแนนกับปัญหาและพิจารณาความเป็นไปได้ของปัญหาทั้งหมด ซึ่งใช้ผู้ประเมินการให้คะแนนโดยที่ทีมงานชุดเดียวกันในการวิเคราะห์ปัญหาด้วยผังสาเหตุและผล โดยใช้หลักเกณฑ์การประเมินด้านความรุนแรง โอกาสในการเกิดความล้มเหลว และความสามารถในการตรวจจับความล้มเหลวดังตารางที่ 2, 3 และ 4 ตามลำดับ

ตารางที่ 2 คะแนนของระดับความรุนแรง

ระดับ	ความรุนแรง	คะแนน
ต่ำ	ไม่มีผลกระทบกับสินค้า	1
	สินค้าสามารถนำกลับมาผสมใหม่	2
กลาง	สินค้าสามารถเปลี่ยนเป็นเกรดอื่น	3
	สินค้าสามารถใช้งานได้	4
	สินค้าสามารถนำรีไซเคิลได้	5
สูง	สินค้าไม่สามารถนำรีไซเคิลได้	6
	สินค้าต้องขายไปในรูปของเสียเท่านั้น	7
	สินค้าต้องมีค่าใช้จ่ายในการกำจัด	8

ตารางที่ 3 คะแนนของโอกาสในการเกิดความล้มเหลว

ระดับ	ความถี่ในการเกิดความล้มเหลว	คะแนน
ต่ำ	ไม่เกิดความล้มเหลว	1
	เป็นไปได้ที่จะเกิดความล้มเหลว	2
	เกิดขึ้นครั้งในช่วงหลายปี	3

ระดับ	ความถี่ในการเกิดความล้มเหลว	คะแนน
กลาง	เกิดหนึ่งครั้งต่อปี	4
	เกิดความล้มเหลวหลายครั้งในหนึ่งปี	5
	เกิดความล้มเหลวหลายครั้งในหนึ่งเดือน	6
สูง	เกิดความล้มเหลวหลายครั้งในหนึ่งสัปดาห์	7
	เกิดความล้มเหลวหลายครั้งในหนึ่งวัน	8
	ความล้มเหลวที่เกิดขึ้นและสามารถนับได้	9
	ความล้มเหลวหลีกเลี่ยงไม่ได้	10

ตารางที่ 4 คะแนนระดับความสามารถในการตรวจจับความล้มเหลว

ระดับ	ความรุนแรง	คะแนน
สูง	ตรวจพบความล้มเหลวได้ตลอดเวลาด้วยอุปกรณ์วัด	1
	ความล้มเหลวถูกตรวจพบจากการเก็บตัวอย่างจากพนักงานทุกชั่วโมง	2
	ความล้มเหลวจะถูกตรวจพบเมื่อมีการร้องขอให้พนักงานตรวจสอบ	3
ปานกลาง	ความล้มเหลวที่จะพบต้องใช้เครื่องมือพิเศษ	4
	ความสามารถที่จะพบเมื่อมีการตรวจสอบประจำทุก 6 เดือน	5
	ความล้มเหลวที่พบเมื่อมีการตรวจสอบประจำปี	6
ต่ำ	ยากมากที่จะพบความล้มเหลว	7
	ความล้มเหลวไม่สามารถตรวจสอบได้	8

จากการระดมสมองและใช้เกณฑ์การประเมินในตารางข้างต้น ทำให้สามารถนำปัจจัยต่างๆที่ทำให้เกิดของเสียมาจัดลำดับค่า RPN (Risk priority number) โดยผล  $RPN = S \times O \times D$  ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ตารางประเมินสาเหตุและค่า RPN

ลำดับ	ลักษณะของสาเหตุ	ผลกระทบที่อาจเกิดขึ้น	S	O	D	RPN
1	อุปกรณ์นำเส้นไม่เหมาะสม	เกิดเม็ดผิดปกติหรือเม็ดติดกันส่งผลให้เกิดของเสีย	7	8	3	168
2	อุณหภูมิน้ำเย็นไม่เหมาะสม	เกิดของเม็ดไม่ได้ขนาดหรือผิดปกติขึ้นในระบบ	7	8	2	112
3	ระยะระหว่างเครื่องจักรไม่เหมาะสม	เม็ดกระเด็นออกจากชุดกลายเป็นของเสียตามพื้น	7	6	2	84
4	ขาดขั้นตอนในการปรับเครื่องที่เหมาะสม	ใช้วิธีลองผิดลองถูกในการปรับทำให้เกิดของเสีย	7	6	2	84
5	ใบมีดตัดสีกร่อน	เกิดเม็ดตัดไม่ขาดกลายเป็นของเสีย	7	5	2	70
6	ขาดประสบการณ์ในการใช้เครื่องจักร	การปรับจูนการตัดไม่เหมาะสมทำให้เกิดของเสีย	7	5	2	70
7	การแก้ไขปัญหาล่าช้า	เมื่อเกิดปัญหาเกิดของเสียออกในระบบมากขึ้น	7	5	2	70
8	ขาดการตรวจเช็คสภาพเครื่องจักร	อุปกรณ์เสื่อมสภาพเนื่องทำให้เกิดของเสีย	7	4	2	48

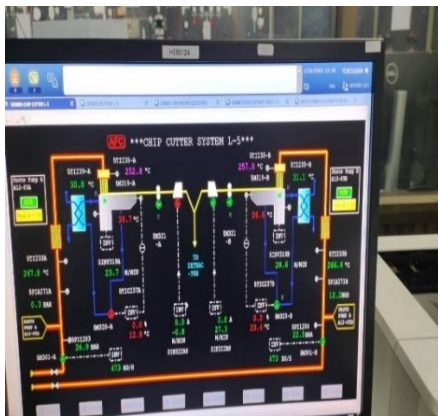
การดำเนินการแก้ไขสาเหตุของอุปกรณ์นำเส้นไม่เหมาะสม ผู้วิจัยและทีมงานได้ทำการศึกษาค้นคว้าปัญหาเม็ดไม่ได้ขนาดพบว่า ส่วนหนึ่งมาจากเม็ดที่มีลักษณะติดกันหลังการตัด เนื่องจากตัวนำเส้นใยแบบเดิมมีร่องนำเส้นใยเพียง 8 ช่อง ทำให้เส้นที่ป้อนเข้ามีโอกาสวิ่งเข้าไปติดกันเกิดเป็นเม็ดคู่ (Double) หรือเม็ดเฉียง (Oblique) จาก

การสายของเส้นใย จึงได้ดำเนินการปรับปรุงโดยขยายขนาดของตัวนำเส้นใยให้มีขนาดกว้างและถี่ขึ้นปรับปรุงโดยการออกแบบตัวนำเส้นใยใหม่ ให้เหมาะสมกับจำนวนเส้นที่เข้าสู่อุปกรณ์ตัดเพื่อป้องกันการสลายและการติดกันของเม็ดจากเดิม ช่องว่าง 8 ช่อง เป็น 36 ช่องโดยแต่ละช่องมีขนาดกว้าง 3 mm และลึก 4 mm ที่ต้นและปลายของอุปกรณ์การตัดดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ภาพการปรับปรุงจำนวนช่องว่างตัวนำเส้นใยโพลีเมอร์

การแก้ไขอุณหภูมิน้ำหล่อเย็นไม่เหมาะสม อุณหภูมิน้ำหล่อเย็นขาออกไม่เหมาะสมที่งานแก้ไขโดยการทดลองปรับอุณหภูมิน้ำเย็น 4 ค่า และเก็บตัวอย่างปริมาณ 150 g จำนวน 3 ตัวอย่างและหาค่าเฉลี่ยเพื่อหาอัตราส่วนร้อยละของเสียที่เกิดขึ้นดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 ภาพทดลองปรับอุณหภูมิน้ำหล่อเย็นโดยการปรับอุณหภูมิผ่านชุดควบคุม

จากการทดลองพบว่าเมื่อลดอุณหภูมิน้ำเย็นทำให้อัตราการไหลน้ำในรางสูงขึ้น การสายของเส้นใยมากยิ่งขึ้นทำให้ของเสียมีอัตราส่วนร้อยละต่อน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น ส่วนการเพิ่มอุณหภูมิน้ำเย็นหากเกินค่าที่เหมาะสมทำให้การถ่ายเทความร้อนภายในเส้นไม่เพียงพอ ทำให้การตัดมีอัตราส่วนของเสียเพิ่มขึ้นเช่นกัน โดยค่าที่เหมาะสมสำหรับเงื่อนไขการผลิตในการทดลองอยู่ในช่วงระหว่าง 32-34 องศาเซลเซียสดังแสดงในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 อุณหภูมิขาออกของน้ำชุดตัดเม็ด % wt เม็ดบกพร่องที่เกิดขึ้นในตัวอย่าง 150 g

Outlet temperature (°C)	%wt เม็ดบกพร่อง
35	22.22
33	16.7
31	24.18
29	25.94

### สรุปผลและข้อเสนอแนะ

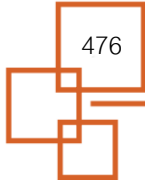
งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์คือลดปริมาณของเสียในกระบวนการตัดเม็ดในลอน พบว่าปัญหาการสูญเสียกระบวนการมากที่สุดคือการตัดเม็ดที่ไม่ได้ขนาด จากการค้นหาปัจจัยที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดการสูญเสียด้วยแผนภูมิแกงปลา พบว่าสาเหตุมาจากกระบวนการทำงาน เครื่องจักรและพนักงานเมื่อนำปัจจัยที่ทำให้เกิดการสูญเสียมาวิเคราะห์ด้วย FMEA analysis เพื่อค้นหาสาเหตุหลัก โดยดูจากคะแนนจาก Risk priority number (RPN) ที่มีค่าเกิน 100 คะแนน มาปรับปรุงแก้ไขซึ่งว่ามีสองข้อได้แก่ 1. อุปกรณ์นำเส้นไม่เหมาะสม = 168 คะแนน 2. อุณหภูมิน้ำเย็นไม่เหมาะสม = 112 คะแนน

เมื่อทราบสาเหตุที่ทำให้เกิดของเสียพบว่าข้อเสนอให้แก้ไขปรับปรุงด้านอุปกรณ์นำเส้นแก้ไขโดยการแบ่งช่องนำใยตามจำนวนเส้น ขนาดพอดีกับเส้นใยที่ความลึก 4 มิลลิเมตร และทดลองปรับอุณหภูมิน้ำเย็นที่เหมาะสมต่อการตัดพบว่าน้ำเย็นหล่อเย็นขาออกในช่วง 32-34 องศาเซลเซียส เกิดปริมาณเม็ดไม่ได้ขนาดน้อยที่สุด หลังจากปรับปรุงและติดตามเป็นเวลา 1 เดือนพบว่าปริมาณของเสียลดลง เหลือ 117 กิโลกรัมต่อเดือน ลดการสูญเสียบริเวณชุดตัดเม็ดเสียลดลง 71% คิดเป็นมูลค่า 25,560 บาทต่อเดือน

ข้อเสนอแนะในงานวิจัยการทดลองหาค่าอุณหภูมิน้ำเย็นที่เหมาะสมควรมีการทดลองในช่วงที่แคบลงและใช้เครื่องมือทางสถิติเพื่อยืนยันผล

### เอกสารอ้างอิง

- Gupta, V. B., & Kothari, V. K. (1997). *Manufactured Fibre Technology*. Chapman & Hall.
- Hawong, W. (2016). *Waste Reduction of Plastic Grain in Cutting Process of Polycarbonate*: Burapha University.
- Kehrer, R. (2021). *Influences to the pellet quality*. Automatic Maag.
- Mueller, H. (2004), *Pelletizing of compound technical and economic aspect of process comparison*. ADD CON 2004.
- Pannawat, S. (2018), *Analysis of Error Characteristic of the Impact by using FMEA in the Production of Plastic Product for Consumption*. Chiang Mai University, Thai.
- Parodi, E., (2017). *Structure properties relations for polyamide 6*. Technische Universiteit Eindhoven.
- Sewidan, Muhamed. (2020). *Nylon-6 (polyamide 6), Historical background, Properties*.



Wipraseno, I., Sutanto, H., & Isakandar, I. (2019). An Experiment Study to Reduce Double Chip Defects in the pelletizing Process of Polyethylene Terephthalate. *International Journal of Applied Engineering Research*, 14, 4337-4343.



## การจัดตารางการผลิตเครื่องจักรแบบขนานที่ไม่เหมือนกัน ของการทอผ้าหน้าเดียวหลายชนิด

Non identical parallel machine scheduling for weaving several types  
of single layer forming fabrics

วิสรุต ชิงทอง\* และ เตือนใจ สมบูรณ์วิวัฒน์  
Wisarut Chongthong\* and Tuanjai Somboonwiwat

สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหการและระบบการผลิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี  
Industrial and Manufacturing System Engineering, Faculty of Engineering, King Mongkut's University of Technology  
Thonburi (KMUTT)

\*Corresponding author. E-mail: wisarut.c@mail.kmutt.ac.th

### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อลดเวลาล่าช้าในการทอผ้าของโรงงานกรณีศึกษา โดยโรงงานนั้นใช้วิธีการจัดตารางการผลิตแบบพิจารณางานที่เข้ามาก่อน นำมาผลิตก่อนตามลำดับ ทำให้เกิดความล่าช้าในการส่งมอบผลิตภัณฑ์ จึงได้นำเสนอวิธีการจัดตารางการผลิตเพื่อช่วยลดเวลาล่าช้าในการทอผ้า และด้วยข้อจำกัดของเครื่องจักรที่ใช้ในการทอผ้าและความสามารถในการผลิตของเครื่องจักรแต่ละชนิดไม่เหมือนกัน ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงพัฒนาตัวแบบทางคณิตศาสตร์สำหรับการจัดตารางการผลิตของการทอผ้าหน้าเดียว และใช้โปรแกรม Excel What's Best ในการหาผลลัพธ์ ผลจากการวิจัย พบว่า การประยุกต์แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนากับตัวอย่างชุดข้อมูลสามารถลดเวลาล่าช้ารวมร้อยละ 24.13

**คำสำคัญ:** การจัดตารางการผลิต, เครื่องจักรแบบขนานที่ไม่เหมือนกัน, แบบจำลองทางคณิตศาสตร์

### Abstract

This research aims to reduce weaving tardiness in the case study factory. The factory uses a First Come First Service (FCFS) scheduling method, resulting in delays in product delivery. Therefore, this research presents the methodology for production scheduling to reduce tardiness in weaving. Accordingly, the limitations of the machines used in weaving and the production capacity of each type of machine are not the same. This research develops a mathematical model for production scheduling of single-face weaving to reduce weaving lag time and uses the Excel What's Best program to find results. The result from applying the developed mathematical model to the sample data sets shows that the weaving lag time can be reduced by 24.13 %.

**Keywords:** Scheduling, Non-Identical Parallel Machine, Mathematic Model

### บทนำ

อุตสาหกรรมการถักทอผ้า เป็นอุตสาหกรรมกลางน้ำ (Midstream) ที่อาศัยวัตถุดิบจากอุตสาหกรรมต้นน้ำสิ่งทอ โดยนำมาผ่านกระบวนการเพื่อให้เกิดผลิตภัณฑ์ด้วยกิจกรรมต่าง ๆ ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากอุตสาหกรรมกลางน้ำของโรงงานกรณีศึกษา คือ ผ้าทอ ซึ่งผลิตภัณฑ์ผ้าทอแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มหลัก คือ ผ้าหน้าเดียว ผ้าสองหน้า และผ้าหล่อนึ่ง โดยโรงงานกรณีศึกษาจัดจำหน่ายในรูปแบบม้วนผ้า และส่งไปสู่งานของลูกค้าปลายทาง เพื่อเย็บตัดเย็บเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปออกมา ในส่วนของรายการผลิตผ้าทอกลุ่มผ้าหน้าเดียว เป็นประเภทผ้าที่มีจำนวนการสั่งซื้อมากที่สุด โดยกลุ่มผ้าหน้าเดียวมีผลิตภัณฑ์ผ้าทั้งหมด 19 รูปแบบ แต่ละรูปแบบมีความแตกต่างกันในด้านลายผ้า 2 ลาย คือ ผ้าลายเจอร์ซี่ และผ้าลายลาคอสหรือริกเก้ และขนาดหน้าผ้าอบกลมที่มีความแตกต่างกันตามความต้องการของลูกค้า โดยเครื่องจักรที่ใช้ในการทอผ้าหน้าเดียว มีทั้งหมด 5 เครื่อง แบ่งออกเป็น 5 รุ่น ในแต่ละรุ่นมีความสามารถในการทอผ้าที่แตกต่างกัน ทั้งในด้านกำลังการผลิต และความสามารถในการปรับตั้งขนาดหน้าผ้าอบกลมที่แตกต่างกัน นอกจากนี้ผลิตภัณฑ์บางรูปแบบที่ผลิตในเครื่องจักรเดียวกันมีกำลังการผลิตที่แตกต่างกันอีกด้วย จากการศึกษาสภาพปัจจุบันของโรงงานกรณีศึกษา พบว่า ปัจจุบันมีการวางแผนการผลิตโดยพิจารณาจากงานที่เข้ามา ก่อน นำมาผลิตก่อนตามลำดับ (FCFS) โดยไม่คำนึงถึงกระบวนการ เวลา และวันจัดส่งสินค้า รวมทั้งความซับซ้อนและยุ่งยากในการจัดตารางการผลิตที่มีเครื่องจักรใช้ในการทอผ้ามีหลากหลายรุ่น และในแต่ละรุ่นมีความสามารถในการทอผ้าที่แตกต่างกัน จึงส่งผลให้เกิดการคลาดเคลื่อนในการส่งมอบสินค้าที่ล่าช้า และเป็นปัญหาสำคัญที่ส่งผลตรงต่อความพึงพอใจ นอกจากนี้อาจเกิดการสูญเสียโอกาสของโรงงานอุตสาหกรรม

จากการศึกษางานวิจัยพบว่าวิธีการแก้ปัญหาการจัดตารางการผลิตจำแนกออกเป็น 2 วิธีหลักคือ วิธีการแก้ปัญหาแบบแม่นยำ (Exact methods) และการแก้ปัญหาแบบวิธีการในกลุ่มฮิวริสติกส์ (Heuristics) โดยกฎ Earliest Due Date (EDD) นำเสนอโดย ธนวัฒน์ วงศ์เครือ และ วรวิทย์ หวังวัชรกุล (2021) ยอดดวงใจ นาคปฐุม (2555) ทศนีย์ แก้วไพฑูรย์ (2553) และ Gozali et. al. (2019) กฎ Longest Processing Time (LPT) นำเสนอโดย กฤษดา พัวสกุล และคณะ (2019) กฎ Short Processing Time (SPT) นำเสนอโดย วิสพล ธารณา และคณะ (2555) และ Nikhil et al. (2020) นอกจากนี้มีกฎอื่น ๆ เช่น first comes first serves (FCFS) Minimum Slack Time (MST)

Critical Ratio (CR) และวิธีการในกลุ่มเมต้าฮีริสติกส์ (Metaheuristics) เช่น Total Weighted Due Date Tardiness Scheduling (TWDDTS) และ Family Splitting Algorithm (FSA) ถูกนำเสนอโดย Tyagi et al. (2016) และ Abdallah and Jang (2017) นอกจากนี้มีการนำวิธีการแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์มาผสมผสานกับอัลกอริทึมอื่น ๆ โดยเพชรราชยุทธ แซ่หลี่ และ อภิชัย ฤตวิรุฬห์ (2557) นำเสนอวิธี branch-and-bound algorithm และวิธีการ Memetic Algorithm นำเสนอโดย Chaimanee และ Supithak (2017) เมื่อศึกษาถึงข้อดีและข้อด้อยของทั้ง 2 วิธีพบว่า ปัญจวิวัฒน์ แพทย์โท และ เสาวนิตย์ เลขวัต (2021) และ Ronconi and Kawamura (2010) ได้อธิบายไว้ว่า วิธีการในกลุ่มของฮีริสติกส์มีจุดเด่นในการค้นหาคำตอบที่ดีภายในระยะเวลาที่ยอมรับได้แต่ไม่ยืนยันว่าเป็นคำตอบที่เหมาะสมที่สุด ในขณะที่วิธีแบบแมนตรงมีข้อด้อยตรงใช้เวลาในการค้นหาคำตอบนานกว่า แต่การค้นหาคำตอบจะได้คำตอบที่เหมาะสมที่สุด

ดังนั้นงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อจัดตารางการผลิตที่ทำให้เวลาล่าช้ารวมต่ำที่สุด โดยนำเสนอตัวแบบทางคณิตศาสตร์สำหรับการวางแผนตารางการผลิตทอผ้าหน้าเดียว ซึ่งต้องทำการตัดสินใจเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์แต่ละรายการควรทำการผลิตที่เครื่องจักรใด ภายใต้เงื่อนไขที่สำคัญของเครื่องจักรที่มีความสามารถในการทอผ้าขนาดหน้าอบกลมแตกต่างกัน เพื่อให้ทันต่อกำหนดการส่งมอบและเพียงพอต่อความต้องการของลูกค้า

### วิธีดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาข้อมูลปัญหาการวางแผนการจัดตารางการผลิตผ้าหน้าเดียว โรงงานกรณีศึกษาต้องการจัดตารางการผลิตของกลุ่มผลิตภัณฑ์ผ้าหน้าเดียว เนื่องจากเป็นผลิตภัณฑ์ที่รายการสั่งมากที่สุดและเกิดปัญหาความล่าช้าในการส่งมอบมากที่สุด โดยกลุ่มผ้าหน้าเดียวมีผลิตภัณฑ์ทั้งหมด 19 ชนิด โดยระบุผลิตภัณฑ์เป็นรหัส อาทิ R1 ความหมาย ผลิตภัณฑ์ที่ 1 ซึ่งแต่ละผลิตภัณฑ์มีความแตกต่างกัน 4 ด้าน 1) ลายผ้า 2) ชนิดเส้นด้าย 3) น้ำหนักผ้า และ 4) ขนาดผ้าอบกลมที่แตกต่างกันในแต่ละรหัสผ้า และเครื่องจักรในการผลิตกลุ่มผ้าหน้าเดียวมีจำนวน 5 เครื่อง ซึ่งสามารถแบ่งกลุ่มโดยใช้หลักเกณฑ์ความสามารถการทอผ้าตามช่วงขนาดของผ้าอบกลม แบ่งออกเป็น 5 รุ่น หรือกล่าวได้ว่าเป็นเครื่องจักรขนาดที่แตกต่างกัน คือ เครื่องจักรในแต่ละรุ่นไม่สามารถปรับช่วงขนาดหน้าผ้าอบกลมได้เหมือนกันทุกเครื่อง จึงเป็นเงื่อนไขของเครื่องจักรที่ไม่สามารถผลิตผลิตภัณฑ์ได้ทุกรูปแบบ โดยแสดงความสามารถในการผลิตของเครื่องจักรของแต่ละผลิตภัณฑ์ แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ความสามารถในการทอผ้าของเครื่องจักร

เครื่องจักร $j$	ผลิตภัณฑ์ $i$																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1	X	X		X			X												
2			X	X	X	X	X	X	X										X
3				X		X	X	X	X									X	X
4										X	X	X			X	X	X		
5											X	X	X	X		X			

หมายเหตุ: X หมายถึง ผลิตภัณฑ์  $i$  สามารถผลิตบนเครื่องจักร  $j$  ได้

2. พัฒนาตัวแบบทางคณิตศาสตร์สำหรับการวางแผนจัดตารางการผลิตผลิตภัณฑ์กลุ่มผ้าหน้าเดียว จากกรณีศึกษาพบว่าปัญหาดังกล่าวเป็นกำหนดการไม่เชิงเส้นแบบจำนวนเต็มผสม (Mixed-Integer Linear Programming) จึงเลือกประยุกต์ใช้เครื่องมือ What's Best สำหรับโปรแกรม Excel ในการหาคำตอบเนื่องจากขนาดตัวแปรตัดสินใจและความสามารถของโปรแกรมที่สอดคล้องต่อแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ออกแบบไว้ การศึกษาเวลาที่เกี่ยวข้องของกระบวนการผลิตประกอบด้วย เวลาติดตั้งเครื่องจักร เวลาการทอผ้า เวลาเริ่มต้น เวลาเสร็จ และเวลาในการส่งมอบผลิตภัณฑ์จากการศึกษาข้างต้นนำมาวิเคราะห์หาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการวางแผนการผลิตทอผ้าหน้าเดียวที่ครอบคลุมข้อจำกัดที่กำหนดและภายใต้เวลารวมในการส่งงานล่าช้าต่ำที่สุดคือ

ดัชนี (Index)

$i$  = ดัชนีของผลิตภัณฑ์ผ้าทอ โดยที่  $i = 1, 2, 3, \dots, I$

$j$  = ดัชนีของเครื่องจักร โดยที่  $j = 1, 2, 3, \dots, J$

$k$  = ดัชนีของลำดับในการทอผ้า โดยที่  $k = 1, 2, 3, \dots, K$

พารามิเตอร์ (Parameter)

$TT_{ij}$  = ความสามารถในการทอผ้าต่อชั่วโมงของผลิตภัณฑ์ผ้าทอ  $i$  บนเครื่องจักรที่  $j$  (กิโลกรัมต่อชั่วโมง)

$TC_{ijk}$  = เวลาเสร็จงานของผลิตภัณฑ์ผ้าทอ  $i$  บนเครื่องจักรที่  $j$  ในลำดับที่  $k$  (ชั่วโมง)

$TP_{ijk}$  = เวลาทอผ้าของผลิตภัณฑ์ผ้าทอ  $i$  บนเครื่องจักรที่  $j$  ในลำดับที่  $k$  (ชั่วโมง)

$TS_{ijk}$  = เวลาติดตั้งเครื่องจักรของผลิตภัณฑ์ผ้าทอ  $i$  บนเครื่องจักรที่  $j$  ในลำดับที่  $k$  (ชั่วโมง)

$ST_{ijk}$  = เวลาเริ่มต้นในการทอผ้าของผลิตภัณฑ์ผ้าทอ  $i$  บนเครื่องจักรที่  $j$  ในลำดับที่  $k$  (ชั่วโมง)

$D_i$  = เวลาในการส่งมอบผลิตภัณฑ์ผ้าทอ  $i$  (ชั่วโมง)

$Q_i$  = ปริมาณความต้องการในแต่ละเดือนของผลิตภัณฑ์ผ้าทอ  $i$  (กิโลกรัม)

$W_{ij}$  = 1 เมื่อผลิตภัณฑ์ผ้าทอ  $i$  สามารถทอผ้าได้บนเครื่องจักรที่  $j$   
= 0 อื่น ๆ

$TD_{ijk}$  = เวลาล่าช้าของผลิตภัณฑ์ผ้าทอ  $i$  บนเครื่องจักรชนิด  $j$  เครื่องที่  $k$  ในลำดับที่  $l$  (ชั่วโมง) โดยที่

$$TD_{ijk} = \max \{TC_{ijk} - D_i, 0\} \quad (1)$$

ตัวแปรตัดสินใจ (Decision variable)

$X_{ijk}$  = ปริมาณของผลิตภัณฑ์ผ้าทอ  $i$  บนเครื่องจักรชนิด  $j$  ในลำดับที่  $k$  (กิโลกรัม)

$Y_{ijk} = \begin{cases} 1 & \text{เมื่อผลิตภัณฑ์ผ้าทอ } i \text{ ทอบนเครื่องจักรชนิด } j \text{ ในลำดับที่ } k \\ 0 & \text{เมื่อเป็นอย่างอื่น} \end{cases}$

สมการวัตถุประสงค์ (Objective function)

$$\text{Min}Z = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K TD_{ijk} \quad (2)$$

สมการข้อจำกัด (Constraint)

$$\sum_{i=1}^I W_{ij} Y_{ijk} \leq 1 \quad \forall j, k \quad (3)$$

$$\sum_{k=1}^K W_{ij} Y_{ijk} \leq 1 \quad \forall i, j \quad (4)$$

$$\sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K Y_{ijk} W_{ij} = 1 \quad \forall i \quad (5)$$

$$\sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K W_{ij} X_{ijk} Y_{ijk} = Q_i \quad \forall i \quad (6)$$

$$TP_{ijk} = \left[ (TS_{ijk} + \left( \frac{X_{ijk}}{TT_{ij}} \right)) \right] W_{ij} Y_{ijk} \quad \forall i, j, k \quad (7)$$

$$ST_{ij1} = 0 \quad \forall i, j \quad (8)$$

$$TC_{ijk} = \left( \sum_{i=1}^I ST_{ijk} + TP_{ijk} \right) Y_{ijk} \quad \forall j, k \quad (9)$$

$$X_{ijk} \text{ is Integer} \quad \forall i, j, k \quad (10)$$

$$Y_{ijk} \in \{0, 1\} \quad \forall i, j, k \quad (11)$$

สมการที่ (2) หมายถึง สมการวัตถุประสงค์เป็นผลรวมเวลาลำเข้าของผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ที่หาได้จากเวลาเสร็จงานลบด้วยเวลาส่งมอบงานดังสมการที่ (1) สมการที่ (3)-(11) เป็นสมการข้อจำกัด สมการที่ (3) หมายถึง ข้อจำกัดเครื่องจักรให้สามารถทอผ้าได้น้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 ในลำดับเดียวกัน สมการที่ (4) หมายถึง ข้อจำกัดด้านเครื่องจักรสามารถทอผ้าผลิตภัณฑ์เดียวกันได้น้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 ครั้งเท่านั้นในเครื่องจักรเดิม สมการที่ (5) ข้อจำกัด ด้านผลิตภัณฑ์ หากมีการผลิตแล้วจะไม่สามารถผลิตบนเครื่องจักรและลำดับอื่นได้ สมการที่ (6) หมายถึง ข้อจำกัดด้านผลิตภัณฑ์ให้ผลรวมของการทอผลิตภัณฑ์เท่ากับปริมาณความต้องการผลิตต่อเดือน สมการที่ (7) หมายถึง ข้อจำกัดด้านเวลาให้เวลาทอผ้าของผลิตภัณฑ์ เท่ากับผลรวมของเวลาติดตั้งเครื่องจักรและเวลาที่ใช้ในการทอผ้าต่อหลอดของผลิตภัณฑ์ สมการที่ (8) ข้อจำกัดด้านเวลาให้เวลาเริ่มต้นในการทอผ้าของผลิตภัณฑ์ลำดับที่ 1 เท่ากับ 0 สมการที่ (9) หมายถึง ข้อจำกัดด้านเวลาให้เวลาเริ่มต้นในการทอผ้าของผลิตภัณฑ์ลำดับถัดไปเท่ากับเวลาเสร็จงานของผลิตภัณฑ์ก่อนหน้า สมการที่ (10) หมายถึง ข้อจำกัดให้ตัวแปรตัดสินใจเป็นจำนวนเต็ม สมการที่ (11) ข้อจำกัดให้ตัวแปรตัดสินใจเป็นเลขฐานสอง

### ผลการวิจัยและอภิปรายผล

การจัดตารางการผลิตทอผ้าหน้าเดียวของโรงงานกรณีศึกษานั้น ปัจจุบันเป็นการตัดสินใจโดยอาศัยทักษะส่วนบุคคลในการมอบหมายแต่ละผลิตภัณฑ์ผ้าทอลงเครื่องจักร ส่งผลให้ไม่สามารถทอผ้าให้เสร็จได้ทันเวลาตามที่วางแผนไว้ เกิดงานล่าช้าเป็นจำนวนมาก ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงนำหลักการการจัดตารางการผลิตโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Mathematic Model) และใช้ What's Best ในโปรแกรม Excel ในการหาคำตอบของการจัดตารางการผลิตด้วยตัวแบบทางคณิตศาสตร์ แสดงค่าคำตอบดังตารางที่ 2 จากนั้นทำการเปรียบเทียบผลเวลางานล่าช้ารวมระหว่างก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุงที่ใช้แนวคิดแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 2 คำคำตอบจากการจัดตารางการผลิตหลังปรับปรุง

เครื่องจักร	รหัสผลิตภัณฑ์	เวลาเริ่มงาน (ชั่วโมง)	เวลาเสร็จงาน(ชั่วโมง)	เวลาส่งงาน (ชั่วโมง)
เครื่องจักร 1 Relanit 1.6	R2	0	55	816
	R4	55	69	288
	R1	69	150	408
	R7	150	161	144
เครื่องที่ 2 MPU 1.6	R5	0	36	168
	R18	36	149	336
	R9	149	165	144
	R8	165	174	144
	R6	174	255	288
เครื่องที่ 3 Relanit 3.2	R3	0	14	24
	R19	14	237	432
เครื่องที่ 4 Body size 1.0	R11	237	41	408
	R16	41	56	192
	R15	56	90	168
	R10	90	110	192
เครื่องที่ 5 Body size 1.2	R13	0	27	96
	R14	27	36	24
	R12	36	130	576
	R17	130	201	192

จากตารางที่ 2 สามารถสรุปลำดับงาน เวลาเสร็จงานและงานที่เกิดการล่าช้า แบ่งออกแต่ละเครื่องเป็นเวลา 1 เดือน ดังนี้

1) เครื่องจักรที่ 1 มีการผลิตทอผ้าจำนวน 4 ผลิตภัณฑ์ โดยมีการผลิตเรียงลำดับ ได้แก่ ผลิตภัณฑ์รหัส R2 ลำดับที่ 1 ผลิตเสร็จในชั่วโมงที่ 55 จากนั้นทำการผลิต R4 ผลิตเสร็จในชั่วโมงที่ 59 ลำดับที่ 3 คือ R1 ผลิตเสร็จในชั่วโมงที่ 150 และลำดับที่ 4 คือ R7 ผลิตเสร็จในชั่วโมงที่ 161 ซึ่งผลิตภัณฑ์ R7 มีการผลิตล่าช้าเกินกำหนดส่งมอบสินค้าจำนวน 17 ชั่วโมง

2) เครื่องจักรที่ 2 มีการผลิตทอผ้าจำนวน 5 ผลิตภัณฑ์ โดยมีการผลิตเรียงลำดับ ได้แก่ รหัส R5 ลำดับที่ 1 เริ่มผลิตในชั่วโมงที่ 0 ผลิตเสร็จในชั่วโมงที่ 36 จากนั้นทำการผลิต R18 ผลิตเสร็จในชั่วโมงที่ 149 ลำดับที่ 3 คือ R9 ผลิตเสร็จในชั่วโมงที่ 165 ลำดับที่ 5 คือ R8 ผลิตเสร็จในชั่วโมงที่ 174 และลำดับที่ 5 คือ R6 ผลิตเสร็จในชั่วโมงที่ 255 ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่มีการผลิตล่าช้ากว่ากำหนดการส่งมอบจำนวน 2 ผลิตภัณฑ์ คือ R8 และ R9 ล่าช้าจำนวน 21 และ 30 ชั่วโมงตามลำดับ

3) เครื่องจักรที่ 3 มีการผลิตทอผ้าจำนวน 2 ผลิตภัณฑ์ โดยมีการผลิตเรียงลำดับ ได้แก่ ผลิตภัณฑ์รหัส R3 ลำดับที่ 1 ผลิตเสร็จในชั่วโมงที่ 14 จากนั้นทำการผลิต R19 ผลิตเสร็จในชั่วโมงที่ 237

4) เครื่องจักรที่ 4 มีการผลิตทอผ้าจำนวน 4 ผลิตภัณฑ์ โดยมีการผลิตเรียงลำดับ ได้แก่ ผลิตภัณฑ์รหัส R11 ลำดับที่ 1 ผลิตเสร็จในชั่วโมงที่ 41 จากนั้นทำการผลิต R16 ผลิตเสร็จในชั่วโมงที่ 56 ลำดับที่ 3 คือ R15 ผลิตเสร็จในชั่วโมงที่ 90 และลำดับที่ 4 ผลิตเสร็จในชั่วโมงที่ 110

5) เครื่องจักรที่ 5 มีการผลิตทอผ้าจำนวน 4 ผลิตภัณฑ์ โดยมีการผลิตเรียงลำดับ ได้แก่ ผลิตภัณฑ์รหัส R13 ลำดับที่ 1 ผลิตเสร็จในชั่วโมงที่ 27 จากนั้นทำการผลิต R14 ผลิตเสร็จในชั่วโมงที่ 36 ลำดับที่ 3 คือ R12 ผลิตเสร็จในชั่วโมงที่ 130 และลำดับที่ 4 คือ R17 ผลิตเสร็จในชั่วโมงที่ 201 ซึ่งมีผลิตภัณฑ์ที่ผลิตล่าช้า

### ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบการจัดตารางการทอผ้าหน้าเดียว

รหัส ผลิตภัณฑ์	ปริมาณความต้องการ (กิโลกรัม)	เวลาล่าช้าของการจัดตาราง การผลิตแบบเดิม (ชั่วโมง)	เวลางานล่าช้าของการจัดตาราง การผลิตแบบใหม่ (ชั่วโมง)
R1	1,040	0	0
R2	540	0	0
R3	40	0	0
R4	100	0	0
R5	520	0	0
R6	1,200	0	0
R7	800	0	17
R8	200	0	30
R9	360	0	21
R10	320	0	0
R11	600	0	0
R12	1,664	0	0
R13	440	0	0
R14	140	42	12
R15	494	6	0
R16	200	0	10
R17	1,200	68	9
R18	1,120	0	0
R19	6,000	0	0
รวมเวลางานล่าช้า (ชั่วโมง)		116	88
ร้อยละเวลาล่าช้ารวมลดลง			24.13%

จากตารางที่ 3 การเปรียบเทียบวิธีการจัดการตารางการทอผ้าหน้าเดียวก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุง พบว่าการจัดการตารางการผลิตก่อนปรับปรุงมีจำนวนงานลำช้า 2 งาน คือ ผลิตภัณฑ์ผ้าทอรหัส R14 ผลิตลำช้าเท่ากับ 42 ชั่วโมง และผลิตภัณฑ์รหัส R17 ผลิตลำช้าเท่ากับ 68 ชั่วโมง รวมเวลาลำช้าระบบ 166 ชั่วโมง ในส่วนของการจัดการตารางการผลิตหลังปรับปรุงมีจำนวนงานลำช้า 5 งาน คือ ผลิตภัณฑ์ผ้าทอรหัส R7 ผลิตลำช้าเท่ากับ 17 ชั่วโมง ผลิตภัณฑ์ผ้าทอรหัส R8 ผลิตลำช้าเท่ากับ 30 ชั่วโมง ผลิตภัณฑ์ผ้าทอรหัส R16 ผลิตลำช้าเท่ากับ 10 ชั่วโมง ผลิตภัณฑ์ผ้าทอรหัส R14 ผลิตลำช้าเท่ากับ 42 ชั่วโมง และผลิตภัณฑ์ผ้าทอรหัส R17 ผลิตลำช้าเท่ากับ 9 ชั่วโมง ดังนั้น การจัดการตารางการผลิตโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์และโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการหาค่าคำตอบสามารถลดเวลาลำช้ารวมของระบบการผลิตเท่ากับ 17 ชั่วโมง คิดเป็นร้อยละ 24.13 จากการเปรียบเทียบผลระหว่างก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุง สามารถวิเคราะห์ประเด็น ดังนี้

1) ตัวแบบทางคณิตศาสตร์ที่ได้สร้างขึ้นสามารถนำไปประยุกต์ได้อย่างมีประสิทธิภาพกับกรณีศึกษาสำหรับผลิตภัณฑ์ที่เป็นลูกค้ารายเดียวกัน ถึงแม้ว่าการจัดการตารางการผลิตหลังปรับปรุงโดยตัวแบบทางคณิตศาสตร์สามารถลดชั่วโมงงานลำช้ารวมลงได้ แต่จำนวนงานลำช้าอาจมีจำนวนเพิ่มขึ้น ดังตารางที่ 2 หากแต่ละผลิตภัณฑ์ไม่ใช่ลูกค้ารายเดียวกัน ซึ่งจะนำไปสู่ต้นทุนของการคิดอัตราการผลิตงานลำช้าที่เพิ่มขึ้น

2) หลังปรับปรุงสามารถลดเวลาลำช้าในการส่งมอบลงได้ แต่ยังมีงานลำช้าเกิดขึ้นอยู่ ดังตารางที่ 3 ซึ่งแสดงให้เห็นว่า กำลังการผลิตไม่เพียงพอต่อการผลิตตามช่วงเวลาตามที่ลูกค้าต้องการ โดยตารางการผลิตหลังปรับปรุงแสดงให้เห็นถึงเวลาที่สามารถเริ่มงานได้ และเวลาผลิตงานเสร็จ ซึ่งเป็นข้อมูลสำคัญที่ฝ่ายจัดซื้อสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการเจรจาต่อรอง หรือแจ้งให้กับลูกค้าได้ทราบถึงรายละเอียดการผลิตต่อไป

## สรุปผล

งานวิจัยนี้มุ่งเน้นที่จะปรับปรุงการจัดการตารางการผลิตผลิตภัณฑ์ผ้าหน้าเดียวที่มีความแตกต่างกัน ในด้านลายผ้า ชนิดของเส้นด้ายที่มีส่วนผสมแตกต่างกัน รวมถึงขนาดผ้าอบกลมที่สอดคล้องกับความสามารถของเครื่องจักรแต่ละรุ่นที่มีข้อจำกัดในการทอผ้าขนาดหน้าอบกลมที่แตกต่างกัน ในการปรับปรุงการจัดการตารางการผลิตนี้ทำเพื่อสนองความต้องการของลูกค้าโรงย้อมผ้า เพื่อให้สามารถผลิตในกระบวนการถัดไปได้อย่างต่อเนื่องหรือไม่เกิดคอขวดที่กระบวนการทอผ้า จากวัตถุประสงค์ของงานวิจัย คือ เพื่อพัฒนาการจัดการตารางการผลิตผ้าหน้าเดียวที่เหมาะสม โดยให้จำนวนชั่วโมงงานลำช้ารวมต่ำที่สุด จากวัตถุประสงค์ของงานวิจัย สามารถสรุปผลการดำเนินงานออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ในการจัดการตารางการผลิตก่อนปรับปรุงในกระบวนการทอผ้าหน้าเดียวที่มีความหลากหลายของผลิตภัณฑ์ทั้ง 19 รูปแบบ และเครื่องจักรขนานที่มีความสามารถในการทอผ้าไม่เท่ากัน ทำให้เกิดความซับซ้อนและยุ่งยากต่อการตัดสินใจโดยใช้ประสบการณ์จากพนักงานวางแผนผลิต ซึ่งมีการใช้หลักการผลิตภัณฑ์ใดที่มีการสั่งรายการเข้ามาก่อนจะทำการทอผ้าผลิตภัณฑ์นั้นก่อน การจัดการเช่นนี้ส่งผลให้เกิดเวลาลำช้าของการผลิต และส่งมอบสินค้าให้กับลูกค้าไม่ทันตามกำหนด โดยข้อมูลจากโรงงานกรณีศึกษา มีจำนวนวันลำช้ารวม 116 วัน และมีผลิตภัณฑ์ลำช้าจำนวน 3 ผลิตภัณฑ์



ส่วนที่ 2 ในการพัฒนาการจัดตารางการผลิตผ้าหน้าเดียวได้ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์รูปแบบไม่เชิงเส้นจำนวนเต็มผสม โดยใช้โปรแกรม Excel What 'Best ช่วยในการหาคำตอบ ภายใต้เงื่อนไขของเครื่องจักร และเงื่อนไขของผลิตภัณฑ์ พบว่า ผลจากการปรับปรุงโดยใช้แบบจำลองช่วยในการตัดสินใจจัดตารางการผลิตสามารถลดเวลารวมในการส่งมอบงานล่าช้าต่ำกว่าการจัดตารางการผลิตแบบเดิมที่มีการจัดตารางการผลิตโดยใช้ประสบการณ์ในการตัดสินใจร้อยละ 24.13

ส่วนที่ 3 จากการนำตัวแบบทางคณิตศาสตร์นำมาปรับปรุงการจัดตารางการผลิตสามารถลดจำนวนชั่วโมงความล่าช้าของการส่งมอบรวมลดลงได้ และผลลัพธ์มีประสิทธิภาพมากที่สุด เมื่อนำมาจัดตารางการผลิตในกรณีลูกค้ารายใหญ่รายเดียวกัน เนื่องจากตัวแบบมีข้อจำกัดที่ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพด้านอื่น คือ จำนวนงานที่ล่าช้ามีจำนวนเพิ่มขึ้น นอกจากนี้การจัดตารางการผลิตจะเกิดประสิทธิภาพสูงสุด หากมีการกำหนดวันรับใบสั่งซื้อจากลูกค้าในช่วงเวลาที่กำหนด เช่น หากต้องการสินค้าภายในเดือนที่กำหนด ควรมีการกำหนดนโยบายหรือเงื่อนไขการสั่งซื้อในช่วงวันที่ 20-27 เดือนก่อนหน้า เพื่อวางแผนการผลิตในเดือนที่กำหนดได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่งเงื่อนไขการสั่งซื้อดังกล่าวเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อความสามารถในการจัดตารางการผลิตของตัวแบบ ใช้เป็นข้อมูลนำเข้าในการวางแผนการผลิต

### ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการจัดตารางการผลิตที่เร็วขึ้น เพื่อให้ตอบสนองต่อกระบวนการวางแผนได้อย่างต่อเนื่อง ดังนั้น การใช้หรือพัฒนาวิธีฮิวริสติกในการหาคำตอบ ก็อาจเป็นทางเลือกหนึ่งที่สามารถช่วยในการตัดสินใจในการจัดตารางการผลิตผ้าหน้าเดียวได้ หรือกรณีที่เกิดเงื่อนไขของแต่ละงานต่าง ๆ ที่แตกต่างกันเล็กน้อย การใช้วิธีฮิวริสติกอาจมีความยืดหยุ่นและเหมาะสมต่อการหาคำตอบในการจัดตารางการผลิต

2. ควรมีการพัฒนาตัวแบบทางคณิตศาสตร์ที่มีการคำนึงถึงประสิทธิภาพด้านอื่น ๆ ร่วมด้วย โดยเป็นการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์หลายวัตถุประสงค์ ที่มีการให้ค่าน้ำหนักแต่ละประสิทธิภาพแตกต่างกัน

### เอกสารอ้างอิง

- กฤษดา พัวสกุล, สิริวิชญ์ สว่างนพ, ธีรภัทร์ อนุภาพพันธุ์ และ จีรณา จันทร์สีชาว. (2562, กรกฎาคม-ธันวาคม). การออกแบบกระบวนการ วางแผนการผลิตสำหรับโรงงานผลิตขนมไทย. *Naresuan University Engineering Journal*, 14(2), 24-34.
- ทัศนีย์ แก้วไพฑูริย์. (2553). แนวทางศึกษาการจัดตารางการผลิตแบบใหม่: กรณีศึกษาอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ [วิทยานิพนธ์ ปริญญาโท สาขาบริหารธุรกิจ]. มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- ธนวัฒน์ วงศ์เครือ และ วรวิมล หวังวัชรกุล. (2564, มกราคม-มิถุนายน). การจัดตารางการผลิตเครื่องจักรขนานในกระบวนการทดสอบวงจรรวม. *Thai Journal of Operations Research*, 9(1), 153-162.
- ปัญจรัตน์ แพทย์โท และ เสาวนิตย์ เลขวัต. (2564, กรกฎาคม-ธันวาคม). การประยุกต์ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับการจัดลำดับงาน: กรณีศึกษาโรงงานผลิตชิ้นส่วนรถยนต์. *Thai Journal of Operations Research*, 9(2), 82-92.

- เพชรราชยุทธ แซ่หลี่ และ อภิษฐ์ ฤตวิรุฬห์. (2557, กรกฎาคม-ธันวาคม). แบบจำลองกำหนดการเชิงเส้นจำนวนเต็มผสม สำหรับการวางแผนแรงงานในการผลิตเชิงดอง. *วิศวกรรมสาร มหาวิทยาลัยนครสวรรค์*, 9(2), 48-54.
- ยอดดวงใจ นาคปัฐม. (2555). การจัดตารางการผลิตแบบตามสั่ง สำหรับอุตสาหกรรมสิ่งทอ [วิทยานิพนธ์ ปริญญา มหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- วิศพล ธารณา, ฐิติมา ชูกิจรุ่งโรจน์, มธุรรดา วิริยะพงษ์, เตือนใจ สมบูรณ์วิวัฒน์, ช่อแก้ว จตุรานนท์ และ เจริญชัย โขมพัตรภรณ์. (2555, 17-19 ตุลาคม). การจัดตารางการผลิตของเครื่องพิมพ์บรรจุภัณฑ์ [เอกสารนำเสนอ]. การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหกรรม ครั้งที่ 25, ชะอำ เพชรบุรี.
- Abdallah, K. S., & Jang, J. (2017, 27-29 June). *Scheduling a single machine with job family setup times to minimize total tardiness* [proceeding]. International Conference on Engineering, Technology and Innovation (ICE/ITMC), Madeira Portugal.
- Chaimanee, A., & Supithak, W. (2017). A memetic algorithm to minimize the total sum of earliness tardiness and sequence dependent setup costs for flow shop scheduling problems with job distinct due windows. *Songklanakarin J. Sci. Technol.*, 40(5), 1203-1218.
- Gozali, L., Kurniawan, V., & Nasution, S. R. (2019). Design of Job Scheduling System and Software for Packaging Process with SPT, EDD, LPT, CDS and NEH algorithm at PT. ACP. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 528, 1-8.
- Nikhil, P., Phanindra, K. N., Chalapathi, P. V., Ikram, M., & Akhil, B. (2020). Flexible Job Shop Scheduling using Software. *International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT)*, 9, 2249-8958.
- Ronconi, D., & Kawamura, M. (2010). The single machine earliness and tardiness scheduling problem: Lower bounds and a branch-and-bound algorithm. *Computational & Applied Mathematics*, 29, 107-124.
- Tyagi, N., Tripathi, R. P., & Chandramouli, A. B. (2016, 18-19 November). *Three machines flowshop scheduling model with separate setup times* [proceeding]. International Conference on Emerging Trends in Communication Technologies (ETCT), Dehradun, India.

## การจัดตารางการทำงานที่เหมาะสมในการตรวจสอบคุณภาพ ก่อนส่งมอบของผลิตภัณฑ์ชิ้นส่วนนาฬิกา

Optimization of process scheduling in the final quality control of watch parts

พัฒนารี ผาฉิมพลี\* และ เตือนใจ สมบูรณ์วิวัฒน์

Phatnaree Phachimplee\* and Tuanjai Somboonwivat

สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหการและระบบการผลิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

Industrial and Manufacturing System Engineering, Faculty of Engineering, King Mongkut's University of Technology

Thonburi (KMUTT)

\*Corresponding author. E-mail: tuanjai.som@kmutt.ac.th

### บทคัดย่อ

อุตสาหกรรมการผลิตนาฬิกาสวิสเป็นอุตสาหกรรมที่มีชื่อเสียงมากที่สุดในปัจจุบัน และในการผลิตนั้นต้องการชิ้นส่วนที่มีคุณภาพ ดังนั้นในขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพก่อนส่งมอบจึงเป็นกระบวนการสำคัญสำหรับเป็นหลักประกันคุณภาพสินค้า หากกระบวนการนี้เกิดความล่าช้าจะส่งผลให้ส่งมอบได้ไม่ทันตามกำหนดและตามจำนวนที่ลูกค้าต้องการ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้นำเสนอการจัดตารางการทำงานที่เหมาะสมในการตรวจสอบคุณภาพก่อนส่งมอบของผลิตภัณฑ์ชิ้นส่วนนาฬิกา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อจัดตารางการทำงานของแผนกตรวจสอบคุณภาพก่อนส่งมอบให้ได้ตามจำนวนที่ลูกค้าต้องการ โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์และการหาคำตอบที่เหมาะสมโดยใช้ Excel Solver จากนั้นพัฒนาโปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจ ผลที่ได้จากการวิจัยพบว่าแบบจำลองที่พัฒนาขึ้นสามารถช่วยให้หาสถานะที่เหมาะสมในการมอบหมายงาน ซึ่งนำไปสู่การลดโอกาสในการเกิดความล่าช้าในการตรวจสอบคุณภาพก่อนส่งมอบให้ได้ทันตามจำนวนที่กำหนด ผลลัพธ์จากการวิจัยนี้ทำให้พนักงานตรวจสอบคุณภาพงานได้ทันตามเป้าหมายและลดเวลาการทำงานมากถึงร้อยละ 26.84

**คำสำคัญ:** การจัดตารางการทำงาน การตรวจวิเคราะห์คุณภาพ แบบจำลองทางคณิตศาสตร์

## Abstract

The Swiss Watch is the most well-known for its production which requires high-quality parts. The final quality control is an important process to guarantee of product quality. If this process is delayed, it will cause the late delivery and insufficient customer demand. Therefore, this research proposes the optimizing method to optimize the scheduling in the final quality control to achieve the customer demand. The mathematical model is then developed and the Excel Solver is used to solve the solution. Also, the developed model is applied to the sample data sets. The result showed that the developed model is able to determine the optimal solution for job assigning. As the results, the number of tardy jobs in the final quality control are decreased which achieve the demand. The results showed that the final quality control staff can achieve the inspection target and the working hours can be reduced by 26.84%.

**Keywords:** Job scheduling, Quality analysis, Mathematical model

## บทนำ

อุตสาหกรรมนาฬิกาเป็นอุตสาหกรรมที่มีชื่อเสียงและประสบความสำเร็จมากที่สุดของประเทศสวิสเซอร์แลนด์ ทำให้การส่งออกนาฬิกาของสวิสมีมูลค่ามากถึง 5,594 ล้านดอลลาร์สหรัฐฯ (สำนักงานส่งเสริมการค้าในต่างประเทศ, 2563) ซึ่งนาฬิกาภายใต้การผลิตของประเทศสวิสเซอร์แลนด์หรือ Swiss Made รัฐบาลสวิสได้ออกกฎหมายกำหนดให้ผลิตภัณฑ์ที่ติดเครื่องหมาย Swiss Made ต้องมีต้นทุนการผลิตขั้นต่ำ 60% และมีกระบวนการผลิตขั้นต้นสำคัญในสวิสเซอร์แลนด์เท่านั้น ในส่วน 40% ของต้นทุนการผลิตนาฬิกา จึงถูกกระจายออกไปตามภูมิภาคต่าง ๆ และประเทศไทยก็เป็นอีกหนึ่งฐานการผลิตของทวีปเอเชีย ในขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพก่อนส่งมอบจึงเป็นกระบวนการสำคัญสำหรับเป็นหลักประกันคุณภาพสินค้า หากกระบวนการนี้เกิดความล่าช้าอาจส่งผลให้สินค้าส่งมอบได้ไม่ทันตามกำหนดและตามจำนวนที่ลูกค้าต้องการ อาจทำให้องค์กรมียอดขายสินค้าไม่ได้ตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ ซึ่งในปัจจุบันการตรวจวิเคราะห์ต้องใช้พนักงานที่มีความชำนาญเฉพาะสำหรับตรวจสอบผลิตภัณฑ์ในแต่ละประเภท ทำให้บางครั้งเวลาที่พนักงานขาดงานจึงจำเป็นต้องหาพนักงานคนอื่น ๆ ที่มีความชำนาญที่ใกล้เคียงกันมาทำงานทดแทน ทำให้เกิดการวางแผนการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ที่ผิดพลาด เพราะการจัดการกำลังคนไม่เพียงพอ การจัดเวลาทำงานที่ไม่พอดี หรือมีการจัดจำนวนงานที่ต้องตรวจสอบไม่เหมาะสม โรงงานกรณีศึกษาเป็นผู้ผลิตชิ้นส่วนนาฬิกาที่มีกระบวนการตรวจสอบคุณภาพอยู่ 2 ประเภทคือกระบวนการตรวจสอบคุณภาพวัตถุดิบ (Incoming Quality Control) และกระบวนการตรวจสอบคุณภาพก่อนการส่งมอบ (Final Quality Control) โดยผลิตภัณฑ์ที่ต้องตรวจสอบคุณภาพก่อนส่งมอบนี้มีทั้งหมด 5 ประเภทด้วยกัน คือ กระจกนาฬิกาแบบเรียบ กระจกนาฬิกาแบบโค้ง จีเวลเบร็งก์ ไมโครแม็กเน็ต และสายนาฬิกาเซรามิก พนักงานที่ตรวจสอบคุณภาพก่อนส่งมอบนี้มีทักษะการตรวจสอบคุณภาพที่มากกว่าหนึ่งผลิตภัณฑ์ ทำให้ภายในหนึ่งวันพนักงานหนึ่งคนสามารถตรวจสอบงานมากกว่าหนึ่งผลิตภัณฑ์และสามารถหมุนเวียนทำงานแทนกันได้

จากการศึกษางานวิจัยพบว่าวิธีการแก้ปัญหาการจัดตารางการทำงานมีหลายวิธีด้วยกัน ณัฐพร เรือนสอน (2556) ได้นำเสนอการจัดตารางการทำงานที่เหมาะสมในกระบวนการตรวจวิเคราะห์ทางเคมีและกายภาพของ

วัตถุประสงค์และความสำเร็จรูปโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อลดความล่าช้าในการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างให้น้อยที่สุด และ ภาณุวัฒน์ สิบลี (2556) ได้พัฒนาโปรแกรมสนับสนุนการตัดสินใจสำเร็จรูปในการจัดตารางการทำงานที่เหมาะสมในกระบวนการวิเคราะห์คุณภาพของวัตถุประสงค์และความสำเร็จรูป ทั้งสองงานวิจัยนี้ได้มีการประยุกต์ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์, IDEF0, Cause and Effect Diagram และกฎการจัดลำดับงานมาประยุกต์ใช้ด้วยกัน อัครรัช จงธีรโชติ (2552) ได้กล่าวถึงการแก้ปัญหาการวางแผนการผลิตรวมในอุตสาหกรรมเครื่องประดับเงินที่ขาดการวางแผนการผลิตที่เหมาะสม ในกลุ่มงานด้านคอมพิวเตอร์ Kuo-Ching Yinga and Shih-Wei Lin (2020) ได้เสนออัลกอริทึมสำหรับการแก้ปัญหาการจัดตารางงาน โดยคำนึงถึง make span โดยการเปรียบเทียบผลลัพธ์ทางคอมพิวเตอร์กับอัลกอริทึม meta-heuristic ที่ดีที่สุดในปัจจุบัน งานวิจัยนี้นอกจากจะมีการประยุกต์ใช้โปรแกรมทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา ยังมีการนำการวางแผนการผลิตรวมมาประยุกต์ใช้ ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงได้นำเสนอวิธีการจัดตารางงานที่เหมาะสมให้กับพนักงานตรวจสอบคุณภาพก่อนส่งมอบของกระบวนการผลิตชิ้นส่วนนาฬิกา ด้วยการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อให้เกิดงานล่าช้าให้น้อยที่สุด

### วิธีดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาลักษณะปัญหาการจัดตารางการตรวจสอบคุณภาพก่อนส่งมอบ ได้นำข้อมูลต่าง ๆ มาใช้ในการตัดสินใจ ดังนี้ งานแต่ละงานจะประกอบด้วยจำนวนชิ้นงานที่พนักงานตรวจสอบได้ต่อชั่วโมง เป้าหมายในการตรวจสอบงาน และความสามารถเฉพาะของพนักงานแต่ละคนในการตรวจงานแต่ละผลิตภัณฑ์ ซึ่งกระบวนการตรวจสอบคุณภาพในแต่ละผลิตภัณฑ์ที่มีความเฉพาะและมีความซับซ้อนที่แตกต่างกัน ทำให้พนักงานสามารถตรวจวิเคราะห์ได้มากกว่าหนึ่งผลิตภัณฑ์

2. พัฒนาตัวแบบทางคณิตศาสตร์สำหรับการจัดตารางการตรวจสอบคุณภาพก่อนส่งมอบ ขั้นตอนนี้เป็น การสร้างตัวแปรต่าง ๆ โดยการสร้างแบบจำลองจากลักษณะของปัญหาเป็นแบบหลายผลิตภัณฑ์ (Multi-Product) โดยผลลัพธ์ที่ได้นำมาจัดทำเป็นแผนในการตรวจสอบคุณภาพก่อนส่งมอบเพื่อกำหนดชั่วโมงในการทำงานแบบปกติ และการทำงานล่วงเวลาของพนักงานแต่ละคน โดยมีเป้าหมายเพื่อให้มีผลรวมของเวลาที่น้อยที่สุดที่พนักงานแต่ละคนทำงานจนแล้วเสร็จในแต่ละหัวข้อการตรวจสอบให้ได้ตามเป้าหมายที่กำหนด ตัวแบบมีดังนี้

ดัชนี (Index)

$$i = \text{พนักงานคนที่ } i, i = 1, 2, \dots, n$$

$$j = \text{การตรวจสอบคุณภาพหัวข้อที่กำหนดของผลิตภัณฑ์ } j, j = 1, 2, \dots, m$$

ค่าคงที่ (constants)

$$A = \text{เวลาปกติในการทำงาน คือ 8 ชั่วโมงต่อวัน}$$

$$B = \text{เวลาทำงานปกติที่รวมกับเวลาของการทำงานล่วงเวลา คือ 10.40 ชั่วโมงต่อวัน}$$

พารามิเตอร์ (Parameter)

$$N_{ij} = \text{จำนวนชิ้นพนักงาน } i \text{ ทำการตรวจสอบคุณภาพตามหัวข้อของผลิตภัณฑ์ } j \text{ (ชิ้นต่อชั่วโมง)}$$

$$A_{ij} = \text{เวลาทำงานปกติที่พนักงาน } i \text{ ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพตามหัวข้อผลิตภัณฑ์ } j \text{ (ชั่วโมง)}$$

$B_{ij}$  = เวลาทำงานปกติที่รวมกับเวลาของการทำงานล่วงเวลาที่พนักงาน  $i$

ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพตาม หัวข้อ  $j$  (ชั่วโมง)

$D_j$  = จำนวนชิ้นงานที่ต้องการตรวจสอบคุณภาพตามหัวข้อผลิตภัณฑ์  $j$  (ชิ้น)

ตัวแปรตัดสินใจ (Decision variable)

$X_{ij}$  = เวลาทำงานที่พนักงาน  $i$  ทำการตรวจสอบคุณภาพตามหัวข้อผลิตภัณฑ์  $j$  (ชั่วโมง)

สมการวัตถุประสงค์ (Objective function)

$$\text{Min}Z = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m X_{ij} \quad (1)$$

สมการข้อจำกัด (Constraint)

$$\sum_{j=1}^m X_{ij} \geq A \text{ for } i = 1, 2, \dots, n \quad (2)$$

$$\sum_{j=1}^m X_{ij} \leq B \text{ for } i = 1, 2, \dots, n \quad (3)$$

$$\sum_{i=1}^n N_{ij} X_{ij} \geq D_j \text{ for } j = 1, 2, \dots, m \quad (4)$$

$$X_{ij} \geq 0 \text{ for } i = 1, 2, \dots, n \quad (5)$$

$$j = 1, 2, \dots, m$$

สมการที่ (1) หมายถึง วัตถุประสงค์ของการมอบหมายงานให้กับพนักงาน คือ ผลรวมของเวลาที่น้อยที่สุดที่พนักงานแต่ละคนทำงานจนแล้วเสร็จของทุกผลิตภัณฑ์ในแต่ละหัวข้อการตรวจสอบให้ได้ตามเป้าหมายที่กำหนด โดยเวลาที่ใช้ในการทำงานจนแล้วเสร็จคำนวณจาก ผลรวมเวลาของพนักงานทุกคนที่ได้รับมอบหมายปฏิบัติงานในแต่ละผลิตภัณฑ์ สมการที่ (2)-(5) เป็นสมการข้อจำกัด สมการที่ (2) หมายถึง เวลาทำงานปกติของพนักงานหนึ่งคนในการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ตามหัวข้อต่าง ๆ ในหนึ่งวันต้องไม่น้อยกว่า 8 ชั่วโมง สมการที่ (3) หมายถึง เวลาทำงานปกติที่รวมเวลาของการทำงานล่วงเวลาของพนักงานหนึ่งคนในการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ตามหัวข้อต่าง ๆ ในหนึ่งวันต้องไม่เกิน 10.40 ชั่วโมง สมการที่ (4) หมายถึง จำนวนรวมชิ้นงานจากการตรวจงานของพนักงานทุกคนในแต่ละผลิตภัณฑ์ต้องมากกว่าหรือเท่ากับเป้าหมายที่กำหนด สมการที่ (5) หมายถึง เวลาทำงานที่พนักงานแต่ละคนทำการตรวจสอบคุณภาพตามหัวข้อต่าง ๆ แต่ละผลิตภัณฑ์ต้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0

3. การประยุกต์ใช้ตัวแบบทางคณิตศาสตร์สำหรับการจัดตารางการตรวจสอบคุณภาพก่อนส่งมอบ จากการเก็บข้อมูลในปี 2564 ของปริมาณงานแบ่งตามหัวข้อการตรวจสอบทั้งหมด 5 ผลิตภัณฑ์ ซึ่งมีเป้าหมายในการตรวจสอบที่แตกต่างกันออกไป ดังตารางที่ 1 และรวบรวมข้อมูลพนักงานที่ทำการตรวจสอบคุณภาพที่มีทักษะในการตรวจสอบมากกว่าหนึ่งผลิตภัณฑ์รวมถึงจำนวนชิ้นงานที่ตรวจสอบได้ในแต่ละผลิตภัณฑ์ ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 1 ข้อมูลเป้าหมายต่อวันในการตรวจสอบคุณภาพก่อนส่งมอบของแต่ละผลิตภัณฑ์

ผลิตภัณฑ์ ( $j$ )	เป้าหมายต่อวัน ( $D_j$ )	หน่วย
กระจกนาฬิกาแบบเรียบ	9,384	ชิ้น
กระจกนาฬิกาแบบโค้ง	3,000	ชิ้น
สายนาฬิกาเซรามิค	1,888	ชิ้น
ไมโครเม็ท	100,000	ชิ้น
จีเวลแบร์จ	187,500	ชิ้น

ตารางที่ 2 ข้อมูลจำนวนชิ้นงานที่ตรวจสอบได้ในแต่ละผลิตภัณฑ์จากหัวข้อการตรวจสอบคุณภาพของพนักงานแต่ละคน

พนักงานคนที่ $i$	กระจกนาฬิกา	กระจกนาฬิกา	สายนาฬิกา	ไมโครเม็ท	จีเวลแบร์จ
	แบบเรียบ $j=1$	แบบโค้ง $j=2$	เซรามิค $j=3$	$j=4$	$j=5$
พนักงาน 1	129	132	0	0	0
พนักงาน 2	121	0	254	0	0
พนักงาน 3	115	77	0	0	0
พนักงาน 4	120	0	249	0	0
พนักงาน 5	109	114	0	0	0
พนักงาน 6	120	129	0	0	0
พนักงาน 7	106	0	206	0	0
พนักงาน 8	116	107	0	0	0
พนักงาน 9	119	127	0	0	0
พนักงาน 10	101	126	0	0	0
พนักงาน 11	115	0	218	0	0
พนักงาน 12	126	130	0	0	0
พนักงาน 13	99	0	240	0	0
พนักงาน 14	0	0	232	7,142	10,077
พนักงาน 15	0	0	0	6,759	14,405
พนักงาน 16	0	0	0	6,675	10,483

3.1 นำข้อมูลมากำหนดเป็นสมการเป้าหมายและสมการข้อจำกัด และใช้โปรแกรม Microsoft Excel Solver เพื่อแก้ไขปัญหา โดยเริ่มจากนำข้อมูลจำนวนชิ้นงานที่พนักงานแต่ละคนตรวจสอบได้มาบันทึกในตาราง โดยแนวตั้งคือหัวข้อในการตรวจสอบคุณภาพของแต่ละผลิตภัณฑ์ และแนวนอนคือพนักงาน ข้อมูลจำนวนชิ้นงานในการตรวจสอบของพนักงานแต่ละคน จะถูกบันทึกไว้แล้วใน cell B3:F18 ดังแสดงในภาพที่ 1

	A	B	C	D	E	F
1	พนักงาน <i>i</i>	จำนวนชิ้นที่ตรวจสอบได้ในแต่ละผลิตภัณฑ์ที่กำหนด ของการตรวจสอบคุณภาพ (ชิ้นต่อชั่วโมง) ( $N_{ij}$ )				
2		กระถกนาฬิกา แบบเรียบ $j=1$	กระถกนาฬิกา แบบโค้ง $j=2$	สายนาฬิกา เซรามิก $j=3$	ไมโครเม็ทรีด $j=4$	จีเวลเบร้ง $j=5$
3	พนักงาน 1	129	132	0	0	0
4	พนักงาน 2	121	0	254	0	0
5	พนักงาน 3	115	77	0	0	0
6	พนักงาน 4	120	0	249	0	0
7	พนักงาน 5	109	114	0	0	0
8	พนักงาน 6	120	129	0	0	0
9	พนักงาน 7	106	0	206	0	0
10	พนักงาน 8	116	107	0	0	0
11	พนักงาน 9	119	127	0	0	0
12	พนักงาน 10	101	126	0	0	0
13	พนักงาน 11	115	0	218	0	0
14	พนักงาน 12	126	130	0	0	0
15	พนักงาน 13	99	0	240	0	0
16	พนักงาน 14	0	0	232	7142	10077
17	พนักงาน 15	0	0	0	6759	14405
18	พนักงาน 16	0	0	0	6675	10483

1

### ภาพที่ 1 ข้อมูลจำนวนชิ้นงานในการตรวจสอบของพนักงานแต่ละคน

3.2 กำหนดช่องแสดงผลของตัวแปรตัดสินใจ ซึ่งตัวแปรตัดสินใจในปัญหาการมอบหมายงานให้กับพนักงานในกระบวนการตรวจสอบคุณภาพตามหัวข้อผลิตภัณฑ์ ได้แก่  $X_{ij}$  ซึ่งเป็นตัวแปรตัดสินใจที่แสดงถึงการมอบหมายเวลาทำงานให้พนักงาน  $i$  ทำการตรวจสอบคุณภาพตามหัวข้อผลิตภัณฑ์  $j$  ดังแสดงในภาพที่ 2 หมายเลข 2

3.3 กำหนดช่องแสดงสมการข้อจำกัด สมการข้อจำกัดที่ (2) เวลาทำงานปกติของพนักงานแต่ละคนในการตรวจสอบคุณภาพตามหัวข้อต่างๆ ของทุกผลิตภัณฑ์ในหนึ่งวันต้องไม่น้อยกว่า 8 ชั่วโมง (A) ซึ่งแสดงดังภาพที่ 2 หมายเลข 3 สมการข้อจำกัดที่ (3) เวลาทำงานปกติที่รวมการทำงานล่วงเวลาของพนักงานแต่ละคนในการตรวจสอบคุณภาพตามหัวข้อต่าง ๆ ของทุกผลิตภัณฑ์ในหนึ่งวันต้องไม่เกิน 10.40 ชั่วโมง (B) ซึ่งแสดงดังภาพที่ 2 หมายเลข 4 สมการข้อจำกัดที่ (4) จำนวนรวมชิ้นงานจากการตรวจงานของพนักงานทุกคนของแต่ละผลิตภัณฑ์ต้องมากกว่าหรือเท่ากับเป้าหมายที่กำหนด ซึ่งแสดงดังภาพที่ 2 หมายเลข 5 สมการข้อจำกัดที่ (5) เวลาทำงานที่พนักงานแต่ละคนทำการตรวจสอบคุณภาพตามหัวข้อต่าง ๆ แต่ละผลิตภัณฑ์ต้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0 ซึ่งแสดงดังภาพที่ 3 ตรวจสอบความถูกต้องของ Parameter และสมการข้อจำกัดต่าง ๆ ที่กำหนดจนครบแล้วจึงเริ่มการหาคำตอบที่เหมาะสม





### ผลการวิจัยและอภิปรายผล

จากการประมวลผลการมอบหมายเวลาทำงานให้กับพนักงานโดยใช้ Microsoft Excel Solver เพื่อทำการหาคำตอบที่เหมาะสม พบว่าเวลารวมของการทำงานในสมการเป้าหมายเท่ากับ 139.15 ชั่วโมง ดังแสดงในตารางที่ 3 ตารางที่ 3 สรุปรายละเอียดการมอบหมายงานให้กับพนักงานโดยใช้ Microsoft Excel Solver

พนักงาน คนที่ $i$	กระจกนาฬิกา แบบเรียบ $j = 1$	กระจกนาฬิกา แบบโค้ง $j = 2$	สายนาฬิกา เซรามิค $j = 3$	ไมโคร แม็กเน็ต $j = 4$	จีเวล แบร์ริง $j = 5$	ใช้เวลารวม ทั้งสิ้น(ชั่วโมง) $X_j$
พนักงาน 1	10.40					10.40
พนักงาน 2	10.07					10.07
พนักงาน 3	8.00					8.00
พนักงาน 4	8.00					8.00
พนักงาน 5	8.00					8.00
พนักงาน 6		8.12				8.12
พนักงาน 7	8.00					8.00
พนักงาน 8	8.00					8.00
พนักงาน 9	0.44	7.44				7.88
พนักงาน 10		8.00				8.00
พนักงาน 11	8.00					8.00
พนักงาน 12	10.40					10.40
พนักงาน 13	0.13		7.87			8.00
พนักงาน 14				9.88		9.88
พนักงาน 15					10.40	10.40
พนักงาน 16				4.40	3.60	8.00
<b>รวม</b>	<b>79.44</b>	<b>23.56</b>	<b>7.87</b>	<b>14.28</b>	<b>14.00</b>	<b>139.15</b>

ผลเปรียบเทียบเวลารวมในการทำงานทั้งหมดระหว่างวิธีการมอบหมายงานในปัจจุบันกับวิธีการมอบหมายงานด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ จากการมอบหมายงานให้แผนกตรวจสอบคุณภาพก่อนส่งมอบ ซึ่งปัจจุบันไม่มีแบบแผนที่ชัดเจนในการมอบหมายงาน พบว่าใช้เวลารวมในการทำงานทั้งสิ้น 190.21 ชั่วโมง เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการมอบหมายงานโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ซึ่งสามารถลดเวลารวมในการทำงานได้ 51.06 ชั่วโมง หรือคิดเป็น 26.84% ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบเวลารวมในการทำงานจากการมอบหมายงานแบบเดิมกับแบบใหม่

รูปแบบการมอบหมายงาน	ระยะเวลาในการทำงาน (ชั่วโมง)
รูปแบบการมอบหมายงานแบบเก่าที่ไม่มีแบบแผนในการมอบหมายงาน	190.21
รูปแบบการมอบหมายงานด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์	139.15
ระยะเวลาที่ลดลง	51.06
<b>คิดเป็น</b>	<b>26.84%</b>

## สรุปผล

ในงานวิจัยนี้ได้พัฒนาตัวแบบทางคณิตศาสตร์สำหรับจัดตารางการตรวจสอบคุณภาพก่อนส่งมอบของผลิตภัณฑ์ชิ้นส่วนนาฬิกาที่อยู่ในความรับผิดชอบของแผนกตรวจสอบคุณภาพก่อนส่งมอบ โดยประยุกต์กับการตรวจสอบคุณภาพทั้งหมด 5 ผลิตภัณฑ์ ซึ่งทำการจัดตารางตรวจสอบคุณภาพโดยพนักงาน 16 คน พบว่าเวลารวมในการทำงานเท่ากับ 139.15 ชั่วโมง ซึ่งเป็นเวลารวมที่น้อยที่สุด เมื่อเปรียบเทียบการทำงานล่วงเวลาของการจัดตารางรูปแบบเก่าและรูปแบบใหม่ในการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์แต่ละประเภทพบว่าการทำงานล่วงเวลาของการจัดตารางแบบเก่ามีชั่วโมงรวมเท่ากับ 47.83 ชั่วโมง และการจัดตารางแบบใหม่มีชั่วโมงในการทำโอทีรวมเท่ากับ 11.15 ชั่วโมง พบว่าชั่วโมงในการทำงานลดลงถึง 36.68 ชั่วโมง เมื่อนำมาคำนวณเป็นค่าใช้จ่ายของการจัดตารางแบบเก่าและแบบใหม่พบว่า การจัดตารางแบบเก่ามีค่าใช้จ่ายต่อวันเท่ากับ 2,968.45 บาท หรือเท่ากับ 89,053.48 บาทต่อเดือน เมื่อเปรียบเทียบกับการจัดตารางรูปแบบใหม่ที่มีค่าใช้จ่ายต่อวันเท่ากับ 692.23 บาท หรือเท่ากับ 20,766.76 บาทต่อเดือน พบว่ามีค่าใช้จ่ายต่อเดือนที่ลดลงถึง 68,286.72 บาท

**ตารางที่ 5** เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายจากการทำงานล่วงเวลาของการจัดตารางรูปแบบเก่าและรูปแบบใหม่

ค่าใช้จ่ายในการทำงาน ล่วงเวลา	การทำงานล่วงเวลา ต่อวัน (ชั่วโมง)	ค่าใช้จ่ายต่อวันสำหรับพนักงาน ที่ทำงานล่วงเวลา(บาท)	ค่าใช้จ่ายต่อเดือนสำหรับ พนักงานที่ทำงานล่วงเวลา (บาท)
การจัดตารางรูปแบบเก่า	47.83	2,968.45	89,053.48
การจัดตารางรูปแบบใหม่	11.15	692.23	20,766.76

จากการนำตัวแบบทางคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในการวางแผนการตรวจสอบคุณภาพก่อนส่งมอบ ทำให้ทราบถึงข้อจำกัดและมีข้อเสนอแนะในการทำวิจัย ดังต่อไปนี้

- 1) สามารถนำหลักการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้กับการวางแผนการจัดตารางการทำงานในลักษณะงานที่มีกระบวนการทำงานที่ใกล้เคียงกัน เช่น แผนกตรวจรับวัตถุดิบ
  - 2) มีข้อจำกัดของการใช้โปรแกรมสำเร็จรูปของงานวิจัยนี้ ยังมีข้อจำกัดของจำนวนตัวแปรที่สามารถหาคำตอบได้ ดังนั้นจึงไม่สามารถรองรับปัญหาขนาดใหญ่ได้
  - 3) สามารถทำการประยุกต์กับข้อมูลชุดใหม่จากการจัดตารางการมอบหมายงานนี้ คิดคำนวณภายใต้ทรัพยากรที่มีอยู่ในปัจจุบัน และจากการทำงานในสภาวะปกติของหน่วยงานเท่านั้น
- ดังนั้นการนำไปใช้งานในอนาคต จะต้องคำนึงถึงข้อมูลที่มีการเปลี่ยนแปลง เช่น เป้าหมายในการตรวจสอบของแต่ละผลิตภัณฑ์ ความสามารถของพนักงานแต่ละคนที่ตรวจสอบงานได้ จำนวนพนักงานที่เพิ่มขึ้นหรือลดลง เป็นต้น ดังนั้นควรทำการเก็บข้อมูลใหม่เพิ่มเติม เพื่อนำมากำหนดค่าของตัวแปรในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

## เอกสารอ้างอิง

ณัฐพร เรือนสอน. (2556). การจัดตารางการทำงานที่เหมาะสมในกระบวนการตรวจวิเคราะห์ทางเคมีและกายภาพของวัตถุดิบและยาสำเร็จรูป. [ปริญญาวิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี].  
ฐานข้อมูลงานวิจัย (ThaiLis).

ภาณุวัต สิบสิริ, สุจินต์ ธงถาวรสุวรรณ และ วิบูลย์ ตั้งวิโรตมณฑล. (2557). การจัดตารางการทำงานที่เหมาะสมในการ  
ตรวจวิเคราะห์คุณภาพของวัตถุดิบและยาสำเร็จรูป. [ปริญญาวิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัย  
เทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี]. สืบค้นข้อมูลงานวิจัย (ThaiLis).

สำนักงานส่งเสริมการค้าในต่างประเทศ. (2563). นาฬิกาสมาร์ทวอชที่ตลาดนาฬิกาหรูของสวิส ใน ปีตินันท์  
สมานวรวงศ์ (บ.ก.), *ข่าวเด่นประเทศสวีตเซอร์แลนด์รายสัปดาห์* (น. 1-2). นครแฟรงก์เฟิร์ต.

อัครัช จงธีรโชติ และ เตือนใจ สมบูรณ์วิวัฒน์. (2552). การวางแผนการผลิตที่เหมาะสมในโซ่อุปทานอุตสาหกรรม  
เครื่องประดับเงิน. [ปริญญาวิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี].  
สืบค้นข้อมูลงานวิจัย (ThaiLis).

Kuo-Ching Ying & Chih-Wei Lin. (2020). Solving no-wait job-shop scheduling problems using a multi-start  
simulated annealing with bi-directional shift timetabling algorithm. *Computers & Industrial  
Engineering*, 146(1), <https://doi.org/10.1016/j.cie.2020.106615>

## การจัดตารางการผลิตในกระบวนการปั๊มขึ้นรูปชิ้นส่วนสำหรับอุตสาหกรรมยานยนต์ Production scheduling in the process of stamping parts for the automotive industry

ขวัญภิรมย์ เหมือนสมัย\* และ เตือนใจ สมบูรณ์วิวัฒน์  
Kwanpirom Muansamai\* and Tuanjai Somboonwivat

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

Department of production engineering faculty of engineering, King Mongkut's University of Technology Thonburi.

\*Corresponding author. E-mail: kwanpirom.8871@mail.kmutt.ac.th, tuanjai.som@kmutt.ac.th

### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อลดเวลาปิดงานของระบบในกระบวนการปั๊มขึ้นรูปชิ้นส่วนสำหรับอุตสาหกรรมยานยนต์ จากข้อจำกัดเครื่องจักรที่ต้องผลิตงานหลากหลายกระบวนการ ตลอดจนต้องเลือกเครื่องจักรเรียงอยู่ติดกัน ผลิตงานได้แบบไม่ข้ามกระบวนการ ทำให้เกิดความซับซ้อนในการจัดตารางการผลิต งานวิจัยนี้จึงได้สร้างวิธีการจัดตารางการผลิตของกระบวนการปั๊มขึ้นรูปชิ้นส่วนสำหรับอุตสาหกรรมยานยนต์ด้วยวิธีการกำหนดขั้นตอนการจัดตารางการผลิตขึ้นมาใหม่ โดยการจัดเซตของเครื่องจักร ใช้กฎฮิวริสติกในการจัดลำดับงานและมอบหมายงานให้เครื่องจักร ผลการจัดตารางการผลิตเวลาปิดงานของการจัดลำดับงานด้วยวิธีฮิวริสติก เท่ากับ 1,735.61 นาที วิธีเวลาเหลือต่อขั้นตอนการทำงานที่เหลือ เท่ากับ 2,014.14 นาที พบว่าการจัดลำดับงานด้วยวิธีฮิวริสติก มีเวลาปิดงานของระบบน้อยกว่า 285.53 นาที หรือคิดเป็น 4.75 ชั่วโมง โดยสามารถลดเวลาปิดงานลงได้ 405 นาที หรือร้อยละ 18.92 เมื่อเทียบกับวิธีการ จัดตารางการผลิตแบบเดิมที่จัดตารางการผลิตด้วยประสบการณ์

**คำสำคัญ:** การจัดตารางการผลิต เครื่องจักรขนาน ฮิวริสติก

## Abstract

This research aims to reduce the makespan in the process of stamping parts for the automotive industry. The resource constraints of machines that have to produce a variety of processes and select adjacent machines to produce work without cross-processing cause the complicated production scheduling. This research therefore establishes the method for production scheduling of stamping parts for the automotive industry. The new production scheduling steps are applied by arranging the set of machines. The heuristic rules are developed to sequence and assign tasks to machines. **The results of the production scheduling are measured by using the makespan of the critical ratio task sequence for 1,735.61 minutes, and slack time per remaining operations for 2,021.14 minutes. It was found that the critical ratio method is less than 285.53 minutes, or 4.75 hours. It was found that the makespan from the critical ratio method is less than the traditional had experienced production scheduling method accounting for 405 minutes or 18.92 %**

**Keywords:** Production Scheduling, Parallel Machines, Heuristic

## บทนำ

แนวโน้มอุตสาหกรรมยานยนต์ไทยในปัจจุบันมีการขยายตัวอย่างต่อเนื่อง ดังนั้นอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับชิ้นส่วนยานยนต์จึงมีการขยายตัวเพิ่มขึ้นตามไปด้วย เพื่อรับมือกับการแข่งขันที่สูง ทั้งในด้านต้นทุนการผลิต คุณภาพของผลิตภัณฑ์รวมถึงการส่งมอบและความพึงพอใจของลูกค้า จึงมีความจำเป็นที่จะต้องวางแผนการผลิตเพื่อเพิ่มความสามารถในการแข่งขัน ดังนั้นองค์กรจึงให้ความสนใจในการจัดตารางการผลิตเป็นสำคัญ

ปัจจุบันการจัดตารางการผลิตกระบวนการป้อนชิ้นส่วนยานยนต์ของโรงงานกรณีศึกษาที่ไม่มีรูปแบบที่แน่นอน โดยฝ่ายวางแผนจะออกไปสั่งงาน ที่ระบุชื่องาน วันที่ต้องการและจำนวนที่ต้องการให้กับฝ่ายผลิต ทำให้ฝ่ายผลิตต้องเป็นผู้จัดลำดับงานจากประสบการณ์การทำงาน ซึ่งในการป้อนข้อมูลของงานแต่ละกระบวนการ เครื่องจักรที่ใช้มีข้อจำกัด ทำให้เครื่องจักรบางเครื่องไม่สามารถผลิตงานบางกระบวนการได้ หรือบางเครื่องสามารถผลิตงานได้หลากหลายกระบวนการ ตลอดจนต้องเลือกเครื่องจักรเรียงอยู่ติดกันผลิตงานได้แบบไม่ข้ามกระบวนการ จึงเกิดความซับซ้อนในการจัดตารางการผลิตและใช้เวลาปิดงานของแต่ละงานมากขึ้น เมื่อเกิดปัญหาดังกล่าวบ่อยครั้งจึงส่งผลกระทบต่อส่งมอบสินค้าให้กับลูกค้า

จากการศึกษาพบว่าการจัดตารางการผลิตเป็นส่วนสำคัญที่จะช่วยให้การใช้เวลาในการผลิตสั้นลง ของเครื่องจักรขนาน ได้มีการพัฒนาวิธีการจัดตารางการผลิต ซึ่งประกอบด้วยการมอบหมายงานและการจัดลำดับการผลิตโดยมอบหมายงานโดย (ปวิยธิดา พัฒนอภิพงษ์ และคณะ, 2562) ได้เสนอวิธีการจัดตารางการผลิตด้วยวิธีฮิวริสติก ได้แก่ Earliest Due Date, First Come First Serve, Shortest Processing Time, Minimum Slack Time, Critical Ratio เมื่อเปรียบเทียบผลการจัดตารางการผลิตวิธีฮิวริสติกแต่ละวิธีกับแบบเดิม จึงได้พัฒนาการจัดตารางการผลิตใหม่ คือ Shortest Processing Time + Slack Time การจัดลำดับการผลิตโดยมอบหมายงานแบบทางคณิตศาสตร์ และจัดลำดับงานด้วยวิธีฮิวริสติก (วัชรพงษ์ จัทรเงิน, 2557) Earliest Due Date , Short Processing

Time, Longest Processing Time (กัญชลา สุดตาชาติ, 2552) ใช้โปรแกรมมิ่งเชิงจำนวนเต็มและได้นำเสนอฮิวริสติกค้นหาคำตอบ 3 ขั้นตอน คือ การค้นหาคำตอบเริ่มต้น การจัดเรียงลำดับงาน การย้ายงาน (ธนวัฒน์ วิภาณรัตน์, 2561) ในกลุ่มของ ฮิวริสติกส์ มีจุดเด่นเพื่อค้นหาวิธีการทำงานที่เหมาะสม ทั้งด้านเวลาและค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการค้นหาคำตอบ และคำตอบที่ได้ก็อยู่ในระดับที่น่าพอใจ เพื่อลดเวลาปิดงานของระบบในกระบวนการป้อนขึ้นรูปขึ้นส่วนสำหรับอุตสาหกรรมยานยนต์ งานวิจัยนี้ได้สร้างวิธีการจัดตารางการผลิตของกระบวนการป้อนขึ้นรูปขึ้นส่วนสำหรับอุตสาหกรรมยานยนต์ ด้วยวิธีการกำหนดขั้นตอนการจัดตารางการผลิตขึ้นมาใหม่ โดยการจัดเซตของเครื่องจักร ใช้กฎฮิวริสติกในการจัดลำดับงานและมอบหมายงานให้เครื่องจักร ในการแก้ปัญหาการจัดตารางการผลิต

### วิธีดำเนินการวิจัย

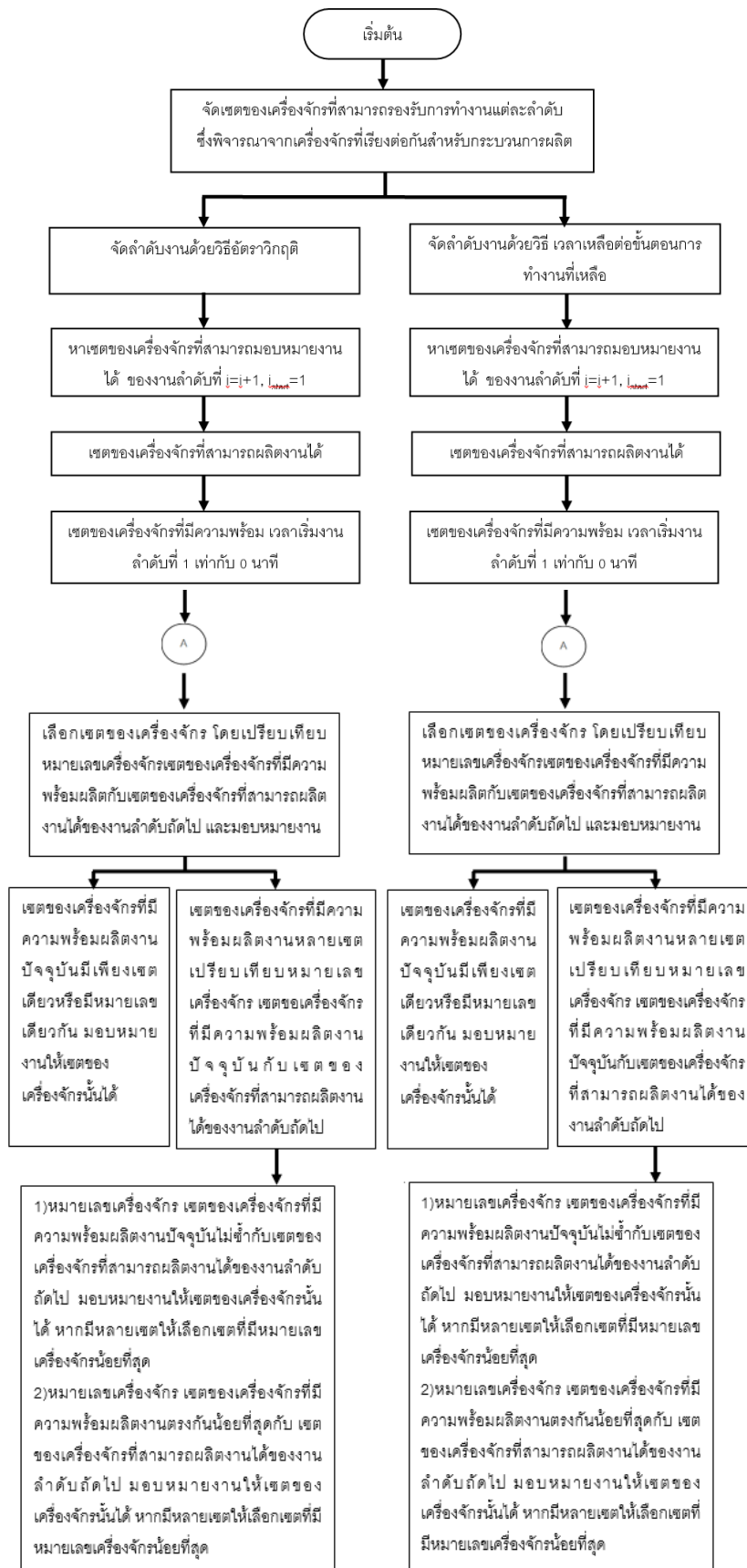
ศึกษาข้อมูลปัญหาการจัดตารางการผลิตกระบวนการป้อนขึ้นส่วนยานยนต์ มีเวลาปิดงานมาก โดยมีงานทั้งหมด 12 งาน เครื่องจักรขนาด 13 เครื่อง การเลือกเครื่องจักรในการขึ้นรูปแต่ละกระบวนการจากข้อจำกัด ส่งผลให้เครื่องจักรจำนวน 13 เครื่องไม่สามารถผลิตงานได้ทุกกระบวนการได้ ดังแสดงในตารางที่ 1 ซึ่งต้องเลือกเครื่องจักรเรียงอยู่ติดกันผลิตงานได้แบบไม่ข้ามกระบวนการ

ตารางที่ 1 ตัวอย่างความสามารถในการผลิตของเครื่องจักร

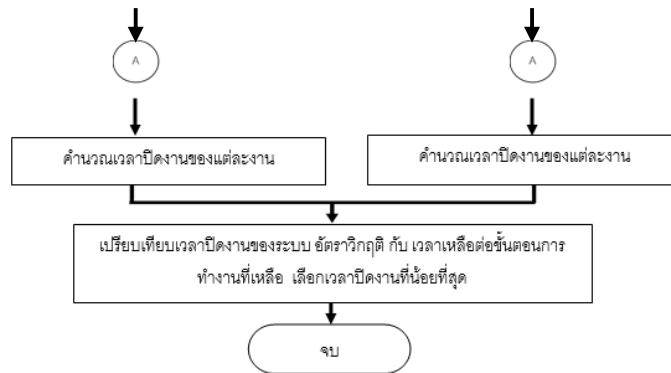
งาน	กระบวนการ	หมายเลขเครื่องจักร												
		M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13
J8	I	✓	✓	✓		✓	✓			✓		✓	✓	✓
	II	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	III	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	IV	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	V	✓								✓				

หมายเหตุ สัญลักษณ์ ✓ บอกความสามารถของเครื่องจักร สามารถผลิตงานในกระบวนการนั้นได้

พัฒนาวิธีการฮิวริสติกของการจัดตารางการผลิต โดยเริ่มจากการจัดเซตของเครื่องจักรที่สามารถรองรับการทำงานแต่ละลำดับ จากเครื่องจักรที่เรียงต่อกันสำหรับกระบวนการผลิต นำไปจัดลำดับงานโดยแบ่งเป็น 2 วิธี คือ อัตราวิกฤติ กับ เวลาเหลือต่อขั้นตอนการทำงานที่เหลือ จากนั้นหาเซตของเครื่องจักรที่สามารถมอบหมายงานได้ นำเซตของเครื่องจักรที่สามารถผลิตงานได้เปรียบเทียบกับเซตของเครื่องจักรที่มีความพร้อมผลิตงาน เลือกเซตของเครื่องจักรและมอบหมายงานได้แล้ว จัดงานที่มอบหมายลงในแผนภูมิแกนต์ ลำดับถัดไปคือคำนวณเวลาปิดงานของแต่ละงานจากแผนภูมิแกนต์ สุดท้ายนำเวลาปิดงานจากจัดลำดับงานด้วยวิธี อัตราวิกฤติ เปรียบเทียบ กับจัดลำดับงานด้วยวิธีเวลาเหลือต่อขั้นตอนการทำงานที่เหลือ เลือกเวลาปิดงานที่น้อยที่สุด ดังภาพที่ 1







ภาพที่ 1 การจัดตารางการผลิตด้วยวิธีฮิวริสติก

การจัดเซตของเครื่องจักร จากตารางที่ 1 ความสามารถในการผลิตของเครื่องจักร ยกตัวอย่างการ จัดเซตของเครื่องจักรงาน J8 มี 5 กระบวนการ แต่ละกระบวนการสามารถเข้าเครื่องจักรได้ รายละเอียดแต่ละขั้นตอน มีดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 เลือกกระบวนการที่สามารถจัดลงเครื่องจักรในการผลิตได้น้อยสุดก่อน คือ กระบวนการ V เครื่องจักรที่สามารถจัดลงในกระบวนการได้ มีเครื่องจักรหมายเลข M1 และ M9 ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การเลือกกระบวนการที่สามารถจัดลงเครื่องจักรขั้นตอนที่ 1 งาน J8

กระบวนการ	หมายเลขเครื่องจักร
I	
II	
III	
IV	
V	M1 M9

ขั้นตอนที่ 2 เลือกกระบวนการที่สามารถจัดลงเครื่องจักรในการผลิตได้น้อยถัดไป คือกระบวนการ I มีเครื่องจักรหมายเลข M1 M2 M3 M5 M6 M9 M11 M12 และ M13 ได้ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การเลือกกระบวนการที่สามารถจัดลงเครื่องจักรขั้นตอนที่ 2 งาน J8

กระบวนการ	หมายเลขเครื่องจักร
I	M2 M3 M5 M6 M9 M11 M12 M13 M1 M2 M3 M5 M6 M11 M12 M13
II	
III	
IV	
V	M1 M1 M1 M1 M1 M1 M1 M1 M1 M9 M9 M9 M9 M9 M9 M9

ขั้นตอนที่ 3 จัดเซตของเครื่องจักรที่มีการจัดเครื่องจักรเรียงต่อกัน จากหมายเลขเครื่องน้อยไปหมายเลขเครื่องมาก และจากหมายเลขเครื่องมากไปหมายเลขเครื่องน้อย ได้ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 การเลือกกระบวนการที่สามารถจัดลงเครื่องจักรขั้นตอนที่ 3 งาน J8

กระบวนการ	หมายเลขเครื่องจักร															
I	M2	M3	M5	M6	M9	M11	M12	M13	M1	M2	M3	M5	M6	M11	M12	M13
II	-	-	M4	-	-	-	-	-	-	-	-	M6	-	-	-	M12
III	-	-	M3	-	-	-	-	-	-	-	-	M7	-	-	-	M11
IV	-	-	M2	-	-	-	-	-	-	-	-	M8	-	-	-	M10
V	M1	M1	M1	M1	M1	M1	M1	M1	M9	M9	M9	M9	M9	M9	M9	M9

จากตารางการจัดเซตของเครื่องจักรงาน J5 จัดเซตได้จำนวน 3 เซต ดังนี้ เซตของเครื่องจักร 1 คือ เครื่องจักรหมายเลข M5 M4 M3 M2 M1 เซตของเครื่องจักร 2 คือ เครื่องจักรหมายเลข M5 M6 M7 M8 M9 และเซตของเครื่องจักร 3 คือ เครื่องจักรหมายเลข M13 M12 M11 M10 M9 จัดลำดับงาน ใช้ในการวางแผนการผลิตด้วยวิธี 2 วิธี คือ อัตราวิกฤติ และเวลาเหลือต่อขั้นตอนการทำงานที่เหลืออัตราวิกฤติ (Critical Ratio: CR) ดำเนินการจัดลำดับงานให้กับใบสั่งงานที่มีค่าอัตราวิกฤติน้อยที่สุดก่อน โดยค่าอัตราวิกฤติสามารถคำนวณได้จาก วันกำหนดส่งงานลบด้วยวันที่ปัจจุบันแล้วหารด้วยช่วงเวลานำการผลิตที่เหลืออยู่ หรือเวลาผลิตโดยรวมที่เหลืออยู่ (พิภพ สถิตินาถ, 2552)

$$CR = \frac{\text{Due Date} - \text{Today's Date}}{\text{Total Shop Time Remaining}} \quad (1)$$

เวลาเหลือต่อขั้นตอนการทำงานที่เหลือ (Slack Time per Remaining Operations: SL/RO) ดำเนินการจัดลำดับงานให้กับใบสั่งงานที่มีค่า SL/RO น้อยที่สุดก่อน โดยค่าเวลาเหลือต่อขั้นตอนการทำงานที่เหลือสามารถคำนวณได้จาก เวลาเหลือจนกระทั่งถึงวันกำหนดส่งเวลาในโรงงานที่เหลืออยู่แล้วหารด้วยจำนวนขั้นการปฏิบัติงานที่เหลืออยู่

$$SL/RO = \frac{(\text{Due Date} - \text{Today's Date}) - \text{Total Shop Time Remaining}}{\text{Number of Operations Remaining}} \quad (2)$$

ตารางที่ 5 การจัดลำดับงาน

งาน	วันที่ปัจจุบัน	วันที่กำหนดส่ง	เวลาผลิตรวมที่เหลืออยู่ (วัน)	จำนวนขั้นตอนการผลิตที่เหลืออยู่	CR	SL/RO
J1	5	8	2.43	2	1.235	0.286
J2	5	8	2.23	2	1.343	0.383
J3	5	9	3.43	2	1.167	0.286
J4	5	9	3.64	2	1.100	0.182
J5	5	8	-3.34	4	-0.897	1.586
J6	5	8	-1.18	3	-2.551	1.392
J7	5	9	-0.69	3	-5.826	1.562
J8	5	9	-0.35	5	-11.460	0.870
J9	5	9	0.78	2	5.153	1.612
J10	5	8	-1.50	2	-2.000	2.250

งาน	วันที่ปัจจุบัน	วันที่กำหนดส่ง	เวลาผลิตรวมที่ เหลืออยู่ (วัน)	จำนวนขั้นตอนนี้ การผลิตที่เหลืออยู่	CR	SL/RO
J11	5	10	3.06	3	1.633	0.646
J12	5	10	4.64	2	1.079	0.182

จากตารางการจัดลำดับงาน ด้วยวิธีอัตราวิกฤติ สามารถจัดลำดับงานที่มีค่าน้อยที่สุดก่อน ได้ดังนี้ J8 J7 J6 J10 J5 J12 J4 J3 J1 J2 J11 J9 และการจัดลำดับงานด้วยวิธี เวลาเหลือต่อขั้นตอนนี้การทำงานที่เหลือ สามารถจัดลำดับงานที่มีค่าน้อยที่สุดก่อน ได้ดังนี้ J4 J12 J1 J3 J2 J11 J8 J6 J7 J5 J9 J10 มอบหมายงาน จากการจัดลำดับงานด้วยวิธี อัตราวิกฤติ

งานลำดับที่ 1 คือ งาน J8

1. หาเซตของเครื่องจักรที่สามารถมอบหมายงานได้

(1) เซตของเครื่องจักรที่สามารถผลิตงานได้ มีดังนี้

เซตของเครื่องจักร 1 คือ M5 M4 M3 M2 M1

เซตของเครื่องจักร 2 คือ M5 M6 M7 M8 M9

เซตของเครื่องจักร 3 คือ M13 M12 M11 M10 M9

(2) เซตของเครื่องจักรที่มีความพร้อมผลิตงาน ได้จากเวลาเริ่มผลิตงานได้เร็วสุด ทุกเซตของเครื่องจักรเริ่มผลิตงานได้เร็วสุด เท่ากับ 0 นาทีมีดังนี้

เซตของเครื่องจักร 1 คือ M5 M4 M3 M2 M1

เซตของเครื่องจักร 2 คือ M5 M6 M7 M8 M9

เซตของเครื่องจักร 3 คือ M13 M12 M11 M10 M9

2. เลือกเซตของเครื่องจักร เมื่อเซตของเครื่องจักรมีความพร้อมหลายเซต เปรียบเทียบหมายเลขเครื่องจักรเซตของเครื่องจักรที่มีความพร้อมผลิตงาน J8 กับหมายเลขเครื่องจักรเซตของเครื่องจักรที่สามารถผลิตงานถัดไป คืองาน J7

เซตของเครื่องจักร 1 คือ เครื่องจักรหมายเลข M1 M2 M3

เซตของเครื่องจักร 2 คือ เครื่องจักรหมายเลข M2 M3 M4

เซตของเครื่องจักร 3 คือ เครื่องจักรหมายเลข M3 M2 M1

เซตของเครื่องจักร 4 คือ เครื่องจักรหมายเลข M3 M4 M5

เซตของเครื่องจักร 5 คือ เครื่องจักรหมายเลข M5 M4 M3

เซตของเครื่องจักร 6 คือ เครื่องจักรหมายเลข M5 M6 M7

เซตของเครื่องจักร 7 คือ เครื่องจักรหมายเลข M6 M5 M4

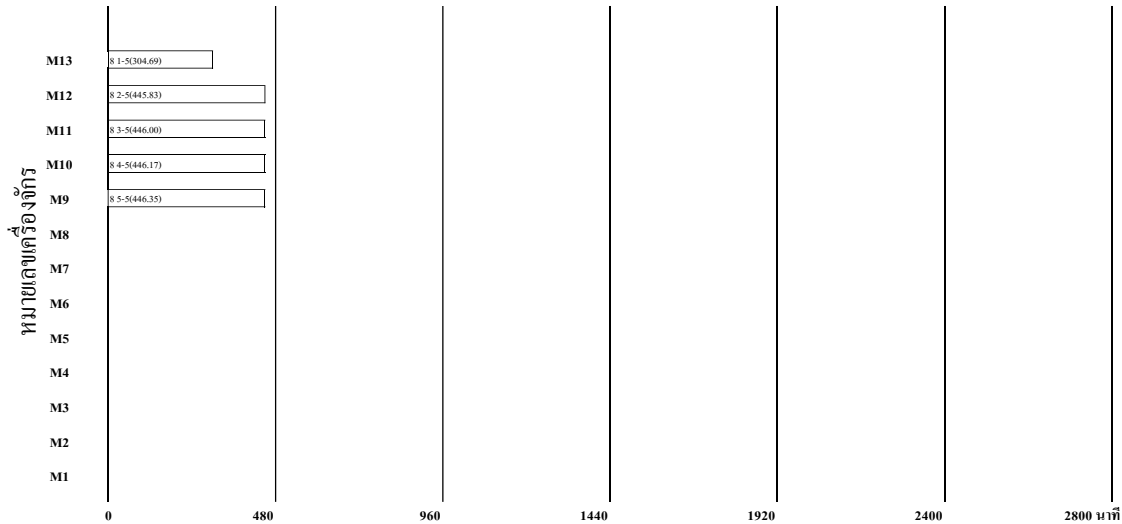
เซตของเครื่องจักร 8 คือ เครื่องจักรหมายเลข M6 M7 M8

เซตของเครื่องจักร 9 คือ เครื่องจักรหมายเลข M12 M11 M10

จากการเปรียบเทียบหมายเลขเครื่องจักรเซตของเครื่องจักรที่มีความพร้อมผลิตงาน J8 เข้ากับหมายเลขเครื่องจักรเซตของเครื่องจักรที่สามารถผลิตงาน J7 น้อยที่สุด คือ เซตของเครื่องจักร 3 มอบหมายให้เซตของเครื่องจักร 3 ได้แก่ เครื่องจักรหมายเลข M13 M12 M11 M10 M9

3. จัดงานที่มอบหมายลงในแผนภูมิแกนต์ ดังภาพที่ 2

4. คำนวณเวลาปิดงาน คำนวณเวลาปิดงานของงาน J8 จากแผนภูมิแกนต์ เท่ากับ 466.35 นาที



ภาพที่ 2 เวลาปิดงานลำดับที่ 1 จากการจัดลำดับงานด้วยวิธี อัตรารากฤติ

งานลำดับที่ 2 คืองาน J7

1. หาเซตของเครื่องจักรที่สามารถมอบหมายงานได้

(1) เซตของเครื่องจักรที่สามารถผลิตงานได้ มีดังนี้

เซตของเครื่องจักร 1 คือ เครื่องจักรหมายเลข M1 M2 M3

เซตของเครื่องจักร 2 คือ เครื่องจักรหมายเลข M2 M3 M4

เซตของเครื่องจักร 3 คือ เครื่องจักรหมายเลข M3 M2 M1

เซตของเครื่องจักร 4 คือ เครื่องจักรหมายเลข M3 M4 M5

เซตของเครื่องจักร 5 คือ เครื่องจักรหมายเลข M5 M4 M3

เซตของเครื่องจักร 6 คือ เครื่องจักรหมายเลข M5 M6 M7

เซตของเครื่องจักร 7 คือ เครื่องจักรหมายเลข M6 M5 M4

เซตของเครื่องจักร 8 คือ เครื่องจักรหมายเลข M6 M7 M8

เซตของเครื่องจักร 9 คือ เครื่องจักรหมายเลข M12 M11 M10

(2) เซตของเครื่องจักรที่มีความพร้อมผลิตงาน ได้จากเวลาเริ่มผลิตงานได้เร็วสุด

เซตของเครื่องจักร 1 คือ เครื่องจักรหมายเลข M1 M2 M3 เริ่มผลิตงานได้เร็วสุด เท่ากับ 0 นาที

เซตของเครื่องจักร 2 คือ เครื่องจักรหมายเลข M2 M3 4 เริ่มผลิตงานได้เร็วสุด เท่ากับ 0 นาที

เซตของเครื่องจักร 3 คือ เครื่องจักรหมายเลข M3 M2 M1 เริ่มผลิตงานได้เร็วสุด เท่ากับ 0 นาที

เซตของเครื่องจักร 4 คือ เครื่องจักรหมายเลข M3 M4 M5 เริ่มผลิตงานได้เร็วสุด เท่ากับ 0 นาที

เซตของเครื่องจักร 5 คือ เครื่องจักรหมายเลข M5 M4 M3 เริ่มผลิตงานได้เร็วสุด เท่ากับ 0 นาที

เซตของเครื่องจักร 6 คือ เครื่องจักรหมายเลข M5 M6 M7 เริ่มผลิตงานได้เร็วสุด เท่ากับ 0 นาที

เซตของเครื่องจักร 7 คือ เครื่องจักรหมายเลข M6 M5 M4 เริ่มผลิตงานได้เร็วสุด เท่ากับ 0 นาที

เซตของเครื่องจักร 8 คือ เครื่องจักรหมายเลข M6 M7 M8 เริ่มผลิตงานได้เร็วสุด เท่ากับ 0 นาที

เซตของเครื่องจักร 9 คือ เครื่องจักรหมายเลข M12 M11 M10 เริ่มผลิตงานได้เร็วสุด เท่ากับ 466.35 นาที

2. เลือกเซตของเครื่องจักร เมื่อเซตของเครื่องจักรมีความพร้อมหลายเซต เปรียบเทียบหมายเลขเครื่องจักรเซตของเครื่องจักรที่มีความพร้อมผลิตงาน J7 กับหมายเลขเครื่องจักรเซตของเครื่องจักรที่สามารถผลิตงานถัดไป คืองาน J6

เซตของเครื่องจักร 1 คือ เครื่องจักรหมายเลข M1 M2 M3

เซตของเครื่องจักร 2 คือ เครื่องจักรหมายเลข M2 M3 M4

เซตของเครื่องจักร 3 คือ เครื่องจักรหมายเลข M3 M2 M1

เซตของเครื่องจักร 4 คือ เครื่องจักรหมายเลข M3 M4 M5

เซตของเครื่องจักร 5 คือ เครื่องจักรหมายเลข M5 M4 M3

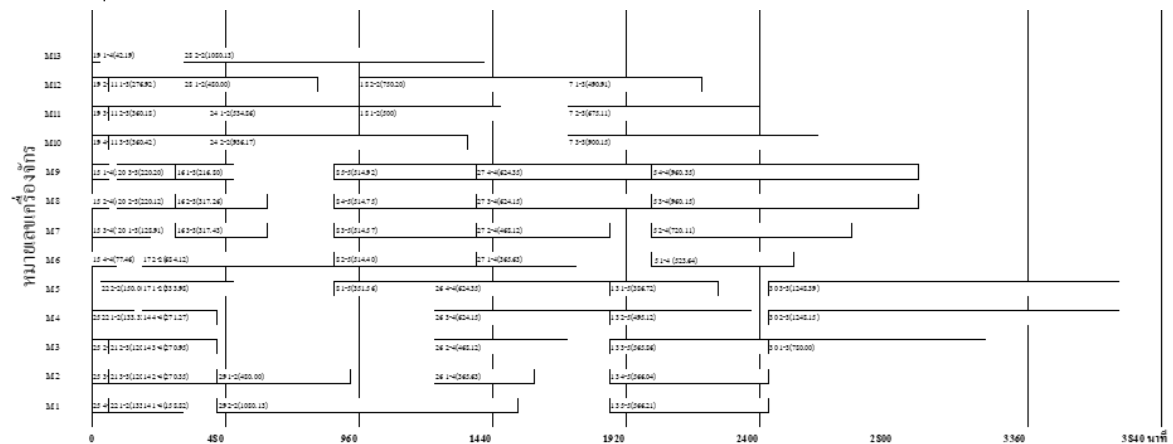
เซตของเครื่องจักร 6 คือ เครื่องจักรหมายเลข M5 M6 M7

เซตของเครื่องจักร 7 คือ เครื่องจักรหมายเลข M6 M5 M4

เซตของเครื่องจักร 8 คือ เครื่องจักรหมายเลข M6 M7 M8

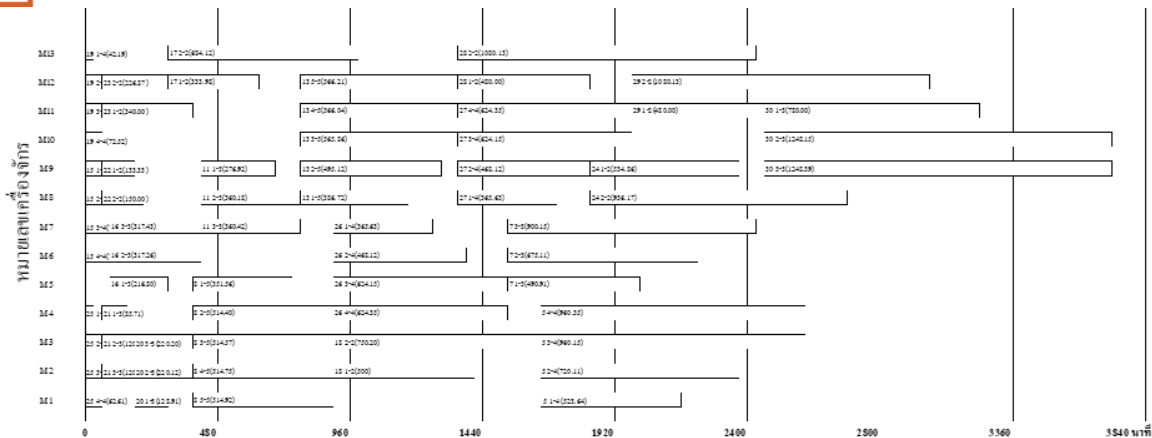
เซตของเครื่องจักร 9 คือ เครื่องจักรหมายเลข M12 M11 M10

จากการเปรียบเทียบหมายเลขเครื่องจักรเซตของเครื่องจักรที่มีความพร้อมผลิตงาน J7 ซ้ำกับหมายเลขเครื่องจักรเซตของเครื่องจักรที่สามารถผลิตงาน J6 ทุกเซต มอบหมายให้เซตที่มีหมายเลขเครื่องจักรน้อยที่สุด คือ เซตของเครื่องจักร 1 ได้แก่ เครื่องจักรหมายเลข M1 M2 M3 ทำซ้ำจนครบทุกงาน ได้เวลาปิดงานของระบบด้วยวิธี ดัชนีวิธี อัตราวิกฤติ เท่ากับ 1,735.61 นาที



ภาพที่ 3 เวลาปิดงานของระบบโดยการจัดลำดับงานด้วยวิธี ดัชนีอัตราวิกฤติ

จากการจัดลำดับงานด้วยวิธีเวลาเหลือต่อขั้นตอนการทำงานที่เหลือ ทำเช่นเดียวกันกับการจัดลำดับงานด้วยวิธี ดัชนีอัตราวิกฤติ ตามการจัดตารางการผลิตด้วยวิธีฮิวริสติก เมื่อมอบหมายงานที่จัดลำดับงานด้วยวิธี เวลาเหลือต่อขั้นตอนการทำงานที่เหลือ ทำให้เวลาปิดงานของระบบเท่ากับ 2,021.14 นาทีได้ ดังภาพที่ 4 เปรียบเทียบเวลาปิดงานของการจัดลำดับงาน ดังตารางที่ 6



ภาพที่ 4 เวลาปิดงานของระบบโดยการจัดลำดับงานด้วยวิธี เวลาเหลือต่อขั้นตอนการทำงานที่เหลือ

ตารางที่ 6 การเปรียบเทียบเวลาปิดงานของระบบ

วิธีการ	เวลาปิดงานของระบบ (นาท)
อัตราวิกฤติ	1,735.61
เวลาเหลือต่อขั้นตอนการทำงานที่เหลือ	2,021.14

จากตารางการเปรียบเทียบเวลาปิดงานของระบบทั้ง 2 วิธีการ พบว่า วิธีการอัตราวิกฤติ มีเวลาปิดงานของระบบเท่ากับ 1,735.61 นาท ซึ่งน้อยกว่า 285.53 ของวิธีการเวลาเหลือต่อขั้นตอนการทำงานที่เหลือ ที่มีเวลาปิดงานของระบบเท่ากับ 2,021.14 นาท หรือคิดเป็น 4.75 ชั่วโมง

### ผลการวิจัยและอภิปรายผล

การจัดตารางการผลิตในระบบงานการป้อนขึ้นรูปขึ้นส่วนสำหรับอุตสาหกรรมยานยนต์ของกรณีศึกษา ปัจจุบันมีการจัดตารางการผลิตแบบอาศัยประสบการณ์ ทำให้มีเวลาปิดงานที่สูงส่งผลให้ส่งงานล่าช้า งานวิจัยนี้จึงสร้างวิธีการจัดตารางการผลิตของระบบงานการป้อนขึ้นรูปขึ้นส่วน ด้วยวิธีการกำหนดขั้นตอนการจัดตารางการผลิตขึ้นมาใหม่ โดยการจัดเซตของเครื่องจักร ใช้กฎฮิวริสติกในการจัดลำดับงานและมอบหมายงานให้เครื่องจักร ในการแก้ปัญหาการจัดตาราง การผลิต ผลการจัดตารางการผลิตทั้ง 12 งาน บนเครื่องจักร 13 เครื่องด้วยวิธีที่สร้างขึ้นมา ผลลัพธ์ของการจัดลำดับงานด้วยวิธีอัตราวิกฤติ และวิธีเวลาเหลือต่อขั้นตอนการทำงานที่เหลือ พบว่า วิธีการอัตราวิกฤติ มีเวลาปิดงานของระบบเท่ากับ 1,735.61 นาท ซึ่งน้อยกว่า 285.53 นาท หรือคิดเป็น 4.75 ชั่วโมง เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการเวลาเหลือต่อขั้นตอนการทำงานที่เหลือ ที่มีเวลาปิดงานของระบบเท่ากับ 2,021.14 นาท โดยวิธีอัตราวิกฤติสามารถลดเวลาปิดงานลงได้ 405 นาท หรือร้อยละ 18.92 เมื่อเทียบกับวิธีการจัดตารางการผลิตแบบเดิมที่จัดตารางการผลิตด้วยประสบการณ์มีเวลาปิดงานของระบบ เท่ากับ 2,140.61 นาท ดังแสดงในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 การเปรียบเทียบเวลาปิดงานของระบบ

วิธีการ	เวลาปิดงานของระบบ (นาที)	ร้อยละที่ลดลง
จัดตารางการผลิตแบบเดิม	2,140.61	-
อัตราวิกฤติ	1,735.61	18.92
เวลาเหลือต่อขั้นตอนการทำงานที่เหลือ	2,021.14	5.58

จากการเปรียบเทียบผลลัพธ์ระหว่างการจัดตารางการผลิตแบบเดิมและการจัดตารางการผลิตแบบฮิวริสติก วิเคราะห์การจัดตารางการผลิตแบบฮิวริสติก นำมาประยุกต์ใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพกับข้อมูลกรณีศึกษา เมื่อมีการเปลี่ยนข้อมูลวันที่ส่งและจำนวนงาน หรือชุดข้อมูลใหม่ที่ใหญ่กว่าเดิม วิธีการอัตราวิกฤติยังคงมีเวลาปิดงานได้ต่ำกว่าวิธีเวลาเหลือต่อขั้นตอนการทำงานที่เหลือ

### สรุปผล

จากการศึกษาเพื่อลดเวลาปิดงานของระบบของเครื่องจักรขนาน โดยใช้การจัดลำดับด้วยวิธีการอัตราวิกฤติและเวลาเหลือต่อขั้นตอนการทำงานที่เหลือ พบว่าวิธีการอัตราวิกฤติยังคงมีเวลาปิดงานได้ต่ำกว่าวิธีเวลาเหลือต่อขั้นตอนการทำงานที่เหลือ และทั้ง 2 วิธีการ สามารถลดเวลาปิดงานของระบบได้น้อยกว่าวิธีการจัดตารางการผลิตแบบเดิม

### ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

ควรมีวิจัยฮิวริสติกไปขยายใช้กับกระบวนการอื่นที่ใช้เครื่องจักรแบบขนานและการผลิตแบบตามงานเหมือนกัน

### เอกสารอ้างอิง

- กัญชลา สุตตาชาติ. (2552, กรกฎาคม-ธันวาคม). ฮิวริสติกสำหรับการจัดตารางการผลิตเครื่องจักรขนานกรณีมีเวลาติดตั้งเครื่องจักรและมีข้อ จำกัดของเครื่องจักร. *วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม*, 5(2), 77-88.
- ธนวัฒน์ วิภาณูรัตน์. (2561). *การจัดตารางการผลิตที่เหมาะสมในกระบวนการปั๊มขึ้นรูปชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์*. [การค้นคว้าอิสระ ปริญญาโทมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- ปวีญธิดา พัฒน์อภิพงษ์. (2562, มกราคม-มิถุนายน). การจัดตารางการผลิตโดยฮิวริสติกแบบผสม กรณีศึกษา : โรงงานคอนกรีตผสมเสร็จ. *วารสารวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่*, 25(1), 226-233.
- พิภพ ลลิตาภรณ์. (2552). *การควบคุมกิจกรรมการผลิต : การจัดตารางและควบคุม*. โครงการหนังสืออิเล็กทรอนิกส์เฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี. 82-85.
- วัชรพงษ์ จัทรเงิน. (2557). *การจัดตารางการผลิตที่เหมาะสมในกระบวนการปั๊มขึ้นรูปชิ้นส่วนยานยนต์*. [วิทยานิพนธ์ ปริญญาโทมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

## การประเมินความเสี่ยงอุบัติเหตุทางถนนของทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 34 ในจังหวัดสมุทรปราการ

Road Accident Risk Assessment of National Highway no.34 in Samut Prakan

นิศากร ลานทอง<sup>1\*</sup> และ อณุเฝ้า ออบแพทย<sup>2</sup>  
Nisakorn Lanthong<sup>1\*</sup> and Anuphao Aobpaet<sup>2</sup>

<sup>1</sup> สาขาวิศวกรรมความปลอดภัย คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, <sup>2</sup> ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

<sup>1</sup>Major Field: Safety Engineering, Faculty of Engineering Kasetsart University, <sup>2</sup>Department of Civil Engineering, Faculty of  
Engineering Kasetsart University

\*Corresponding author. E-mail: nisakorn.la@ku.th

### บทคัดย่อ

เนื่องจากปัจจุบันสถิติอุบัติเหตุของรถบรรทุกในจังหวัดสมุทรปราการมีแนวโน้มการเกิดสูง สอดคล้องกับสถิติอุบัติเหตุของบริษัทขนส่งสินค้ารถบรรทุกผู้คอนเทนเนอร์แห่งหนึ่งระหว่างปี พ.ศ. 2561-2563 งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประเด็นพิจารณาความปลอดภัยทางถนนที่อาจเป็นปัจจัยทำให้เกิดอุบัติเหตุ เพื่อลดจำนวนและความรุนแรงของอุบัติเหตุ โดยใช้แบบรายการตรวจสอบความปลอดภัยทางถนนที่เปิดให้บริการแล้ว ประเมินเส้นทางหลักทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 34 (กิโลเมตรที่ 5 – 35) จังหวัดสมุทรปราการ นำข้อมูลมาประเมินความเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุ และจัดทำแผนที่ความเสี่ยงในโปรแกรม QGIS Desktop 3.20.1 สื่อสารไปยังผู้ใช้งาน ผลการศึกษาพบประเด็นความปลอดภัยทางถนนระดับความเสี่ยงที่ยอมรับไม่ได้ 2 ประเด็น คือ คนเดินเท้า คนเดินข้ามถนน และคนขี่จักรยานมากที่สุดร้อยละ 84.21 และประเด็นอื่นๆ ร้อยละ 15.79 สำหรับระดับความเสี่ยงสูงพบ 6 ประเด็น คือ ทางเชื่อมมากที่สุดร้อยละ 36.17 การจอดรถและที่หยุดรถประจำทางร้อยละ 25.53 อื่นๆ ร้อยละ 23.41 แนวทางและรูปตัดของถนนร้อยละ 6.38 พื้นถนนร้อยละ 6.38 และการระบายน้ำร้อยละ 2.13 ตามลำดับ หลังจากสื่อสารจุดเสี่ยงให้พนักงานขับรถผู้คอนเทนเนอร์ทราบ พบว่าอัตราการเกิดอุบัติเหตุลดลงร้อยละ 28.76 เมื่อเปรียบเทียบระหว่างปี พ.ศ. 2563-2564 จาก 0.66 เป็น 0.47 ต่อ 1,000,000 กิโลเมตร จำนวนผู้บาดเจ็บและผู้เสียชีวิตมีอัตราคงที่ แสดงให้เห็นว่าการตรวจสอบความปลอดภัยทางถนนเป็นกระบวนการที่ช่วยทำให้อุบัติเหตุลดลงได้ นอกจากนี้เมื่อเปรียบเทียบจุดเสี่ยงกับจุดที่เคยเกิดอุบัติเหตุระหว่างปี พ.ศ.2561-2563 พบว่ามีความสอดคล้องกัน 4 บริเวณ คิดเป็นร้อยละ 80 แบ่งออกเป็น ระดับความเสี่ยงปานกลางมากที่สุดร้อยละ 40 ความเสี่ยงสูงร้อยละ 20 ความเสี่ยงต่ำร้อยละ 20 และไม่เกี่ยวข้องอีกร้อยละ 20 แสดงให้เห็นว่าการประเมินความเสี่ยงอุบัติเหตุทางถนนสามารถใช้เป็นแนวทางระบุจุดเสี่ยง เพื่อป้องกันอุบัติเหตุทางถนนได้

**คำสำคัญ:** การตรวจสอบความปลอดภัยทางถนน, จุดเสี่ยงอุบัติเหตุ, อุบัติเหตุทางถนน



### Abstract

Due to the current statistics of truck accidents in Samut Prakan Province, there is a tendency for the number of accidents to remain high. It is consistent with the accident statistics of a container trucking company during the year 2018-2020. The research aims to study road safety considerations that may be a factor in road accidents to reduce accidents by using a road safety audit checklist. By assessing the main route, National Highway No. 34 (Km. 5 – 35) in Samut Prakan Province, we can bring information to assess the risk of accidents and create risk maps in the program QGIS Desktop 3.20.1. We used them to communicate the risks on the road for users. As the results, we found two safety issues at the unacceptable risk level: pedestrians and pedestrians crossing the road and cyclists were 84.21%, while other issues were at 15.79%. For the high-risk level, we found six issues: the link at the most, 36.17%, parking and bus stop, 25.53 %, other 23.41%, guidelines and road cross-sections, 6.38%, road surface, 6.38%, and drainage, 2.13%, respectively. After the accident risk point is communicated to the container driver, it found that road accidents decreased between 2020-2021 from 0.66 to 0.47 per 1,000,000 kilometres, a 28.76% reduction in injuries and deaths with a fixed rate. It shows that road safety audit is the processes that can help reduce accidents. In addition, we compare the risk of accidents with the places during the year 2018-2020. We found consistency in 4 areas, representing 80% divided into 40% of the most moderate risk level, 20% of a high-risk level, and 20% of a low-risk level, while the other 20% unrelated. It indicates that the road accident risk assessment method could be used as a guideline to identify the risk of road accidents to prevent road accidents.

**Keywords:** Road Safety Audit, Risk point, Road accident

### บทนำ

ปัจจุบันธุรกิจขนส่งเข้ามามีบทบาทสำคัญในอุตสาหกรรมไทย ผู้ประกอบการให้บริการขนส่ง เพื่อความสะดวกรวดเร็ว ลดภาระในการบริหารจัดการด้านการขนส่ง ส่งผลให้บริการขนส่งสินค้ารถบรรทุกผู้คอนเทนเนอร์เป็นที่นิยมมากขึ้น เนื่องจากสามารถขนส่ง เคลื่อนย้ายสินค้าได้จำนวนมากในครั้งเดียว ด้วยธุรกิจขนส่งทางถนนเป็นปัจจัยหลัก จึงทำให้มีปัจจัยเสี่ยงหรือโอกาสการเกิดอุบัติเหตุทางถนนสูง จากสถิติอุบัติเหตุที่เกิดจากรถบรรทุก พบว่าในการเกิดอุบัติเหตุจากรถบรรทุกแต่ละครั้งมีอัตราการบาดเจ็บจนเข้ารับการรักษาที่โรงพยาบาลและเสียชีวิตค่อนข้างสูง ดังตารางที่ 1

**ตารางที่ 1** จำนวนอุบัติเหตุที่เกิดจากรถบรรทุก ปีงบประมาณ พ.ศ. 2560 - 2563

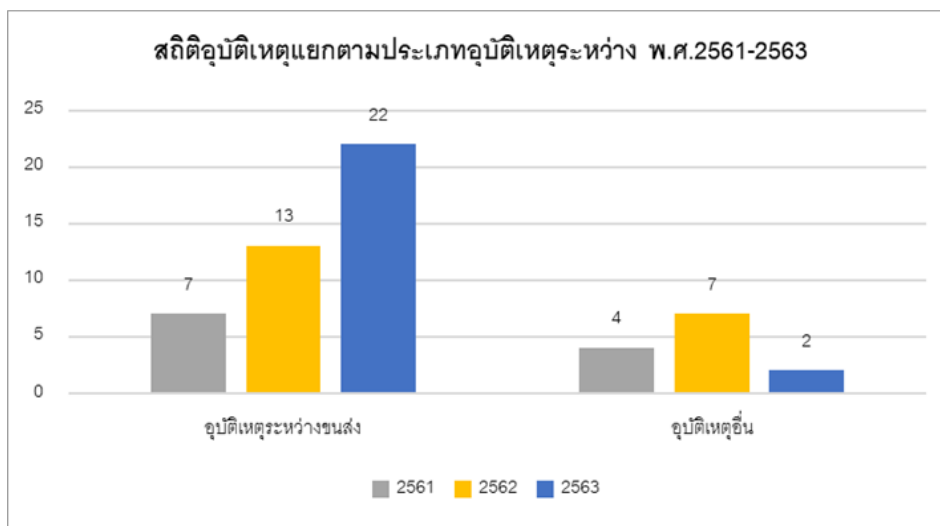
รายการ	2560	2561	2562	2563	เปรียบเทียบ 2562/2563
จำนวนอุบัติเหตุ(ครั้ง)	855	870	736	513	ลดลงร้อยละ 30.29
ผู้เสียชีวิต	499	541	526	355	ลดลงร้อยละ 32.50
ผู้บาดเจ็บ	1336	1151	868	535	ลดลงร้อยละ 38.36

ที่มา : กลุ่มแผนงานความปลอดภัย สำนักสวัสดิภาพการขนส่งทางบก กรมการขนส่งทางบก (2563)

เมื่อวิเคราะห์สาเหตุการเกิดอุบัติเหตุของรถบรรทุก พบว่าส่วนใหญ่มาจากพฤติกรรมของผู้ขับรถร้อยละ 72 จากยานพาหนะร้อยละ 7 จากถนนและสิ่งแวดล้อมร้อยละ 6 และอื่นๆ ร้อยละ 15 (กลุ่มแผนงานความปลอดภัย สำนักสวัสดิภาพการขนส่งทางบก กรมการขนส่งทางบก, 2563) และเมื่อพิจารณาสถิติอุบัติเหตุที่เกิดจากรถบรรทุกในจังหวัดสมุทรปราการ ดังตารางที่ 2 ทำให้เห็นแนวโน้มของการเกิดอุบัติเหตุที่ยังคงมีจำนวนการเกิดสูง สอดคล้องกับสถิติอุบัติเหตุของบริษัทขนส่งสินค้ารถบรรทุกผู้คอนเทนเนอร์แห่งหนึ่งในประเทศไทย ดังภาพที่ 1 พบว่าเกิดอุบัติเหตุระหว่างขนส่งเป็นหลัก และมีแนวโน้มการเกิดอุบัติเหตุสูงขึ้นเมื่อเปรียบเทียบระหว่างปีพ.ศ. 2562 - 2563 พบว่าเพิ่มขึ้นร้อยละ 69.23

ตารางที่ 2 สถิติอุบัติเหตุรถบรรทุกแยกตามจังหวัดที่เกิดเหตุ พ.ศ. 2558 - 2563

จังหวัดที่เกิดเหตุ	2558	2559	2560	2561	2562	2563
สมุทรปราการ (จำนวนครั้ง)	7	10	25	31	14	21



ภาพที่ 1 สถิติอุบัติเหตุแยกตามประเภทอุบัติเหตุระหว่างปี พ.ศ. 2561 - 2563

ที่มา: บริษัทรถขนส่งสินค้าผู้คอนเทนเนอร์แห่งหนึ่งในประเทศไทย (2565)

จากปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยจึงศึกษาประเด็นพิจารณาความปลอดภัยทางถนนที่อาจเป็นปัจจัยทำให้เกิดอุบัติเหตุ โดยใช้หลักการตรวจสอบความปลอดภัยทางถนนที่เปิดให้บริการแล้ว ประเมินเส้นทางหลักทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 34 จังหวัดสมุทรปราการ นำข้อมูลมาประเมินความเสี่ยง และจัดทำแผนที่ความเสี่ยงด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ใช้สื่อสารความเสี่ยงบนสายทางให้ผู้ใช้งานรับทราบ เพื่อลดจำนวนและความรุนแรงของอุบัติเหตุทางถนน

### วิธีดำเนินการวิจัย

1. พื้นที่ศึกษา เส้นทางหลัก คือ ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 34 ที่อยู่ในพื้นที่จังหวัดสมุทรปราการ ช่วงกิโลเมตรที่ 5 – 35 จุดเริ่มต้นจากอำเภอบางพลี ผ่านอำเภอบางเสาธง สิ้นสุดที่อำเภอบางบ่อ ก่อนเข้าสู่พื้นที่จังหวัดฉะเชิงเทรา

2. ขั้นตอนการวิจัย **ขั้นตอนที่ 1** ศึกษา รวบรวม ทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และวิเคราะห์ข้อมูลสถิติอุบัติเหตุ **ขั้นตอนที่ 2** ออกแบบและจัดทำรายการตรวจสอบความปลอดภัยทางถนน ออกแบบและจัดทำรายการตรวจสอบความปลอดภัยทางถนนจากประเด็นพิจารณาความปลอดภัยของถนนที่เปิดให้บริการแล้ว 13 รายการ ได้แก่ 1) แนวทางและรูปตัดของถนน 2) ลักษณะทั่วไปของทางแยก 3) การระบายน้ำ 4) บ้ายจราจร 5) สัญญาณไฟจราจร 6) เครื่องหมายจราจรและเครื่องหมายนำทาง 7) สภาพอันตรายข้างทาง 8) พื้นถนน 9) ไฟฟ้าแสงสว่าง 10) คนเดินเท้า คนเดินข้ามถนน และคนขี่จักรยาน 11) ทางเชื่อม 12) การจอดรถและที่หยุดรถประจำทาง และ 13) อื่นๆ (Austroads, 2022; FHWA, 2006; Government of Uganda Ministry of Works, 2004; สำนักอำนวยการความปลอดภัย กรมทางหลวง, 2549) **ขั้นตอนที่ 3** ตรวจสอบความปลอดภัยทางถนน ดำเนินการตรวจสอบความปลอดภัยทางถนน ซึ่งเป็นวิธีสำหรับใช้ในการประเมินความปลอดภัยในการใช้งานและศักยภาพในการเกิดอุบัติเหตุของโครงการถนนอย่างเป็นทางการ (สำนักอำนวยการความปลอดภัย กรมทางหลวง, 2549) โดยแบ่งออกเป็น 4 สายย่อย คือ 1) ทางหลวงขาเข้า 2) ทางหลวงขาออก 3) ทางคู่ขนานขาเข้า 4) ทางคู่ขนานขาออก ใช้นานพาหนะขับขึ้นไปตามสายทางช่วงเวลา กลางวัน และกลางคืน บันทึกภาพและวิดีโอจากกล้องติดหน้ารถ และสรุปผล **ขั้นตอนที่ 4** ประเมินความเสี่ยงอุบัติเหตุทางถนน ประเมินความเสี่ยงอุบัติเหตุทางถนน โดยพิจารณาความถี่และโอกาสในการเกิดอุบัติเหตุร่วมกับระดับความรุนแรงของอุบัติเหตุ ประเมินผลออกมาเป็นระดับความเสี่ยงอุบัติเหตุทางถนน (สำหรับประเด็นที่อยู่ในระดับความเสี่ยงที่ยอมรับไม่ได้และความเสี่ยงสูงจะถูกกำหนดเป็นจุดเสี่ยง โดยใส่รายละเอียดพิภคละติจูด ลองจิจูด ลงในแบบประเมิน) **ขั้นตอนที่ 5** การนำเข้าและการแสดงผลข้อมูลในแผนที่ จัดทำแผนที่ความเสี่ยงด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยนำเข้าข้อมูลจุดเสี่ยงอุบัติเหตุไปวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลเวกเตอร์แบบจุดซ้อนทับแผนที่ ลงในโปรแกรม QGIS Desktop 3.20.1 โดยสร้างจุดจากข้อมูล Excel file และดึงข้อมูลจาก Google Map ร่วมด้วย **ขั้นตอนที่ 6** สื่อสารแผนที่ความเสี่ยงอุบัติเหตุทางถนน ดำเนินการสื่อสารแผนที่ความเสี่ยง โดยการจัดอบรมชี้แจงแผนที่ความเสี่ยง จุดเสี่ยงอุบัติเหตุทางถนน และเส้นทางขนส่งที่ปลอดภัย ให้แก่พนักงานขับรถบรรทุกขนส่งสินค้าผู้คอนเทนเนอร์รับทราบ และ **ขั้นตอนที่ 7** เปรียบเทียบสถิติอุบัติเหตุทางถนนก่อนและหลังสื่อสารจุดเสี่ยงอุบัติเหตุทางถนนประมวลผลการดำเนินโครงการ โดยการเปรียบเทียบสถิติอุบัติเหตุก่อนและหลังสื่อสารจุดเสี่ยงทางถนนระหว่างปี พ.ศ. 2563-2564 รวมทั้งเปรียบเทียบความสอดคล้องของจุดเสี่ยงกับจุดที่เคยเกิดอุบัติเหตุระหว่างปี พ.ศ. 2561-2563

### ตารางที่ 3 ความถี่ในการเกิดอุบัติเหตุ

ระดับความถี่และโอกาส	ความหมาย
บ่อยมาก	สัปดาห์ละครั้งหรือมากกว่า
น่าจะก่อให้เกิดอุบัติเหตุได้	ปีละครั้งหรือมากกว่า (แต่น้อยกว่าสัปดาห์ละครั้ง) มีการจราจรหนาแน่น เช่น นิคมอุตสาหกรรม, แหล่งชุมชน, เขตก่อสร้าง, ตลาดหรือห้างสรรพสินค้า
นานๆครั้ง	หนึ่งครั้งในหนึ่งหรือสามปี
ไม่น่าจะเกิดอุบัติเหตุได้	น้อยกว่าหนึ่งครั้งในสิบปี

ที่มา: ดัดแปลงจาก Austroads (2022)

ตารางที่ 4 การจำแนกระดับความรุนแรงของอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นในจุดที่บกพร่อง

ระดับความรุนแรง	ความหมาย
รุนแรงมาก	อาจมีผู้เสียชีวิตหลายราย
รุนแรง	อาจถึงแก่ชีวิต, บาดเจ็บสาหัส, ทรัพย์สินเสียหาย ไม่สามารถนำกลับมาใช้งานได้
เล็กน้อย	บาดเจ็บเล็กน้อย ปฐมพยาบาล ทรัพย์สินเสียหาย
น้อยมาก	บาดเจ็บหรือทรัพย์สินเสียหายเพียงเล็กน้อย

ที่มา: ดัดแปลงจาก Austroads (2022)

ตารางที่ 5 ระดับความเสี่ยง

ระดับความถี่	ระดับความเสี่ยง			
	น้อยมาก	น่าจะก่อให้เกิดอุบัติเหตุ	นาน ๆ ครั้ง	ไม่น่าจะเกิดอุบัติเหตุได้
รุนแรงมาก	ยอมรับไม่ได้	ยอมรับไม่ได้	ยอมรับไม่ได้	สูง
รุนแรง	ยอมรับไม่ได้	ยอมรับไม่ได้	สูง	ปานกลาง
เล็กน้อย	ยอมรับไม่ได้	สูง	ปานกลาง	ต่ำ
น้อยมาก	สูง	ปานกลาง	ต่ำ	ต่ำ

ที่มา: Austroads (2022)

### ผลการวิจัยและอภิปรายผล

1. ผลการศึกษาประเด็นพิจารณาความปลอดภัยทางถนนที่อาจเป็นปัจจัยทำให้เกิดอุบัติเหตุทางถนนของทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 34 จังหวัดสมุทรปราการ ด้วยเทคนิคการตรวจสอบความปลอดภัยทางถนน ผลการศึกษาพบว่าประเด็นพิจารณาความปลอดภัยทางถนนของทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 34 จังหวัดสมุทรปราการ ส่วนใหญ่คือ แนวทางและรูปตัดของถนน มากที่สุดถึง 104 รายการ รองลงมาคือ พื้นถนน 70 รายการ อื่นๆ 65 รายการ การจอดรถและที่หยุดรถประจำทาง 37 รายการ บ้ายจราจร 37 รายการ ทางเชื่อม 32 รายการ เครื่องหมายจราจรและเครื่องหมายนำทาง 29 รายการ ไฟฟ้าแสงสว่าง 29 รายการ คนเดินเท้า คนเดินข้ามถนน และคนขี่จักรยาน 17 รายการ การระบายน้ำ 8 รายการ ลักษณะทั่วไปของทางแยก 7 รายการ และสภาพอันตรายข้างทาง 1 รายการ ตามลำดับ สำหรับถนนที่มีประเด็นความปลอดภัยทางถนนมากที่สุด คือ ทางคู่ขนานขาออก 165 รายการ รองลงมาคือ ทางคู่ขนานขาเข้า 142 รายการ ทางหลวงขาออก 68 รายการ และทางหลวงขาเข้า 61 รายการ ตามลำดับ

2. ผลการประเมินความเสี่ยงอุบัติเหตุทางถนนของทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 34 จังหวัดสมุทรปราการ ผลการประเมินความเสี่ยงอุบัติเหตุทางถนนของสายทาง พบว่าระดับความเสี่ยงส่วนใหญ่ของทั้งสายทาง คือ ระดับความเสี่ยงต่ำมากที่สุดถึง 317 รายการ รองลงมา คือ ความเสี่ยงปานกลาง 53 รายการ ความเสี่ยงสูง 47 รายการ และความเสี่ยงที่ยอมรับไม่ได้ 19 รายการ ซึ่งสอดคล้องกับผลการประเมินดัชนีความปลอดภัยกายภาพสายทางของทางหลวงหมายเลข 34 พบว่ามีความเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุระดับต่ำมาก (สำนักอำนวยการความปลอดภัย กรมทางหลวง กระทรวงคมนาคม และ ศูนย์บริการวิชาการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2554) เมื่อพิจารณาในระดับความเสี่ยงที่ยอมรับไม่ได้ พบประเด็นคนเดินเท้า คนเดินข้ามถนน และคนขี่จักรยานมากที่สุดถึง

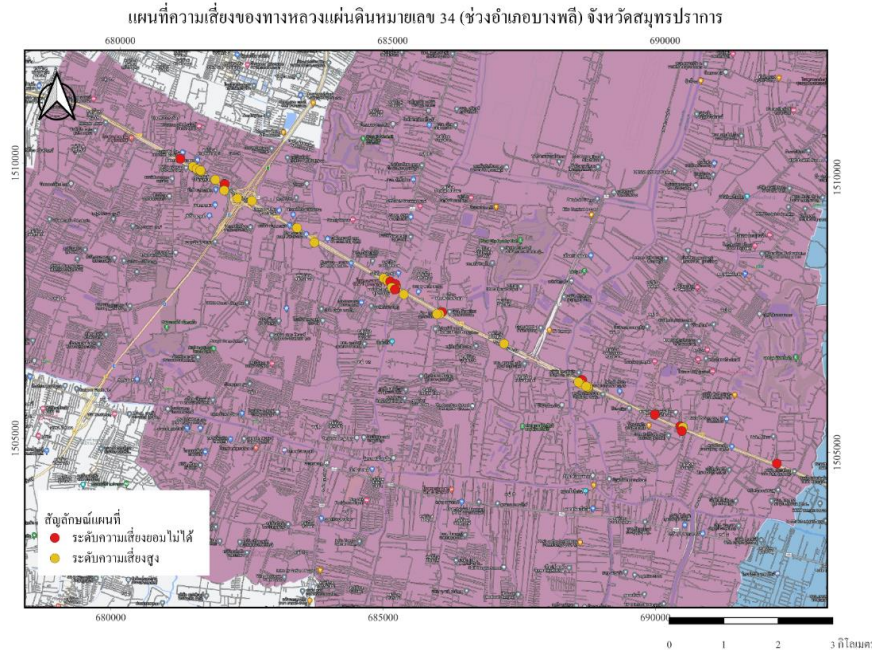
ร้อยละ 84.21 และประเด็นอื่น ๆ ร้อยละ 15.79 สำหรับระดับความเสี่ยงสูง พบ 6 ประเด็น คือ ทางเชื่อมมากที่สุดร้อยละ 36.17 การจอดรถและที่หยุดรถประจำทางร้อยละ 25.53 อื่น ๆ ร้อยละ 23.41 แนวทางและรูปตัดของถนนร้อยละ 6.38 พื้นถนนร้อยละ 6.38 และการระบายน้ำร้อยละ 2.13 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ประเด็นพิจารณาความปลอดภัยทางถนนแบ่งตามระดับความเสี่ยง

ประเด็นพิจารณา	ระดับความเสี่ยง		ปานกลาง		สูง		ยอมไม่ได้	
	รายการ	ร้อยละ	รายการ	ร้อยละ	รายการ	ร้อยละ	รายการ	ร้อยละ
แนวทางและรูปตัดของถนน	101	31.86	0	0	3	0	0	6.38
ลักษณะทั่วไปของทางแยก	1	0.31	6	11.32	0	0	0	0
การระบายน้ำ	7	2.21	0	0	1	0	0	2.13
ป้ายจราจร	37	11.67	0	0	0	0	0	0
สัญญาณไฟจราจร	0	0	0	0	0	0	0	0
เครื่องหมายจราจรและเครื่องหมายนำทาง	29	9.15	0	0	0	0	0	0
สภาพอันตรายข้างทาง	0	0	1	1.89	0	0	0	0
พื้นถนน	67	21.14	0	0	3	0	0	6.38
ไฟฟ้าแสงสว่าง	0	0	29	54.72	0	0	0	0
คนเดินเท้า คนเดินข้ามถนน คนขี่จักรยาน	1	0.31	0	0	0	84.21	16	0
ทางเชื่อม	15	4.73	0	0	17	0	0	36.17
การจอดรถ และที่หยุดรถประจำทาง	25	7.89	0	0	12	0	0	25.53
อื่น ๆ	34	10.73	17	32.07	11	15.79	3	23.41
รวม	317	100	53	100	47	100	19	100

3. การจัดทำแผนที่ความเสี่ยงของทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 34 จังหวัดสมุทรปราการ จากการนำข้อมูลจุดเสี่ยงมาวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ และแสดงผลในรูปแบบแผนที่ความเสี่ยงอุบัติเหตุทางถนนแยกตามช่วงอำเภอที่ถนนตัดผ่าน แสดงให้เห็นว่าช่วงอำเภอบางพลีมีจุดเสี่ยงอุบัติเหตุระดับความเสี่ยงที่ยอมรับไม่ได้และระดับความเสี่ยงสูงมากที่สุด โดยมีการกระจายตัวของจุดเสี่ยงอุบัติเหตุตลอดทั้งสายทางในช่วงอำเภอดังกล่าว รองลงมาคือ ช่วงอำเภอบางบ่อ มีจุดเสี่ยงอุบัติเหตุกระจายตัวอยู่เล็กน้อย ส่วนใหญ่เป็นระดับความเสี่ยงสูง และระดับยอมรับไม่ได้มีเป็นบางจุด สำหรับช่วงอำเภอบางเสาธง มีจุดเสี่ยงอุบัติเหตุระดับความเสี่ยงสูงเพียง 1 จุด เป็นช่วงถนนที่มีจุดเสี่ยงอุบัติเหตุ น้อยที่สุด สอดคล้องกับ ญัฎฐพงศ์ ชื่อสัตย์ และ วัฒนวงศ์ รัตนวราห (2560) ศึกษาและจัดทำแผนที่ความเสี่ยงการเกิดอุบัติเหตุบนทางหลวงในประเทศไทย โดยนำผลการประเมินสภาพอันตรายมาแสดงผลเชิงพื้นที่ได้ชัดเจนว่าจุดที่มีความเสี่ยงอยู่ ณ ตำแหน่งใดบนแผนที่ เพื่อถ่ายทอดการใช้งาน โดยโปรแกรมจะแสดงผลแผนที่รวมทั้งประเทศ

## 4. ผลการเปรียบเทียบสถิติอุบัติเหตุทางถนนก่อนและหลังสื่อสารจุดเสี่ยงอุบัติเหตุทางถนน



ภาพที่ 2 ตัวอย่างแผนที่ความเสี่ยงของทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 34 ช่วงอำเภอบางพลี  
จังหวัดสมุทรปราการ

หลังสื่อสารจุดเสี่ยงพบว่าสถิติอัตราการเกิดอุบัติเหตุทางถนนมีแนวโน้มลดลงร้อยละ 28.76 จากอัตราการเกิดอุบัติเหตุ 0.66 เป็น 0.47 ต่อ 1,000,000 กิโลเมตร จำนวนผู้บาดเจ็บและผู้เสียชีวิตมีอัตราคงที่ ดังตารางที่ 7 สอดคล้องกับ ชรินทร์ สุวพรหม (2543) ศึกษาการนำเอาวิธีการตรวจสอบความปลอดภัยถนนขึ้นตอนของถนนเปิดให้บริการแล้วไปประยุกต์ใช้ในทางหลวงสายหลักในจังหวัดสงขลา และ ณกฤษ สันต์ดอนวัตร (2559) ที่ได้ตรวจสอบความปลอดภัยทางถนนสำหรับเส้นทางขนส่งสินค้าของรถไม่ผสมคอนกรีต ผลการศึกษาแสดงให้เห็นชัดว่าการตรวจสอบความปลอดภัยทางถนนเป็นกระบวนการหนึ่งในการป้องกัน และลดอุบัติเหตุได้จริง

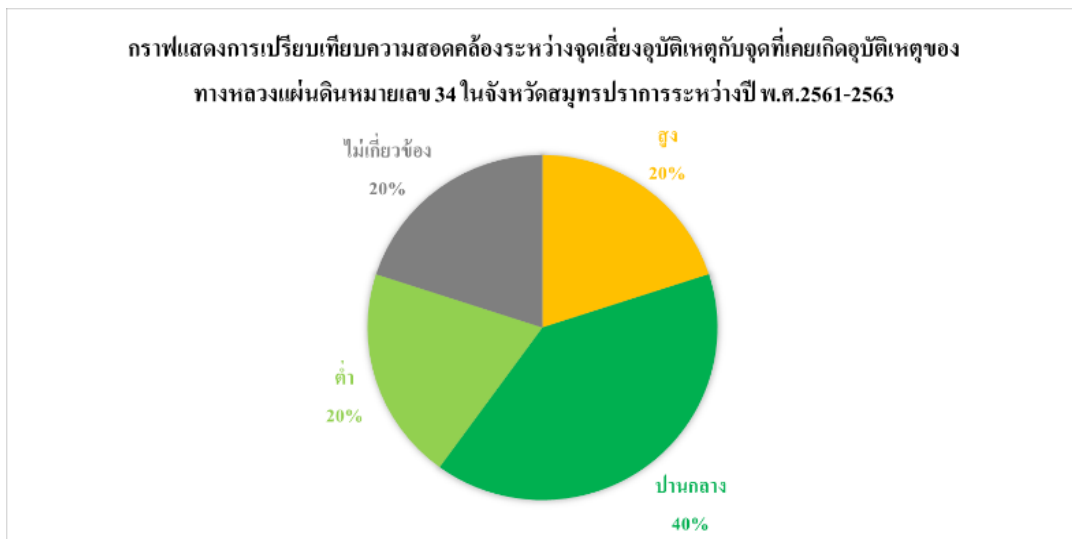
ตารางที่ 7 จำนวนสถิติอุบัติเหตุทางถนนแยกตามรายเดือน ระหว่างพ.ศ. 2563-2564

เดือน	พ.ศ. 2563 (ก่อนทำ)				พ.ศ. 2564 (หลังทำ)			
	อุบัติเหตุ (ครั้ง)	ผู้บาดเจ็บ และ ผู้เสียชีวิต (คน)	ระยะทางสะสม (กิโลเมตร)	อัตราการเกิดอุบัติเหตุ ต่อระยะทางสะสม	อุบัติเหตุ (ครั้ง)	ผู้บาดเจ็บ และ ผู้เสียชีวิต (คน)	ระยะทางสะสม (กิโลเมตร)	อัตราการเกิดอุบัติเหตุ ต่อระยะทางสะสม
มกราคม	0	0	359,349	0.00	0	0	331,706	0.00
กุมภาพันธ์	0	0	361,713	0.00	0	0	338,036	0.00
มีนาคม	0	0	391,034	0.00	0	0	363,631	0.00
เมษายน	0	0	350,703	0.00	1	0	303,366	3.30
พฤษภาคม	0	0	365,680	0.00	0	0	378,012	0.00
มิถุนายน	1	0	379,337	2.64	1	0	361,505	2.77
กรกฎาคม	1	0	379,893	2.63	0	0	321,644	0.00

เดือน	พ.ศ. 2563 (ก่อนทำ)				พ.ศ. 2564 (หลังทำ)			
	อุบัติเหตุ (ครั้ง)	ผู้บาดเจ็บ และผู้เสียชีวิต (คน)	ระยะทาง สะสม (กิโลเมตร)	อัตราการ เกิดอุบัติเหตุ ต่อระยะทาง สะสม	อุบัติเหตุ (ครั้ง)	ผู้บาดเจ็บ และผู้เสียชีวิต (คน)	ระยะทาง สะสม (กิโลเมตร)	อัตราการ เกิดอุบัติเหตุ ต่อระยะทาง สะสม
สิงหาคม	0	0	375,605	0.00	0	0	340,840	0.00
กันยายน	0	0	380,933	0.00	0	0	346,867	0.00
ตุลาคม	0	0	396,824	0.00	0	0	367,457	0.00
พฤศจิกายน	0	0	397,407	0.00	0	0	383,292	0.00
ธันวาคม	1	0	386,646	2.59	0	0	398,374	0.00
รวม	3	0	4,525,124	0.66	2	0	4,234,730	0.47

ที่มา: บริษัทรถขนส่งสินค้าผู้คอนเทนเนอร์แห่งหนึ่งในประเทศไทย (2565)

นอกจากนี้เมื่อเปรียบเทียบระหว่างจุดเสี่ยงกับจุดที่เคยเกิดอุบัติเหตุ จำนวน 5 ครั้ง ระหว่างปี พ.ศ. 2561-2563 พบว่ามีความสอดคล้องกัน 4 บริเวณ คิดเป็นร้อยละ 80 แบ่งออกเป็น ระดับความเสี่ยงปานกลางมากที่สุดร้อยละ 40 ความเสี่ยงสูงร้อยละ 20 ความเสี่ยงต่ำร้อยละ 20 และไม่เกี่ยวข้องร้อยละ 20 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการประเมินความเสี่ยงอุบัติเหตุทางถนนสามารถใช้เป็นแนวทางระบุจุดเสี่ยง เพื่อป้องกันอุบัติเหตุทางถนนได้ ดังแสดงในภาพที่ 3



ภาพที่ 3 การเปรียบเทียบความสอดคล้องระหว่างจุดเสี่ยงอุบัติเหตุกับจุดที่เคยเกิดอุบัติเหตุของทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 34 ในจังหวัดสมุทรปราการระหว่างปี พ.ศ. 2561-2563

### สรุปผล

การศึกษาประเด็นพิจารณาความปลอดภัยทางถนนที่อาจเป็นปัจจัยทำให้เกิดอุบัติเหตุทางถนนของทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 34 จังหวัดสมุทรปราการ ด้วยเทคนิคการตรวจสอบความปลอดภัยทางถนน ทำให้พบว่าประเด็นที่พบมากที่สุด คือ แนวทางและรูปตัดของถนน สำหรับถนนที่มีประเด็นความปลอดภัยทางถนนมากที่สุด คือ ทางคู่ขนานขาออก

ผลการประเมินความเสี่ยงอุบัติเหตุทางถนนแสดงให้เห็นว่าระดับความเสี่ยงที่พบของสายทางส่วนใหญ่เป็นระดับความเสี่ยงต่ำ โดยในระดับความเสี่ยงที่ยอมรับไม่ได้ พบประเด็นคนเดินเท้า คนเดินข้ามถนน และคนขี่จักรยานมากที่สุดถึงร้อยละ 84.21 สำหรับระดับความเสี่ยงสูง ประเด็นที่พบมากที่สุด คือ ทางเชื่อมร้อยละ 36.17

จากการจัดทำแผนที่ความเสี่ยงอุบัติเหตุทางถนนพบว่าช่วงอำเภอบางพลีมีการกระจุกตัวของจุดเสี่ยงมากที่สุด จึงควรหลีกเลี่ยงพื้นที่ดังกล่าว ซึ่งใกล้เขตกรุงเทพมหานครหรือเขตชุมชนที่มีการจราจรหนาแน่น เพื่อลดความเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุ โดยเลือกใช้เส้นทางหลัก คือ ทางหลวงทั้งขาเข้าและขาออก เนื่องจากมีระดับความเสี่ยงต่ำปานกลาง และสูงเพียงบางจุด และหลีกเลี่ยงเส้นทางคู่ขนานทั้งขาเข้าและขาออก เนื่องจากมีระดับความเสี่ยงสูงและยอมรับไม่ได้หลายจุด ยกเว้นกรณีที่ต้องใช้เส้นทางดังกล่าว เพื่อไปยังลานวางตู้ หรือบริษัทลูกค้า

การเปรียบเทียบสถิติอุบัติเหตุก่อนและหลังสื่อสารจุดเสี่ยงทำให้พบว่าสถิติอุบัติเหตุมีแนวโน้มลดลงร้อยละ 28.76 จำนวนผู้บาดเจ็บและเสียชีวิตมีอัตราคงที่ แสดงให้เห็นว่าการตรวจสอบความปลอดภัยทางถนนเป็นกระบวนการที่ช่วยทำให้อุบัติเหตุลดลงได้ และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างจุดเสี่ยงกับจุดที่เคยเกิดอุบัติเหตุระหว่างปี พ.ศ. 2561-2563 พบว่ามีความสอดคล้องกันคิดเป็นร้อยละ 80 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการประเมินความเสี่ยงอุบัติเหตุทางถนนสามารถใช้เป็นแนวทางระบุจุดเสี่ยง เพื่อป้องกันอุบัติเหตุทางถนนได้

### ข้อเสนอแนะในการวิจัยในครั้งต่อไป

เพื่อให้การศึกษาในอนาคตมีประสิทธิภาพที่ดียิ่งขึ้น ผู้ศึกษาจึงมีข้อเสนอแนะดังต่อไปนี้

- 1) ควรจัดให้มีคณะกรรมการตรวจสอบความปลอดภัยทางถนนส่วนกลางของบริษัท ประกอบด้วยบุคลากรที่มีความเชี่ยวชาญในหลายแขนงหรือมีประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องนำมาพัฒนาและมุมมองหลากหลายมากขึ้น
- 2) ควรกำหนดให้มีการตรวจสอบความปลอดภัยทางถนนสำหรับเส้นทางใหม่ทุกๆ 1 ปี หรือทุกครั้งที่มีการเปลี่ยนแปลงของเส้นทาง โดยเฉพาะเขตก่อสร้างหรือปรับปรุงถนนที่ทำให้ความเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุอาจเพิ่มขึ้น
- 3) ควรนำหลักการตรวจสอบความปลอดภัยทางถนนไปใช้ในการประเมินความเสี่ยงก่อนการพิจารณาขนส่ง
- 4) บริษัทควรนำข้อมูลที่ได้ไปพัฒนาเป็นข้อมูลสนับสนุนประยุกต์ใช้สำหรับเทคโนโลยีระบบกำหนดตำแหน่งบนโลกในอนาคตให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น เช่น พัฒนาระบบ GPS ติดรถที่สามารถแจ้งเตือนเป็นเสียงเมื่อใกล้จุดเสี่ยง

### เอกสารอ้างอิง

- Austroroads. (2022, January 19). *Guide to Road Safety Part 6: Road Safety Audit*. Austroroads. <https://austroroads.com.au/publications/road-safety/agrs06>
- FHWA. (2006). *FHWA Road Safety Audit Guidelines*. Federal Highway Administration. <https://safety.fhwa.dot.gov/rsa/guidelines/>



- กลุ่มแผนงานความปลอดภัย สำนักสวัสดิภาพการขนส่งทางบก กรมการขนส่งทางบก. (2563). รายงานการวิเคราะห์สถานการณ์อุบัติเหตุจากรถบรรทุก ตามกฎหมายว่าด้วยการขนส่งทางบก ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2563. <https://web.dlt.go.th/statistics/index.php>
- ชนินทร์ สุวพรหม. (2543). การตรวจสอบความปลอดภัยของทางหลวงสายหลักในจังหวัดสงขลา [วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- ณกฤษ สันทัดอนุวัตร. (2559). การตรวจสอบความปลอดภัยทางถนนสำหรับเส้นทางขนส่งสินค้าของรถไม่ผสมคอนกรีต [วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ณัฐพงศ์ ชื้อสัตย์ และ วัฒนวงศ์ รัตนวราห. (2560, ตุลาคม - ธันวาคม). การจัดทำแผนที่ความเสี่ยงการเกิดอุบัติเหตุบนทางหลวงในประเทศไทย. วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 27(4), 605-614.
- สำนักอำนวยการความปลอดภัย กรมทางหลวง. (2549). คู่มือ การเฝ้าระวังและแก้ไขปัญหา การเกิดอุบัติเหตุบนทางหลวง เรื่อง การตรวจสอบความปลอดภัยทางถนน (Road Safety Audit). [http://bhs.doh.go.th/files/book\\_RSA.pdf](http://bhs.doh.go.th/files/book_RSA.pdf)
- สำนักอำนวยการความปลอดภัย กรมทางหลวง กระทรวงคมนาคม และ ศูนย์บริการวิชาการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. (2554). โครงการพัฒนาระบบสารสนเทศ (GIS) และข้อมูลเพื่อตรวจสอบประเมินความปลอดภัยและเผยแพร่ ข้อมูลทางหลวงบน Website. สำนักอำนวยการความปลอดภัย กรมทางหลวง กระทรวงคมนาคม

## เครื่องผสมอาหารวัวพลังงานแสงอาทิตย์ Solar Cattle Feed Mixer

สุจิตรา ผาระนัด, ปกเกศ จันทะกล และ มุณี จันทะรัง\*  
Sujitra Pharanat, Pokket Juntakol and Muneee Chantarank \*

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

Faculty of Engineering Rajabhat Maha Sarakham

\*Corresponding author. E-mail: muneeneo@gmail.com

### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างเครื่องผสมอาหารวัวพลังงานแสงอาทิตย์ขนาดความ กว้าง 135 เซนติเมตร ยาว 136 เซนติเมตร ความสูง 209 เซนติเมตร โดยมีมอเตอร์กระแสตรง 24 โวลต์ 750 วัตต์ และจักรยานปั่นเป็นต้นกำลังเพื่อไปขับเพลาผสมอาหารขนาด 1.5 นิ้ว ทดลองประสิทธิภาพเครื่องผสมอาหารวัวพลังงานแสงอาทิตย์ครั้งละ 10, 20 กิโลกรัม ตามลำดับ

ผลการทดลองพบว่าเครื่องผสมอาหารวัวพลังงานแสงอาทิตย์โดยใช้คนปั่น 1 คน ผสมอาหารที่ 10 กิโลกรัม ใช้เวลาในการผสมอาหาร 5.15 นาที เป็นเวลาในการผสมที่ดีที่สุดและการผสมอาหารวัวด้วยมอเตอร์กระแสตรง 24 โวลต์ 750 วัตต์ ผสมอาหารที่ 20 กิโลกรัม ใช้เวลาในการผสมอาหาร 4 นาที เป็นเวลาในการผสมที่ดีที่สุด

**คำสำคัญ:** อาหารวัว, พลังงานแสงอาทิตย์, ผสม

### Abstract

The objective of this research is to build a solar-powered cow feed mixer, width 1, 3 and 5 centimeters, length 136 centimeters, height 209 centimeters, with a 24V 750W DC motor and a spinning bicycle, etc., to drive a 1.5-inch mixing shaft. The efficiency of the solar-powered cow feed mixer is 10 and 20 kg per time, respectively.

The results showed that the solar cow feed mixer using 1 blender to mix 10 kg of feed took 5.15 min. mixing time, the best mixing time, and the cow feed was mixed with a 24 volt DC motor. 750 watts, mixes 20 kg of food, takes 4 minutes to mix, the best mixing time.

**Keywords:** cow food, solar energy, mixer

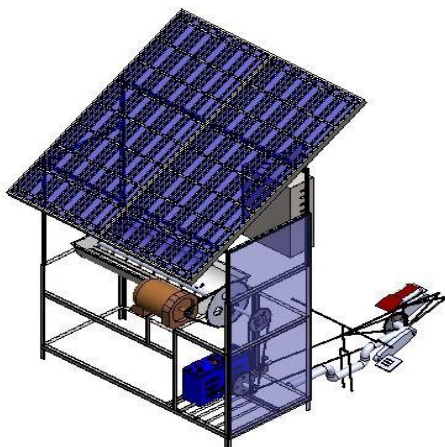
## บทนำ

ปัจจุบันเกษตรกรในประเทศไทยส่วนมากจะนิยมเลี้ยงวัวเป็นจำนวนมาก และในเขตพื้นที่จังหวัดมหาสารคามมีวัวเนื้อ 140,889 ตัว (ร้อยละ 2.89 ของประเทศ) ในสถานการณ์ที่ผู้เลี้ยงพบประสบปัญหาราคาอาหารวัวที่ซื้อมากที่ตลาดราคาแพง เมื่อผู้เลี้ยงต้องซื้อผลิตภัณฑ์พวกอาหารอัดเม็ดต่าง ๆ ต้นทุนของการผลิตไม่ว่าจะเป็นต้นทุนทางการเกษตรหรือต้นทุนการเลี้ยงวัวก็จะสูงตามไปด้วย ทำให้ผู้เลี้ยงวัวเกิดภาวะขาดทุน ดังนั้นเกษตรกรผู้เลี้ยงวัวไม่ว่าจะเป็นฟาร์มขนาดเล็กหรือขนาดใหญ่จำเป็นต้องหาวิธีการลดต้นทุนค่าใช้จ่ายการเลี้ยงวัว หากเกษตรกรหันมาผสมอาหารวัวใช้เองจะสามารถลดต้นทุนค่าอาหารได้มาก จากการลงพื้นที่ศึกษาการผสมอาหารวัวที่บ้านของเกษตรกรพบว่า การผสมอาหารวัวด้วยแรงคนทำให้เกิดความล่าช้า เสียเวลา เสียแรงคนและผลที่ได้ไม่ดีเท่าที่ควร

ดังนั้น ผู้จัดทำวิจัยนี้มีเป้าหมายในการในการพัฒนาเทคโนโลยีทางการเกษตรที่ประกอบอาชีพเป็นเกษตรกรเลี้ยงวัวซึ่งในการเลี้ยงวัวนี้ส่วนใหญ่ประสบปัญหาเรื่องอาหารเนื่องจากราคาอาหารสำเร็จรูปมีราคาสูงผู้จัดทำจึงสร้างเครื่องผสมอาหารวัวพลังงานแสงอาทิตย์ขึ้น โดยใช้โครงและอุปกรณ์เดิมของเกษตรกรที่มีอยู่ในพื้นที่เพื่อเป็นแนวทางในการผลิตเครื่องผสมอาหารวัวพลังงานแสงอาทิตย์ โดยการผสมอาหารทั้ง 10 กิโลกรัมและ 20 กิโลกรัม เปรียบเทียบทั้งการผสมด้วยแรงคนและการผสมด้วยเครื่อง วัดจากความพึงพอใจและความชำนาญของเกษตรกร เพื่อให้ลดต้นทุนของเกษตรกรที่เลี้ยงวัวซึ่งปัจจุบันการเลี้ยงวัวได้ปรับปรุงการเลี้ยงวัวแบบครัวเรือนมาเป็นการเลี้ยงวัวแบบธุรกิจนิยมมากขึ้น

## วิธีดำเนินการวิจัย

1. ขั้นตอนการออกแบบเครื่องผสมอาหารวัวพลังงานแสงอาทิตย์ มีการควบคุมการทำงานโดยใช้มอเตอร์กระแสตรง 24 โวลต์ 750 วัตต์และใช้จักรยานปั่นชุดเพลลาของเครื่องผสมอีกทางเลือกหนึ่งโดยสามารถผสมอาหารได้ครั้งละประมาณ 20 กิโลกรัม ขนาดของเครื่องผสมมีความกว้าง 135 เซนติเมตร ยาว 136 เซนติเมตร สูง 209 เซนติเมตร ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 การออกแบบเครื่องผสมอาหารวัวพลังงานแสงอาทิตย์

2. ขั้นตอนการสร้างเครื่องผสมอาหารวัวพลังงานแสงอาทิตย์ โดยทำความสะอาดโครงเหล็กเดิมที่เกษตรกรมีอยู่แล้ว จากนั้นตัดเหล็กกล่องขนาด 1.5 นิ้ว ยาว 30, 60, 70, 100, 127 และ 130 เซนติเมตร เพื่อนำมาเชื่อมต่อกัน

กับโครงเดิมที่มี เชื่อมเหล็กกล่องต่อกับโครงเครื่องเดิมเพื่อทำแท่นวางแผงโซลาเซลล์ ตัดใบผสมเพื่อมาเชื่อมติดกับเพลลา ประกอบชุดโซ่ส่งกำลัง สเตออร์และตัวสับเปลี่ยนต้นกำลัง เข้ากับเพลลาของถังผสมและจักรยาน และติดตั้งชุดพลังงานแสงอาทิตย์



ภาพที่ 2 การประกอบชุดเครื่องผสมและแบตเตอรี่



ภาพที่ 3 การติดตั้งตู้คอนโทรลระบบพลังงานแสงอาทิตย์



ภาพที่ 4 เครื่องผสมอาหารวัวพลังงานแสงอาทิตย์

### 3. ขั้นตอนการทดลอง

3.1 ขั้นตอนการผสมอาหาร 10 กิโลกรัมโดยใช้คนปั่นจักรยานในการผสมอาหารวัว เริ่มจากชั่งอาหารในการผสมอาหารวัวประกอบด้วย มันเส้น 3.5 กิโลกรัม ข้าวโพด 3.5 กิโลกรัม รำ 1.5 กิโลกรัม ยูเรีย 0.4 กิโลกรัม กระถิน 1.1 กิโลกรัม จากนั้นนำส่วนผสมที่ชั่งตามสูตรแล้วเทลงในถังผสมแล้วมาสับเปลี่ยนตัวส่งกำลังที่เพลลาผสมสับเปลี่ยนเสร็จแล้วให้ทำการจับเวลา จากนั้นคนก็เริ่มปั่นจักรยานเพื่อผสมอาหารปั่นไปเรื่อย ๆ พอผสมเข้ากันแล้วสับตัวล็อกที่ข้างถังขึ้นเพื่อเทอาหารออกจากถังก็เป็นอันเสร็จสิ้นในการผสมอาหารวัว

3.2 ขั้นตอนการผสมอาหาร 20 กิโลกรัมโดยใช้มอเตอร์ในการผสมอาหารด้วยแบบธรรมดา (Manual) ใช้เวลาเฉลี่ย 4 นาที ขั้นแรกซึ่งอาหารในการผสมอาหารด้วย ประกอบด้วย มันเส้น 7 กิโลกรัม, ข้าวโพด 7 กิโลกรัม รำ 3.7 กิโลกรัม, กระถิน 1.5 กิโลกรัม, ยูเรีย 0.8 จากนั้นนำส่วนผสมที่ซึ่งตามสูตรแล้วเทลงในถังผสมแล้วมาสับเปลี่ยนตัวส่งกำลังที่เพลผสมให้กลายเป็นการใช้มอเตอร์ สับเปลี่ยนเสร็จแล้วให้ทำการจับเวลา จากนั้นให้เปิดสวิทซ์ตัดกราวที่อยู่ด้านขวาของผู้ขึ้น แล้วหมุนสวิทซ์ลูกศรเพื่อเปิดจอแสดงสถานะของแบตเตอรี่ขึ้น จากนั้นให้ปรับเป็นระบบ (Manual) ตัวปรับจะข้างล่างของสวิทซ์ตัดกราวปรับเปลี่ยนเรียนร้อยแล้วให้ไปกดที่ปุ่ม Start เพื่อเริ่มการทำงาน จากนั้นให้กดปุ่ม Stop เพื่อหยุดการทำงาน จากนั้นหมุนสวิทซ์ลูกศรเพื่อปิดจอแสดงสถานะของแบตเตอรี่แล้วปรับจากระบบ (Manual) เป็น off แล้วปิดสวิทซ์ตัดกราว จากนั้นให้เทอาหารออกจากถังผสมก็เป็นอันเสร็จสิ้นในการผสมอาหารด้วย

3.3 ขั้นตอนการผสมอาหาร 20 กิโลกรัมโดยใช้มอเตอร์ในการผสมอาหารด้วยระบบอัตโนมัติ (Automatic) ใช้เวลาเฉลี่ย 4 นาที ขั้นแรกซึ่งอาหารในการผสมอาหารด้วย ประกอบด้วย มันเส้น 7 กิโลกรัม, ข้าวโพด 7 กิโลกรัม รำ 3.7 กิโลกรัม, กระถิน 1.5 กิโลกรัม, ยูเรีย 0.8 จากนั้นนำส่วนผสมที่ซึ่งตามสูตรแล้วเทลงในถังผสม แล้วสับเปลี่ยนตัวส่งกำลังที่เพลผสมให้กลายเป็นการใช้มอเตอร์ สับเปลี่ยนเสร็จแล้วให้ทำการตั้งเวลาไทม์เมอร์ที่ 4 นาที จากนั้นให้เปิดสวิทซ์ตัดกราวที่อยู่ด้านขวาของผู้ขึ้นแล้วหมุนสวิทซ์ลูกศรเพื่อเปิดจอแสดงสถานะของแบตเตอรี่ขึ้น จากนั้นให้ปรับเป็นระบบ (Automatic) ตัวปรับจะข้างล่างของสวิทซ์ตัดกราวปรับเปลี่ยนเรียนร้อยแล้วให้ไปกดที่ปุ่ม Start เพื่อเริ่มการทำงาน จากนั้นพอถึงเวลาที่ตั้งไว้เครื่องจะหยุดทำงานอัตโนมัติ จากนั้นหมุนสวิทซ์ลูกศรเพื่อปิดจอแสดงสถานะของแบตเตอรี่แล้วปรับจากระบบ (Automatic) เป็น off แล้วปิดสวิทซ์ตัดกราว จากนั้นให้เทอาหารออกจากถังผสมก็เป็นอันเสร็จสิ้นในการผสมอาหารด้วย

### ผลการวิจัยและอภิปรายผล

1. ทดลองหาเวลาที่เหมาะสมในการผสมอาหารด้วยปริมาณ 20 กิโลกรัมต่อครั้ง ประกอบด้วย มันเส้น 7 กิโลกรัม ข้าวโพด 7 กิโลกรัม รำ 3.7 กิโลกรัม กระถิน 1.5 กิโลกรัม และ ยูเรีย 0.8 กิโลกรัม ได้ผลดังตารางที่ 1 ซึ่งพบว่าเวลาที่ที่เหมาะสมในการผสมอาหารใช้เวลาเฉลี่ยเท่ากับ 4 นาที

ตารางที่ 1 แสดงการหาเวลาที่เหมาะสมในการผสมอาหารแบบธรรมดา (Manual)

ครั้งที่	วัตถุดิบ (กิโลกรัม )	เวลา ( นาที )
1	20	4.00
2	20	3.50
3	20	4.20
4	20	4.00
5	20	3.40
6	20	4.00
7	20	4.00
8	20	4.15
9	20	4.00
10	20	4.00
เวลาเฉลี่ย		4.00

2. ทดลองประสิทธิภาพการทำงานของระบบอัตโนมัติ (Automatic) โดยใช้เวลา 4 นาที เป็นเวลาที่เหมาะสมในการผสมอาหารวัว 20 กิโลกรัม จากตารางที่ 2 ระบบอัตโนมัติสามารถทำงานได้ทั้ง 10 ครั้ง ประสิทธิภาพของระบบอัตโนมัติของเครื่องเท่ากับร้อยละ 100

ตารางที่ 2 แสดงผลประสิทธิภาพของระบบอัตโนมัติ (Automatic)

ครั้งที่	วัตถุดิบ (กิโลกรัม)	เวลา (นาที)	ทำงาน	ไม่ทำงาน
1	20	4	1	0
2	20	4	1	0
3	20	4	1	0
4	20	4	1	0
5	20	4	1	0
6	20	4	1	0
7	20	4	1	0
8	20	4	1	0
9	20	4	1	0
10	20	4	1	0

3. การทดลองหาเวลาเฉลี่ยที่เหมาะสมในการผสมอาหาร 10 กิโลกรัม 10 ครั้ง โดยใช้คนปั้น 1 คน ประกอบด้วย มันเส้น 3.5 กิโลกรัม ข้าวโพด 3.5 กิโลกรัม รำ 1.5 กิโลกรัม ยูเรีย 0.4 กิโลกรัม และกระถิน 1.1 กิโลกรัม ได้ผลดังตารางที่ 3 ซึ่งพบว่า เมื่อทำการผสมอาหารหลายครั้ง จากครั้งที่ 1 ถึงครั้งที่ 10 โดยใช้กำลังคนเพียงคนเดียว จะพบว่าในครั้งหลัง ๆ ระยะเวลาในการผสมจะเพิ่มขึ้น อาจจะเป็นเนื่องจากความล้าของกำลังคน โดยเวลาเฉลี่ยสำหรับการใช้คนปั้น 1 คน เท่ากับ 5.15 นาที

ตารางที่ 3 แสดงการหาเวลาที่เหมาะสมในการผสมอาหารโดยใช้คนปั้น

ครั้งที่	วัตถุดิบ (กิโลกรัม)	เวลา (นาที)
1	10	4.30
2	10	4.55
3	10	5.20
4	10	5.25
5	10	5.20
6	10	5.30
7	10	5.35
8	10	5.30
9	10	5.40
10	10	5.55
เวลาเฉลี่ย		5.15

4. หาประสิทธิภาพการอัดประจุ จะเห็นได้ว่าการอัดประจุโดยใช้แผงโซลาร์เซลล์ขนาด 165 วัตต์ 9.4 แอมแปร์ เพื่ออัดประจุแบตเตอรี่ 12 โวลต์ 40 แอมแปร์ ใช้เวลาในการอัดประจุ 2 ชั่วโมง 10 นาที ดังตารางที่ 4 และจากผลการทดลองการอัดประจุแบตเตอรี่ 12 โวลต์ 40 แอมแปร์ 10 ครั้ง ใช้เวลาเฉลี่ยเท่า 2 ชั่วโมง 12 นาที ดังตารางที่ 5

**ตารางที่ 4 ผลการทดลองการอัดประจุของแบตเตอรี่**

เวลา	โวลต์
9:00 – 9:10	3.23
9:11 – 9:20	4.48
9:21 – 9:30	5.60
9:31 – 9:40	5.95
9:41 – 9:50	8.26
10:01 – 10:10	9.52
10:11 – 10:20	10.74
10:21 – 10:30	11.88
10:31 – 10:40	12.22
10:41 – 10:50	12.40
11:01 – 11:10	12.40
11:11 – 11:20	12.40

**ตารางที่ 5 แสดงผลเวลาเฉลี่ยในการอัดประจุแบตเตอรี่**

ครั้งที่	โวลต์	เวลา (ชั่วโมง)
1	12.40	2.10
2	12.40	2.10
3	12.40	2.10
4	12.40	2.13
5	12.40	2.11
6	12.40	2.08
7	12.40	2.15
8	12.40	2.20
9	12.40	2.15
10	12.40	2.10
<b>เวลาเฉลี่ย</b>		<b>2.12</b>

### สรุปผล

เวลาที่เหมาะสมในการผสมอาหารวัว 20 กิโลกรัม โดยใช้มอเตอร์แบบธรรมดาใช้เวลาเฉลี่ยเท่ากับ 4 นาที ระบบอัตโนมัติมีประสิทธิภาพเท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์ เวลาที่เหมาะสมในการผสมอาหารวัว 10 กิโลกรัม โดยใช้คนปั่น 1 คน ใช้เวลาเฉลี่ยเท่ากับ 5.15 นาที การอัดประจุโดยใช้แผงโซลาร์เซลล์ขนาด 165 วัตต์ 9.4 แอมแปร์ เพื่ออัดประจุ

แบตเตอรี่ 12 โวลต์ ขนาด 40 แอมแปร์ ใช้เวลาเฉลี่ยในการอัดประจุเท่ากับ 2 ชั่วโมง 12 นาที จะเห็นได้ว่า เครื่องผสมอาหารวัวพลังงานแสงอาทิตย์สามารถใช้งานได้จริง เป็นการลดรายจ่ายเพิ่มรายได้สมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงอย่างแท้จริง

### เอกสารอ้างอิง

- กฤษณชัย สูงแข็งและคณะ. (2557). เครื่องผสมอาหารสัตว์และปุ๋ย. วิทยาลัยเทคนิคสระบุรี
- จาริณี ม้าแก้ว และคณะ. (2552, มกราคม – มิถุนายน). การใช้พลังงานไฟฟ้าที่ได้จากเซลล์แสงอาทิตย์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์. วารสารวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์, 4(1). 17-26.
- โซลาร์ไทยแลนด์. (2562). ระบบโซลาร์เซลล์. <https://solar-thailand.com/TH/index.asp>
- สำนักพัฒนาพันธุ์สัตว์ กรมปศุสัตว์. (2562). โคพื้นเมือง. <http://breeding.dld.go.th>.
- สำนักพัฒนาอาหารสัตว์. (2562). สูตรอาหารโคขุน-โคเนื้อ. <https://nutrition.dld.go.th/nutrition/index.php/2015-08-06-09-04-25>
- ถาวร สังข์สุวรรณ. (2559). รายงานการวิจัย เรื่อง เครื่องต้นแบบสำหรับผลิตอาหารสัตว์อัดเม็ด. มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์.



## ผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาผลงานวิจัย

### ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สายัญ พันธุ์สมบุญ	มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์
อาจารย์ ดร.วรรณพล พิมพะสาดี	มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์
อาจารย์วราพงษ์ สมมูล	มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์
รองศาสตราจารย์ ดร.อัญญา ประมวลเจริญกิจ	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสกลนคร
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศิวดี อรัญนารถ	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศิโรรัตน์ พัฒนไพโรจน์	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
รองศาสตราจารย์ ดร.วิทยา ตริโลเทศ	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
อาจารย์ ดร.อาทิตย์ อภิโชติธนกุล	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
อาจารย์ ดร.รัตนากาล คำสอน	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วิชาญศาสตร์ อาจโยธา	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น
อาจารย์ ดร.ณภัทร อินทนนท์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชาญวิษ สุวรรณพงษ์	มหาวิทยาลัยนครพนม
อาจารย์ ดร.อนันต์ เคนท้าว	มหาวิทยาลัยนครสวรรค์
อาจารย์ ดร.ปิยดา พุกสวัสดิ์สินนท์	มหาวิทยาลัยพะเยา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ภัททิรา เกษมศิริ	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เบ็ญจพร กุลนิตย์	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฤชอร วรรณะ	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรัชย์ วงชาวี	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
รองศาสตราจารย์ ดร.จิตรลดา วิชาผง	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศรัณย์ จำรัสธนสาร	มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์สำคัญ ฮ่อบรรทัด	มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กนกรัตน์ จิรสังจานุกุล	มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปริมมาลา ขำคมเขตต์	มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรัชย์ รัตนสุข	มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ธิติ จันตะคุณ	มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด
ผู้ช่วยศาสตราจารย์อรุณรัตน์ ปัญจะ กลิ่นเกษร	มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด

ผู้ช่วยศาสตราจารย์เต๋อใจ ศิริพาหนะกุล	มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เรืองฤทธิ์ หาญมนตรี	มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วุฒิชัย รัชชาติ	มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิศณุ ชัยจิตวณิชกุล	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ศยามน ปรียาจารย์	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี
อาจารย์ ดร.กฤษฏากร ว่องไว	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประวีร์ณ สุพรรณอ่วม	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรรณมา สายแก้ว	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภูธฤทธิ์ วิทยาพัฒน์นารักษ์ รักษาศิริ	มหาวิทยาลัยศิลปากร
อาจารย์ ดร.นารีมีส เจะและ	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
อาจารย์ ดร.ธัญญาวัฒน์ หอมสมบัติ	มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตอุดรธานี
ดร.ธีรารกร กองแก้ว	สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

### ผู้ทรงคุณวุฒิภายใน

รองศาสตราจารย์ ดร.รภััสสา จันทาศรี	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิลาวัลย์ บุญย์ศุภา
รองศาสตราจารย์ ดร.สิทธิศักดิ์ คำผา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วุฒิกร สายแก้ว
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จุฑารัตน์ แก่นจันทร์	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมชาย อินทะตา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธาดา จันทะคุณ	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สรรพสิทธิ์ แก้วเฮา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรวิดี รักษาศรี	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สำราญ พิมราช
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พูนศักดิ์ ศิริโสม	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชวิศร ปุคะภาค
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รักถิ่น เหลลหา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ทวีทรัพย์ ไชยรักษ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรวจน์ งามชมภู	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ปิยะพล สีหาบุตร
อาจารย์ ดร.กัญชวลิกา รัตนเชิดฉาย	อาจารย์ ดร.พัชระ นาเสงี่ยม
อาจารย์ ดร.กิจปพน ศรีธานี	อาจารย์ ดร.พุทธชาติ อิ่มใจ
อาจารย์ ดร.กิตติชัย เจริญชัย	อาจารย์ ดร.มนันยา นันทสาร
อาจารย์ ดร.ชนัฐ วิพัทนะพร	อาจารย์ ดร.รติกร แสงห้าว
อาจารย์ ดร.ธนชัย พลเคน	อาจารย์ ดร.อดิศักดิ์ พลະສາ
อาจารย์ ดร.ธนนชาติ อิ่มสมบัติ	อาจารย์ ดร.อภิชาติ เหล็กดี
อาจารย์ ดร.บัณชิตา สวัสดิ์	อาจารย์ ดร.อัจฉริยา พรมท้าว
อาจารย์ ดร.ปรมาภรณ์ แสงภารา	อาจารย์ ดร.อุตร จิตจักร

## คณะกรรมการดำเนินงานโครงการประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัย ระดับชาติ วิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ เกษตรศาสตร์ และเทคโนโลยี ครั้งที่ 2

### คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

#### 1. คณะกรรมการอำนวยการ

อาจารย์กมล พลคำ	ประธานกรรมการ
อาจารย์ณวัฒน์ นันทะเสน	กรรมการ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์พันธิวา แก้วมาตย์	กรรมการและเลขานุการ

#### 2. คณะกรรมการฝ่ายประสานงาน

ผู้ช่วยศาสตราจารย์พันธิวา แก้วมาตย์	ประธานกรรมการ
อาจารย์พัชระ นาเสงี่ยม	กรรมการ
อาจารย์บุษยมาส รัตนดอน	กรรมการ
อาจารย์อัครพงศ์ วงศ์พัฒน์	กรรมการ
นางนิภา พรหมไชย	กรรมการ
นางสาวธันส์นภัตสร สีเสมอ	กรรมการ
อาจารย์กฤษฎิ์ ดิจจริง	กรรมการ
อาจารย์อังศุมา ก้านจักร	กรรมการและเลขานุการ

#### 3. คณะกรรมการฝ่ายจัดพิธีการ

อาจารย์ณวัฒน์ นันทะเสน	ประธานกรรมการ
อาจารย์พัชระ นาเสงี่ยม	กรรมการ
อาจารย์สิริวัฒน์ ละตา	กรรมการ
อาจารย์อัครพงศ์ วงศ์พัฒน์	กรรมการ
อาจารย์บุษยมาส รัตนดอน	กรรมการ
อาจารย์เอกสิทธิ์ สุทธิระพินทุ	กรรมการ
อาจารย์นันทพร ยิ่งรัตนสุข	กรรมการ
นายศุภชัย ไบปลอด	กรรมการ

นายณัฐพงษ์ พันธุ์พิชัย	กรรมการ
นายปริญญาศักดิ์ เจียรระแม	กรรมการ
นางอนัญชนา เหล่าเคน	กรรมการ
นางสาวเกวลิน ตริกุล	กรรมการ
นายปรีชณ์ สุริยะ	กรรมการ
นายกัมปนาท ลุนใต้	กรรมการ
นายคาวี หวานแท้	กรรมการ
นายทินกร ผิวนวล	กรรมการ
นายเจษฎา กลิ่นกล้า	กรรมการ
นายวุฒิสักดิ์ ชมดวงทิพย์	กรรมการ
นายกรรชชกฤษฎ วัหนองหว่า	กรรมการ
อาจารย์รัตติกร แสงห้าว	กรรมการและเลขานุการ

#### 4. คณะกรรมการระบบบริหารจัดการส่งบทความ และระบบการประชุมทางไกล

อาจารย์พัชระ นาเสียม	ประธานกรรมการ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์พนธิวา แก้วมาตย์	กรรมการ
อาจารย์ภิรมย์ สุวรรณสม	กรรมการ
นายปรีชณ์ สุริยะ	กรรมการ
นายกัมปนาท ลุนใต้	กรรมการ
นายคาวี หวานแท้	กรรมการ
นายทินกร ผิวนวล	กรรมการ
นายเจษฎา กลิ่นกล้า	กรรมการ
นายวุฒิสักดิ์ ชมดวงทิพย์	กรรมการ
นายกรรชชกฤษฎ วัหนองหว่า	กรรมการ
อาจารย์กฤษฎ ดิจริง	กรรมการและเลขานุการ

#### 5. คณะกรรมการฝ่ายงบประมาณ การเงินและประเมินผล

อาจารย์กมล พลคำ	ประธานกรรมการ
นางรัตนา อาสาทำ	กรรมการ
นางแสงระวี ภัคดีบุตร	กรรมการ

นางสาวนงลักษณ์ วงษ์แก้ว	กรรมการ
นางสาวทิพย์ประเกษตร แสนนบุตร	กรรมการ
นางสาวธันลันภัสสร สีเสมอ	กรรมการ
ว่าที่ร้อยตรีอาทิตย์ วิเชียรพันธ์	กรรมการ
นางฤทัยรัตน์ สุวรรณแสน	กรรมการและเลขานุการ

#### 6. คณะกรรมการฝ่ายสถานที่และเสตทศนอุปกรณ์

อาจารย์ณวัฒน์ นันทะเสน	ประธานกรรมการ
อาจารย์เอกสิทธิ์ สุทธิพิณฑุ	กรรมการ
อาจารย์ธนารินทร์ รัชโพธิ์	กรรมการ
<b>นายอภิสิทธิ์ เกียรติเจริญ</b>	กรรมการ
นางนิภา พรหมไชย	กรรมการ
นางสาวเกวณีน ตริกุล	กรรมการ
นายณัฐพงศ์ พันธุ์พิชัย	กรรมการ
นายไพวัลย์ นารินนท	กรรมการ
นายปริญญาศักดิ์ เจียรระแม	กรรมการและเลขานุการ
นายศุภชัย ไบปอด	กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ

#### 7. คณะกรรมการฝ่ายเตรียมเอกสารประชุมวิชาการ และต้นฉบับรายงานสืบเนื่องการประชุม

ผู้ช่วยศาสตราจารย์พนธิวา แก้วมาตย์	ประธานกรรมการ
อาจารย์วิเชษฐี พลหาญ	กรรมการ
อาจารย์จารุณี เข้มพิลา	กรรมการ
อาจารย์กฤษฏา ดิจจริง	กรรมการ
อาจารย์บุษยมาส รัตนดอน	กรรมการและเลขานุการ
อาจารย์อังศุมา ก้านจักร	กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ

#### 8. คณะกรรมการฝ่ายนำเสนอผลงานวิชาการภาคบรรยาย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์วุฒิกกร สายแก้ว	ประธานกรรมการ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ยุวดี อินสำราญ	รองประธานกรรมการ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ฉาณุกรณ์ ทับทิมใส	กรรมการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์รัชชานันท์ ศรีสุภักดิ์	กรรมการ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ธาดา จันตะคุณ	กรรมการ
อาจารย์ถิฏฐะณูการ์ บรรเทา	กรรมการและเลขานุการ

#### 9. คณะกรรมการฝ่ายนำเสนอผลงานวิชาการภาคโปสเตอร์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์พรณรงค์ สิริปิยะสิงห์	ประธานกรรมการ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์เมตตา เกวราชดี	กรรมการ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์รักถิ่น เหลลาหา	กรรมการ
อาจารย์ปนัดดา แทนสุโพธิ์	กรรมการ
อาจารย์ขวัญยุ้ย เลี่ยมสำโรง	กรรมการ
อาจารย์เอกสิทธิ์ สุทธะพินทุ	กรรมการ
อาจารย์พรชัย ชินสา	กรรมการ
อาจารย์ธนชัย พลเคน	กรรมการและเลขานุการ

### คณะวิศวกรรมศาสตร์

#### 1. คณะกรรมการอำนวยการ

รองศาสตราจารย์ศิวดล ภัฏญาคำ	ประธานกรรมการ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์สมชาย อินทะตา	กรรมการ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์วรวพจน์ งามชมภู	กรรมการ
อาจารย์ทรงพล นามคุณ	กรรมการ
อาจารย์วุฒิกกร อนันตสิริชัย	กรรมการและเลขานุการ

#### 2. คณะกรรมการดำเนินงาน

ผู้ช่วยศาสตราจารย์สมชาย อินทะตา	ประธานกรรมการ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ปิยะพล สีหามิตร	กรรมการ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์มณี จันทะรัง	กรรมการ
อาจารย์ทรงพล นามคุณ	กรรมการ
อาจารย์วรวพจน์ สมบัติธีระ	กรรมการ
อาจารย์วุฒิกกร อนันตสิริชัย	กรรมการ

อาจารย์ชาญวิทย์ แก้วอาษา	กรรมการ
อาจารย์วรวงฤต ช่างจัตุรัส	กรรมการ
อาจารย์เจษฎีศิริ เกื้อนมูลละ	กรรมการ
อาจารย์ธน สุปัด	กรรมการ

### 3. คณะกรรมการฝ่ายสถานที่และสารสนเทศ

อาจารย์ทรงพล นามคุณ	ประธานกรรมการ
นายพนมพร อินทศิลา	กรรมการ
นางสาวชลธิชา จันทเขตต์	กรรมการ
นางสาวเสาวลักษณ์ มะโนราช	กรรมการ
นางสาวชลิตา เพ็ชรน้อย	กรรมการ
นายสิริภัทร ไชยศาลาแสง	กรรมการ
นายอุทัย ศิริภักดิ์	กรรมการ
นายดำรงค์ หวานอารมย์	กรรมการ
นายมิตร เกษไธสง	กรรมการ
นายสมจิตร พัดแดง	กรรมการ
นางสาวชนิดา อินทะตา	กรรมการและเลขานุการ

## คณะเทคโนโลยีการเกษตร

### 1. คณะกรรมการอำนวยการ

นางสาววันทนีย์ พลวิเศษ	ประธานกรรมการ
นายนพดล สมผล	รองประธานกรรมการ
นางพรพรรณ พัวไพบูลย์	กรรมการ
นางสาวฐานิดา ศรีหาวงศ์	กรรมการ
นายวุฒิศักดิ์ คุณุ	กรรมการ
นางสาวธนิษฐนันท์ บุญศรีชนะ	กรรมการ
นางสาวนภาพร เวชกามา	กรรมการและเลขานุการ

## 2. คณะกรรมการดำเนินงาน

นางสาววันทนีย์ พลวิเศษ	ประธานกรรมการ
นายนพดล สมผล	รองประธานกรรมการ
นายวุฒิศักดิ์ คุณุ	กรรมการ
นายวีระเดช ไชนสันเทียะ	กรรมการ
นายอุดร จิตจักร	กรรมการ
นางสาวมณีนยา นันทสาร	กรรมการ
นายธานินทร์ สิงกันยา	กรรมการ
นายธรรมชาติ แสงนิล	กรรมการ
นางสาวนภาพร เวชกามา	กรรมการและเลขานุการ
นางสาวชยาภัย ฤทธาพรหม	กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ

## 3. คณะกรรมการประสานการรับและการประเมินบทความวิชาการ

นายนพดล สมผล	ประธานกรรมการ
นางสาวฐานิดา ศรีหาวงศ์	รองประธานกรรมการ
นางรภัชสา จันทาศรี	กรรมการ
นายสิทธิศักดิ์ คำผา	กรรมการ
นายชูทวีป ปาลกะวงศ์ ณ อยุธยา	กรรมการ
นายอุทัย โคตรดก	กรรมการ
นางพรพรรณ พัวไพบูลย์	กรรมการ
นางสาววันทนีย์ พลวิเศษ	กรรมการ
นางจุฑารัตน์ แก่นจันทร์	กรรมการ
นายสำราญ พิมราช	กรรมการ
นายเหล็กไหล จันทะบุตร	กรรมการ
นางทวิทรัพย์ ไชยรักษ์	กรรมการ
นางสาวนภาพร เวชกามา	กรรมการ
นายไกรจักร แก้วพรม	กรรมการ
นางบัณฑิตา สวัสดิ์	กรรมการ
นางสาวกัญชลิษา รัตนเชิดฉาย	กรรมการ
นางนัตติยา ด่านไธมาส	กรรมการ
นางสาวกชพร ไวลูศักดิ์	กรรมการ



นายวุฒิศักดิ์ คุณุ	กรรมการ
นางสาวพรพิษณุ ธรรมปัทม์	กรรมการ
นายสิทธิโชค พรรคพิทักษ์	กรรมการ
นายอุตร จิตจักร	กรรมการ
นายวิรุณ ไมนะตระกูล	กรรมการ
นางสาวชลดา ยอดยิ่ง	กรรมการ
นางสาวมนันยา นันทสาร	กรรมการ
นางสาวเกศจิตต์ ขามคุลา	กรรมการ
นายวีรเดช ไชนสันเทียะ	กรรมการและเลขานุการ
นางสาวชยาภัย ฤทธาพรหม	กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ

#### 4. คณะกรรมการฝ่ายรับลงทะเบียนและการเงิน

นางจิราภรณ์ ทองสมบุญณ์	ประธานกรรมการ
นางยุพิน อุดมชัย	กรรมการ
นางสาวชยาภัย ฤทธาพรหม	กรรมการ
นางกรรณิกา นิमित	กรรมการและเลขานุการ

#### 5. คณะกรรมการฝ่ายนำเสนอผลงานวิชาการภาคบรรยาย

นายอุทัย โคตรดก	ประธานกรรมการ
นางบัวฉิตา สวัสดิ์	กรรมการ
นางสาววันทนี พลวิเศษ	กรรมการ
นายวีรเดช ไชนสันเทียะ	กรรมการ
นางสาวนภาพร เวชกามา	กรรมการ
นายณฤตล สวัสดิ์ศรี	กรรมการ
นางสาวศนันธร พิชัย	กรรมการ
นางสาวชลดา ยอดยิ่ง	กรรมการ
นางสาวฐานิดา ศรีหาวงศ์	กรรมการและเลขานุการ
นางสาวชยาภัย ฤทธาพรหม	กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ

#### 6. คณะกรรมการฝ่ายนำเสนอผลงานวิชาการภาคโปสเตอร์

นางทวิทรัพย์ ไชยรักษ์	ประธานกรรมการ
นายกรุง วิชาชัย	กรรมการ
นางนัตติยา ด่านไธมาส	กรรมการ
นายไกรจักร แก้วพรม	กรรมการ
นางสาวชนวรรณ ไทวรรณ	กรรมการ
นายอรรควุธ แก้วสีขาว	กรรมการ
นายณฤตล สวัสดิ์ศรี	กรรมการ
นางสาวปาริชาติ ราชมณี	กรรมการ
นายวิรุณ โมณะตระกูล	กรรมการ
นายวุฒิสักดิ์ คุณุ	กรรมการและเลขานุการ
นายธรรมชาติ แสงนิล	กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ

#### 7. คณะกรรมการฝ่ายสถานที่และสารสนเทศ

นายธานินทร์ สิงกันยา	ประธานกรรมการ
นายอุดร จิตจักร	รองประธานกรรมการ
นายอรรควุธ แก้วสีขาว	กรรมการ
นายวีระเดช ไชนสันเทียะ	กรรมการ
นายธรรมชาติ แสงนิล	กรรมการ
นายสิทธิโชค พรรคพิทักษ์	กรรมการและเลขานุการ
นายคำภี นวนสุวรรณ	กรรมการและเลขานุการ

#### 8. คณะกรรมการประเมินผล และสรุปรายงาน

นางสาวมนันยา นันทสาร	ประธานกรรมการ
นางสาวเกศจิตต์ ขามคุลา	รองประธานกรรมการ
นายปริญญา เปรมโต	กรรมการ
นางสาวชนวรรณ ไทวรรณ	กรรมการ
นายมหินทร โพธิ์วรรณ	กรรมการ
นางสาวชยาภัย ฤทธาพรหม	กรรมการและเลขานุการ
นายธรรมชาติ แสงนิล	กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ



The 2<sup>nd</sup> National Conference on Science Engineering Agriculture and Technology 2022



043-712-620



043-712-620



seat@rmu.ac.th