



วารสารวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร

สำหรับวิจัยและส่งเสริมวิชาการการเกษตร

มหาวิทยาลัยแม่โจ้

ปีที่ 40 ฉบับที่ 3 กันยายน - ธันวาคม 2566

ISSN 2985-0118 (Online)

การใช้เทคโนโลยีในการผลิตมะขวิดของเกษตรกรในจังหวัดนครนายก ธราเทพ พันธบุตร ธาณินทร์ คงศิลา และวีรศิลป์ สอนจรรยา.....	1-10
การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีไม้ผลสู่การเกษตรสมัยใหม่: กรณีศึกษาไม้ผลที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ สุวรรณา ประณีตวาทกุล ปิยะทัศน์ พาหุอนุรักษ์ กัมปนาท วิจิตรศรีกรมล จักรกฤษณ์ พจนศิลป์ ณิธิชา ธรรมธนากุล สุวรรณสา ทรายรมญาติ และชนิภรณ์ เลิศล้ำ.....	11-21
ผลของการงดการให้น้ำในระยะการเจริญเติบโตทางสืบพันธุ์ที่แตกต่างกันและระยะเวลาการเก็บรักษาต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสง จีระรัตน์ ชิดแสน กาญจนาศิระศักดิ์ ชัยนิตย์ ภักดิ์ไทย และภาคภูมิ ถิ่นคำ.....	22-33
ผลของรูปแบบการจัดการน้ำร่วมกับการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินต่อผลผลิตและประสิทธิภาพการใช้น้ำของข้าวปทุมธานี 1 ที่ปลูกในชุดดินสมุทรปราการ อุไรวรรณ ไอยสุวรรณ ธนวดี พรหมจันทร์ และจีระศักดิ์ ขอบแดง.....	34-42
การศึกษาการปนเปื้อนโลหะหนักและเชื้อจุลินทรีย์ในดินปลูกที่เพาะปลูกในพื้นที่จำกัด พรพรรณ ก่อใจ เกียรติภูมิ ลาภภิญโญ และจักรกฤษณ์ คณารีย์.....	43-54
สารประกอบเชิงหน้าที่ในการเพิ่มมูลค่าของสาหร่ายพวงองุ่น <i>Caulerpa lentillifera</i> สิทธิกรณ อยู่แจ่ม เกียรติศักดิ์ เม่งอำพัน นริศรา ไล่เลิศ และดวงพร อมรเลิศพิศาล.....	55-64
ประสิทธิภาพของสารอัลลิโลพาธิจากหญ้าก้านจาว (<i>Bidens pilosa</i> L.) ในการควบคุมวัชพืช เจนจิรา หม่องอ้น และกุลชา ชาญพ.....	65-74
สภาวะที่เหมาะสมต่อการผลิตแคโรทีนอยด์โดย <i>Rhodotorula rubra</i> MJU11 ร่วมกับเชื้อ <i>Lactobacillus acidophilus</i> KK-03 ในปลาป่น ณัฐพร จันทร์ฉาย เขียวพา พุกกระเวก และณัฐนรี นาระกันทา.....	75-84
ผลของวิธีการทำแห้งต่อองค์ประกอบทางเคมี กรดอะมิโนและค่าการย่อยได้ของโปรตีนในหลอดทดลองของหนอนแมลงวันลาย (<i>Hermetia illucens</i>) ธนกร วิชัยวงศ์ ชามา อินซอน และชาญวิทย์ แก้วตาปี.....	85-95
พิษเฉียบพลันของแอมโมเนียต่อลูกปลานิล (<i>Oreochromis niloticus</i>) ที่เลี้ยงในระดับ pH ต่างกัน ทักษิณี นลวชัย และศศิธร สีสุข.....	96-105
ความเข้มข้นที่เหมาะสมของสารสกัดแทนนินจากใบทุกวางต่อการงอกใหม่ของหางปลาถัก พรพิมล พิมพ์รัตน์ สุพันธ์ณี สุวรรณภักดี และพัชราวลัย ศรียะศักดิ์.....	106-115
ความเป็นไปได้ในการยกระดับเกษตรกรผู้ปลูกข้าวพันธุ์เม็ดฝ้ายของพื้นที่ตำบลเขาโร อำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช สู่การเป็นเกษตรกรผู้ผลิตแบบเกษตรอินทรีย์ รัตนา อุ่นจันทร์ จาริพร เพชรชิต และสาธิต บัวขาว.....	116-126
ปัจจัยที่มีผลต่อความต้องการในการส่งเสริมปลูกผักปลอดภัยจากสารพิษของเกษตรกรอำเภอเมืองปาน จังหวัดลำปาง ศรัณยา ปัญญาอิน สายสกุล ฟองมูล พหล ศักดิ์คะทัศน์ และกังสดาล กนกหงส์.....	127-137
ความรู้และการปฏิบัติตามแนวทางการเกษตรที่ดีในการเลี้ยงผึ้งโพรงของเกษตรกรในอำเภอปะเหลียน จังหวัดตรัง ฐิตาภรณ์ อนุสาร ปองพร ธาราสุข และณฤมล พฤกษา.....	138-151
แนวทางการพัฒนาของการดำเนินงานกลุ่มวิสาหกิจชุมชนเลี้ยงไก่พื้นเมืองพัทลุง อัศวลักษณ์ ราชพลสิทธิ์ วันชัย ธรรมสังการ สมศักดิ์ ลีลา อังคณา ธรรมสังการ สมฤดี สงวนแก้ว และจิรัชยา เจียวก๊ก.....	152-164
สภาพการเลี้ยงและความต้องการส่งเสริมการเลี้ยงโคเนื้อของเกษตรกรจังหวัดชัยนาท กัลยกร วงศ์รักษ์.....	165-175
ความเต็มใจจ่ายสำหรับผลิตภัณฑ์แมลงศัตรูธรรมชาติของเกษตรกรกลุ่มผู้ผลิตข้าวแบบปลอดภัยในเขตพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ มนตรี สิงหะวาระ สุปรียา หวังเสถียร ธนศ ศวีร์ชัยลำพันธ์ และกมลทิพย์ ปัญญาสิทธิ์.....	176-189
การวิเคราะห์ต้นทุนต่อหน่วยฟาร์มอนุบาลลูกกบนาอัจฉริยะ ประภคฤดี ช่วยสถิตย์ ศักดิ์ศรี รักไทย และยุวดี อัยคำ.....	190-205
กลยุทธ์การพัฒนาการท่องเที่ยวเชิงเกษตรของตำบลนาข้าวเสีย อำเภอนาโยง จังหวัดตรัง ชุตินา สุทธาภิรมย์ วีรภานต์ พวงจันทร์ ปัญญา เกิดล่อง ฤทธิเดช สุขคง และสุพมาล หวานแก้ว.....	206-219
การสังเคราะห์งานวิจัยด้านยางพาราของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานีภายใต้การสนับสนุนโครงการพัฒนาจังหวัด อรทัย เลียงจินดาถาวร และรจนา คำดีเกิด.....	219-234

AGRI RESEARCH AND EXTENSION

วารสารวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร

JOURNAL OF AGRICULTURAL RESEARCH AND EXTENSION

ที่ปรึกษา	อธิการบดีมหาวิทยาลัยแม่โจ้ ผู้ช่วยศาสตราจารย์พาวิณ มะโนชัย รองผู้อำนวยการสำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการการเกษตร ฝ่ายวิจัย รองผู้อำนวยการสำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการการเกษตร ฝ่ายบริการวิชาการ	
บรรณาธิการ	รองศาสตราจารย์ ดร.เกรียงศักดิ์ ศรีเงินยวง	
รองบรรณาธิการ	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิบูลย์ภาส สังขาลี	
บรรณาธิการผู้ช่วย	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุธีระ เหมฮัก อาจารย์ ดร.จุฑามาศ อางนาเสียว	
กองบรรณาธิการ	ศาสตราจารย์เกียรติคุณ ดร.อนุรักษ์ ปัญญาวัฒน์	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
	ศาสตราจารย์เกียรติคุณ ดร.อารี วิบูลย์พงศ์	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
	ศาสตราจารย์เกียรติคุณ ดร.दनัย บุญเกียรติ	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
	ศาสตราจารย์เกียรติคุณ ดร.สัญญา จตุรสิทธา	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
	ศาสตราจารย์ ดร.ดอกรัก มารอด	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
	ศาสตราจารย์ ดร.อุทัยรัตน์ ณ นคร	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
	ศาสตราจารย์ ดร.ประนอม จันทร์โณทัย	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
	ศาสตราจารย์ ดร.ไพศาล สิทธิกรกุล	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
	ศาสตราจารย์ ดร.สิริวัฒน์ วงษ์ศิริ	มหาวิทยาลัยแม่โจ้
	ศาสตราจารย์ ดร.ทงเกียรติ เกียรติศิริโรจน์	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
	ศาสตราจารย์เฉลิมพล แซมเพชร	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
	รองศาสตราจารย์ ดร.วรทัศน์ อินทร์คัมพร	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
	รองศาสตราจารย์ ดร.บุญมี ศิริ	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
	รองศาสตราจารย์ ดร.วันดี วัฒนชัยยิ่งเจริญ	มหาวิทยาลัยนครสวรรค์
	รองศาสตราจารย์ ดร.จรัญธร บุญญาภาพ	มหาวิทยาลัยนครสวรรค์
	รองศาสตราจารย์ ดร.ญาณิน โอภาสพัฒนกิจ	มหาวิทยาลัยแม่โจ้
	รองศาสตราจารย์ ดร.ประเสริฐ จรรยาสุภาพ	มหาวิทยาลัยแม่โจ้
	รองศาสตราจารย์ ดร.อภิรักษ์ สุวรรณรักษ์	มหาวิทยาลัยแม่โจ้
	รองศาสตราจารย์อ้อมทิพย์ เมฆรักขานิช แคมป์	มหาวิทยาลัยแม่โจ้
	รองศาสตราจารย์ประวีตร พุทยานนท์	มหาวิทยาลัยแม่โจ้
	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยะวรรณ สุทธิประพันธ์	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยะนุช เนียมทรัพย์	มหาวิทยาลัยแม่โจ้
	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ธีระพงษ์ สว่างปัญญางูร	มหาวิทยาลัยแม่โจ้
ฝ่ายจัดทำวารสารฯ	นางทิพย์สุดา ปุกมณี นางสาวอัมภา สันทราย	นางสาวรังสิมา อัมพวัน นางสาวรัฐธรรมา ขยัน
ฝ่ายประชาสัมพันธ์และเผยแพร่	นายปริญญา เพ็ชรอุตสาห์	
จัดทำโดย	กองบริหารงานบริการวิชาการ สำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ 50290 โทรศัพท์ 0-5387-3411 โทรสาร 0-5387-3418 E-mail: Mju_journal@gmaejo.mju.ac.th Web site: https://li01.tci-thaijo.org/index.php/MJUJN/index	

วารสารวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร เป็นวารสารทางวิชาการของมหาวิทยาลัยแม่โจ้ ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อเผยแพร่งานวิจัยและบทความทางวิชาการด้านการเกษตร เป็นวารสารราย 4 เดือน กำหนดออกปีละ 3 ฉบับ โดยมีการเผยแพร่ออนไลน์ (Journal Online) ในรูปวารสารทางอิเล็กทรอนิกส์ ISSN 2985-0118 (Online) สำหรับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาการเกษตร

บทบรรณาธิการ

วารสารวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร ปีที่ 40 ฉบับที่ 3 (กันยายน-ธันวาคม 2566) เป็นฉบับสุดท้ายของปี พ.ศ. 2566 และอยู่ในช่วงท้ายปีของการเพาะปลูกพืชหลายชนิด ในหลายพื้นที่ยังคงประสบปัญหาฝนทิ้งช่วงเนื่องจากเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญ ทำให้ขาดแคลนน้ำ ส่งผลต่อการเติบโตของต้นข้าวที่เติบโตได้ไม่เต็มที่ และบางพื้นที่ปลูกข้าวนาปีได้เพียงรอบเดียว ผลผลิตต่อไร่ลดลง เนื่องจากปริมาณน้ำฝนน้อย ส่งผลให้เกษตรกรในบางพื้นที่ปล่อยที่นาให้ว่าง ประกอบกับบางพื้นที่พบโรคและแมลงศัตรูพืชระบาด ในขณะที่ชาวสวนทุเรียน ยางพารา ปาล์มน้ำมัน มังคุด เงาะ และกาแฟ ซึ่งถือว่าเป็นผลผลิตหลักของภาคใต้ และการปลูกข้าวนาปรังในพื้นที่ภาคกลางและภาคเหนือที่มีพื้นที่เพาะปลูกราวร้อยละ 80 ต้องปรับตัวต่อความไม่แน่นอนของสภาพอากาศ และความผันผวนของราคา การใช้เทคโนโลยีการผลิต การเก็บเกี่ยว และการแปรรูป จะต้องพัฒนาเพื่อต่อสู้กับการเปลี่ยนแปลงกันอย่างต่อเนื่อง

วารสารวิจัย ฯ ฉบับนี้ ท่านจะได้พบกับบทความวิจัยและบทความวิชาการที่เกี่ยวกับวิชาการด้านการเกษตร อาหาร สุขภาพ และสิ่งแวดล้อม ตลอดจนนวัตกรรมด้านการเกษตร และการส่งเสริมวิชาการเกษตรที่น่าสนใจจากหลากหลายประเด็นทั้งพืชและสัตว์ อาทิ เช่น ผลของการงดการให้น้ำในระยะการเจริญเติบโตทางสืบพันธุ์ที่แตกต่างกันและระยะเวลาการเก็บรักษาต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสง การปนเปื้อนโลหะหนักและเชื้อจุลินทรีย์ในดีปลี การเพิ่มมูลค่าของสาหร่ายพวงองุ่น ประสิทธิภาพของสารอัลลิโลพาธิจากหญ้าก้านจาวในการควบคุมวัชพืช ในด้านสัตว์น้ำ เช่น พิษเฉียบพลันของแอมโมเนียต่อลูกปลานิลที่เลี้ยงในระดับ pH ต่างกัน ความเข้มข้นที่เหมาะสมของสารสกัดแทนนินจากใบหูกวางต่อการงอกใหม่ของหางปลากัด การวิเคราะห์ต้นทุนต่อหน่วยฟาร์มอนุบาลลูกกบนาอัจฉริยะ และผลงานการศึกษาศาสตร์ส่งเสริมวิชาการเกษตรอีกหลากหลายเรื่อง วารสารวิจัย ฯ หวังว่าผู้อ่านจะได้รับประโยชน์ไม่มากนักน้อยเพื่อเป็นการส่งเสริมและแลกเปลี่ยนองค์ความรู้เพื่อช่วยกันพัฒนาการเกษตรไทยให้ก้าวหน้ายิ่งขึ้นไป

ในศุภวารดิถีขึ้นปีใหม่ พุทธศักราช 2567 นี้ กระผมและกองบรรณาธิการของวารสารวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร ขอกราบอาราธนาสิ่งศักดิ์สิทธิ์ทั้งหลายในสากลโลก จงโปรดอภิบาลรักษา ค้ำครอง ปกป้อง ให้ทุกท่านได้ประสบแต่ความสุข ความเจริญ สุขภาพแข็งแรง มีความเจริญก้าวหน้าในหน้าที่การงาน และสุขสมหวังในสิ่งที่ปรารถนาทุกประการด้วยเทอญ

พบกันใหม่ในฉบับหน้าปี 2567 ครับ

ด้วยรักและเคารพ



รองศาสตราจารย์ ดร.เกรียงศักดิ์ ศรีเงินวง
บรรณาธิการวารสารวิจัย ฯ

การใช้เทคโนโลยีในการผลิตมะยงชิดของเกษตรกร ในจังหวัดนครนายก
Farmers' Technology Applications for Marian Plum Production
in Nakhon Nayok Province

ธราเทพ พันธุ์บุตร¹ ธาณินทร์ คงศิลา^{1*} และวีรศิลป์ สอนจรูญ²
Tharathep Punthubuth¹, Tanin Kongsila^{1*} and Weerasin Sonjaroon²

¹ภาควิชาส่งเสริมและนิเทศศาสตร์เกษตร คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

²วิทยาลัยบูรณาการศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

¹Department of Agricultural Extension and Communication, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok, Thailand 10900

²School of Integrated Science, Kasetsart University, Bangkok, Thailand 10900

*Corresponding author: tanin.k@ku.th

Received: June 07, 2022

Revised: August 04, 2022

Accepted: August 22, 2022

Abstract

The objectives of this research were: 1) to study demographic context and economic context of marian plum farmers in Nakhon Nayok province, 2) to study the farmers' technology applications in marian plum production, 3) to compare of farmers' technology applications in marian plum production classified by economic context and 4) to study problems and the farmers' recommendations in Marian Plum production. The samples consisted of 177 marian plum farmers. Data were collected by using questionnaire. Research hypotheses were analyzed by analysis of variance (ANOVA). The research results showed that most farmers were female (61.02%) with an average age of 61 years old, finished primary school or none (43.50%). An average number of household members was 3-4 persons (62.15%). An average area of marian plum farmland was 2.68 rai and most of the farmers have their own land (81.92%). Household labors were 1-2 persons (78.54%) and no outsourcing (81.36%). An average of production expenses in 2021 was 15,173.45 Baht. An average income from marian plum production in 2021 was 45,179.10 Baht. The farmers used technology applications in marian plum production, in overall, on a high level (average 2.30). The hypothesis testing indicated that farmers who had different levels on production expenses and incomes used the technology applications differently at a significance level of 0.05.

Keywords: plant production technology, marian plum

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาบริบททางประชากรศาสตร์ บริบททางเศรษฐกิจของเกษตรกรผู้ปลูกมะยงชิดจังหวัดนครนายก 2) ศึกษาการใช้เทคโนโลยีการผลิตมะยงชิดของเกษตรกรผู้ปลูกมะยงชิดจังหวัดนครนายก 3) เปรียบเทียบการใช้เทคโนโลยีการผลิตมะยงชิด จำแนกตามบริบททางเศรษฐกิจ 4) ศึกษาปัญหาและข้อเสนอแนะในการผลิตมะยงชิดของเกษตรกร กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย จำนวน 177 ราย เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถาม ทำการทดสอบสมมติฐานโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ผลการวิจัยพบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง (ร้อยละ 61.02) อายุเฉลี่ย 61 ปี จบการศึกษาระดับประถมศึกษาหรือต่ำกว่า (ร้อยละ 43.50) มีจำนวนสมาชิกในครัวเรือน 3-4 คน (ร้อยละ 62.15) มีการถือครองพื้นที่ปลูกมะยงชิดเฉลี่ย 2.68 ไร่ โดยเป็นของตนเอง (ร้อยละ 81.92) มีแรงงานในครัวเรือน 1-2 คน (ร้อยละ 78.54) และไม่ได้จ้างแรงงานจ้างจากภายนอก (ร้อยละ 81.36) เกษตรกรมีต้นทุนในการผลิตมะยงชิดในปี พ.ศ. 2564 เฉลี่ย 15,173.45 บาท มีรายได้จากการจำหน่ายมะยงชิดในปี พ.ศ. 2564 เฉลี่ย 45,179.10 บาท เกษตรกรมีการใช้เทคโนโลยีในการผลิตมะยงชิดในภาพรวมอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 2.30) ผลการทดสอบสมมติฐานพบว่า เกษตรกรที่มีต้นทุนในการผลิตมะยงชิด และมีรายได้จากการจำหน่ายมะยงชิดที่แตกต่างกัน มีการใช้เทคโนโลยีการผลิตมะยงชิดในภาพรวมทุกด้าน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

คำสำคัญ: เทคโนโลยีการผลิตพืช มะยงชิด

คำนำ

ผลไม้ นับเป็นสินค้าเกษตรที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่งของประเทศไทย สร้างรายได้ให้กับประเทศเป็นอย่างมาก ซึ่งประเทศไทยเป็นผู้นำการผลิต

และส่งออกผลไม้เมืองร้อนที่สำคัญและมีชื่อเสียงที่สุดในภูมิภาคอาเซียน ปัจจุบันเกษตรกรมีการปลูกไม้ผล 57 ชนิด ในพื้นที่ประมาณ 7.7 ล้านไร่ สร้างผลผลิตปีละประมาณ 10.81 ล้านตัน มีมูลค่าการส่งออกในปี พ.ศ. 2563 สูงถึง 128,337.07 ล้านบาท ถึงแม้ในปี พ.ศ. 2563 เศรษฐกิจโลกต้องเผชิญภาวะวิกฤตจากการระบาดของ COVID-19 ก็ตาม (Department of International Trade Promotion, 2021) ในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560-2564) ประเด็นการพัฒนาภาคการเกษตร ได้มีวัตถุประสงค์ในการส่งเสริมและสนับสนุนการยกระดับการผลิตสินค้าเกษตรไทย ผลักดันสินค้าเกษตรให้มีความโดดเด่นในด้านคุณภาพมาตรฐานความปลอดภัยในตลาดโลก และเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันอย่างยั่งยืน (Office of the National Economic and Social Development Council, 2017)

มะยงชิดเป็นผลไม้เขตร้อนที่มีลักษณะเด่นเฉพาะตัว เป็นไม้ผลเศรษฐกิจที่สำคัญ และได้รับการขึ้นทะเบียนสิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ไทย (Thai Geographical Indication: GI) จังหวัดนครนายกมีพื้นที่ปลูกมะยงชิด 12,716 ไร่ มีผลผลิตรวมกว่า 1,600 ตัน มูลค่าผลผลิตมากกว่า 500 ล้านบาทต่อปี แต่ในช่วง 3 ปีที่ผ่านมา มะยงชิดนครนายกได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ทำให้ผลผลิตเหลือเพียงร้อยละ 3-5 ของผลผลิตที่เคยได้รับ ประกอบกับมะยงชิดเป็นผลไม้ที่ค่อนข้างให้ผลผลิตยาก หากสภาพอากาศไม่เอื้ออำนวยจะส่งผลต่อการเจริญเติบโตและการติดผล เนื่องจากมะยงชิดต้องมีการดูแลที่ซับซ้อน เช่น การได้รับน้ำในปริมาณที่มากเกินไปจะทำให้ช่อดอกและผลร่วง รวมถึงมีปัจจัยต่าง ๆ เช่น การระบาดของโรคและแมลงศัตรูพืช การเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ ซึ่งอาจเป็นปัจจัยที่ส่งผลให้มะยงชิดไม่สามารถมีผลผลิตที่เพียงพอต่อความต้องการ (Nakhon Nayok Provincial Agriculture and Cooperative Office, 2019)

มะยงชิดเป็นผลไม้ที่มีศักยภาพเหมาะสมกับการยกระดับการผลิตตามแผนพัฒนาภาคการเกษตร แต่ยังคง

พบปัญหาจากการผลิตอยู่ เช่น การใช้เทคโนโลยีการผลิตที่ไม่เหมาะสม ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาการใช้เทคโนโลยีในการผลิตมะยงชิดของเกษตรกรผู้ปลูกมะยงชิดในจังหวัดนครนายก การศึกษาครั้งนี้จะสามารถนำผลการวิจัย ไปเป็นแนวทางในการส่งเสริมและพัฒนาความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีในการผลิตมะยงชิดให้กับเกษตรกรผู้ปลูกมะยงชิดในจังหวัดนครนายก และในพื้นที่จังหวัดอื่น ๆ ต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ เกษตรกรที่ลงทะเบียนผู้ปลูกมะยงชิดปี พ.ศ. 2563 ในพื้นที่ตำบลดงละคร อำเภอเมืองนครนายก ตำบลบ้านนา อำเภอบ้านนา และตำบลปากพลี อำเภอปากพลี เนื่องจากเป็นพื้นที่ผลิตมะยงชิดเพื่อการค้า จำนวนเกษตรกรทั้งสิ้น 315 ราย ทำการสุ่มตัวอย่างโดยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบชั้นภูมิ ได้เกษตรกรกลุ่มตัวอย่างจำนวน 177 ราย และคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างจากแต่ละตำบลโดยวิธีสุ่มอย่างง่าย (Niyamangkoon, 2018)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลครั้งนี้เป็นแบบสอบถาม แบ่งออกเป็น 3 ตอน ดังนี้ 1) บริบททางประชากรศาสตร์ และบริบททางเศรษฐกิจ 2) การใช้เทคโนโลยีในการผลิตมะยงชิดของเกษตรกรผู้ปลูกมะยงชิด ในจังหวัดนครนายก ในด้านพันธุ์ ด้านการดูแลรักษา ด้านการป้องกันกำจัดโรคและแมลงศัตรูพืช และด้านการจัดการผลผลิตของเกษตรกร 3) ปัญหา และข้อเสนอแนะ ทำการทดสอบความเชื่อมั่นโดยวิธี Cronbach's Alpha Coefficient ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.816

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1) การเก็บข้อมูลแบบปฐมภูมิ (Primary data) โดยเก็บรวบรวมข้อมูลกับเกษตรกรผู้ปลูกมะยงชิด ในจังหวัดนครนายก จากการสุ่มตัวอย่าง จำนวน 177 ราย ดำเนินการศึกษาในปี พ.ศ. 2564

2) การเก็บข้อมูลแบบทุติยภูมิ (Secondary data) โดยเก็บรวบรวมข้อมูลจากเอกสารทางวิชาการ งานวิจัย วิทยานิพนธ์ที่เกี่ยวข้อง และข้อมูลจากระบบออนไลน์

การวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติที่ใช้วิเคราะห์ ได้แก่ สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive statistics) และทำการทดสอบสมมติฐาน โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยประชากรรายคู่แบบ Least Significant Difference (LSD)

ผลการวิจัยและวิจารณ์

บริบททางประชากรศาสตร์ของเกษตรกรผู้ปลูกมะยงชิดในจังหวัดนครนายก

เกษตรกรผู้ปลูกมะยงชิดส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง มีอายุเฉลี่ย 60.58 ปี จบการศึกษาระดับประถมศึกษาหรือต่ำกว่า มีสมาชิกในครัวเรือนเฉลี่ย 3.19 คน (Table 1) สอดคล้องกับ Fakhong *et al.* (2021) ที่พบว่าเกษตรกรผู้ปลูกมะยงชิดในจังหวัดนครนายกส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง มีอายุเฉลี่ย 58.96 ปี และจบการศึกษาในระดับประถมศึกษา จากผลการวิจัยเห็นได้ว่าเกษตรกรส่วนใหญ่เป็นผู้สูงอายุ มีอายุเฉลี่ยค่อนข้างสูง อาจเป็นเพราะคนรุ่นใหม่ให้ความสนใจในเรื่องเกษตรกรรมค่อนข้างน้อย

Table 1 Frequency and percentage of demographic context of farmers

(n = 177)

Personal factors	Frequency	Percent
Gender		
Male	69	38.98
Female	108	61.02
Age (years old)		
≤ 50	36	20.34
51 – 65	75	42.37
≥ 66	66	37.29
Mean = 60.58, S.D. = 11.181, Minimum = 30, Maximum = 80		
Educational level		
No formal education or primary school	77	43.50
Secondary school or high school	61	34.47
Bachelor's degree or higher than Bachelor's degree	39	22.03
Household member (persons)		
1 – 2	48	27.12
3 – 4	110	62.15
≥ 5	19	10.73
Mean = 3.19, S.D. = 1.132, Minimum = 1, Maximum = 6		

บริบททางเศรษฐกิจของเกษตรกรผู้ปลูกมะยงชิด ในจังหวัดนครนายก

เกษตรกรส่วนใหญ่มีรูปแบบการถือครองพื้นที่ทำการเกษตรเป็นของตนเอง (ร้อยละ 81.92) มีพื้นที่ปลูกมะยงชิดเฉลี่ยเท่ากับ 2.68 ไร่ มีแรงงานในครัวเรือน 1-2 คน และไม่ได้จ้างแรงงานจ้างจากภายนอก ทั้งนี้ ในปี พ.ศ. 2564 เกษตรกรมีต้นทุนการผลิตมะยงชิดเฉลี่ย 15,173.45 บาท และมีรายได้จากการจำหน่ายมะยงชิด

เฉลี่ย 45,179.10 บาท (Table 2) สอดคล้องกับ Nakklay *et al.* (2019) ที่พบว่าปัจจัยด้านเศรษฐกิจส่วนใหญ่มีความสัมพันธ์ต่อการปลูกมะยงชิดของเกษตรกร ได้แก่ พื้นที่ปลูก จำนวนผลผลิต ต้นทุนในการปลูก และแหล่งเงินทุน จากผลการวิจัยเห็นได้ว่า แรงงานในการผลิตส่วนใหญ่เป็นลักษณะของครอบครัวขนาดเล็ก และปลูกมะยงชิดไม่เกิน 2 ไร่ ซึ่งเหมาะสมกับจำนวนแรงงานในการผลิตมะยงชิด เนื่องจากมะยงชิดเป็นพืชที่ต้องการการดูแลค่อนข้างมาก

Table 2 Frequency and percentage of economic context

(n = 177)

Economic factors	Frequency	Percent
Land holdings		
Land owner	145	81.92
Rent	12	6.78
Land owner and rent	20	11.30
Planting area (rai)		
≤ 2	121	68.36
2.01 – 5.00	39	22.03
≥ 5.01	17	9.61
Mean = 2.68, S.D. = 2.458, Minimum = 0.25, Maximum = 15		
Household labor (persons)		
No labor	1	0.56
1 – 2	139	78.54
≥ 3	37	20.90
Hire labor (persons)		
No labor	144	81.36
1 – 2	19	10.73
≥ 3	14	7.91
Production expenses in 2021 (Baht)		
≤ 5,000	54	30.51
5,001 – 10,000	46	25.99
10,001 – 15,000	19	10.73
15,001 – 20,000	20	11.30
≥ 20,001	38	21.47
Mean = 15,173.45, S.D. = 14,454.424, Minimum = 1,000, Maximum = 86,000		
Income from selling products in 2021 (Baht)		
≤ 20,000	68	38.42
20,001 – 40,000	49	27.68
40,001 – 60,000	21	11.87
60,001 – 80,000	14	7.91
≥ 80,001	25	14.12
Mean = 45,179.10, S.D. = 46,664.077, Minimum = 5,000, Maximum = 290,000		

การใช้เทคโนโลยีการผลิตมะยงชิดของเกษตรกรผู้ปลูกมะยงชิด ในจังหวัดนครนายก

เกษตรกรมีการใช้เทคโนโลยีในการผลิตมะยงชิดภาพรวมทุกด้านอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 2.30) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า

1) มีการใช้เทคโนโลยีด้านพันธุ์ อยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 2.74) พบว่าเกษตรกรมีการใช้เทคโนโลยีมากที่สุด คือ การคัดเลือกพันธุ์ที่ทนต่อโรคและแมลง และการคัดเลือกพันธุ์มะยงชิดที่ให้ผลผลิตสูง เนื่องจากการคัดเลือกพันธุ์ที่ดีก่อนนำมาปลูก จะสามารถทำให้การดูแลจัดการการผลิตง่ายยิ่งขึ้น

2) มีการใช้เทคโนโลยีด้านการดูแลรักษา อยู่ในระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ย 2.24) พบว่าเกษตรกรมีการใช้เทคโนโลยีมากที่สุด คือ การวางระบบน้ำที่เหมาะสมกับพื้นที่ปลูก สอดคล้องกับ Parnpeachra (2015) ที่พบว่าเกษตรกรได้ให้ความสำคัญกับการวางแผนการจัดการเรื่องดินและระบบน้ำ ซึ่งเป็นปัจจัยหลักในการปลูกไม้ผลและไม่ยืนต้น

3) มีการใช้เทคโนโลยีด้านการป้องกันกำจัดโรคและแมลง อยู่ในระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ย 2.23) พบว่า

เกษตรกรมีการใช้เทคโนโลยีมากที่สุด คือ การห่อผลมะยงชิด สอดคล้องกับ Boonwong *et al.* (2017) ที่พบว่า ผลมะยงชิดที่ได้รับการห่อผลด้วยถุงพลาสติก ในระยะการพัฒนาผลบนต้นสามารถป้องกันผลของมะยงชิด จากการเข้าทำลายของแมลงศัตรูพืช และเพิ่มคุณภาพของผลผลิตมะยงชิดได้

4) ด้านการจัดการผลผลิต อยู่ในระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ย 2.00) พบว่าเทคโนโลยีที่เกษตรกรมีการใช้มากที่สุด คือ การตัดขนาดผล/คัดเกรด มะยงชิดก่อนจำหน่ายน้อยที่สุด คือ การแปรรูปมะยงชิด เช่น มะยงชิดอบแห้ง มะยงชิดแช่อิ่ม มะยงชิดลอยแก้ว เป็นต้น เนื่องจากเกษตรกรส่วนใหญ่เน้นการขายผลสดของมะยงชิดมากกว่า หากเกษตรกรสามารถนำมะยงชิดที่ตกเกรดหรือมีลักษณะภายนอกไม่สวยงามมาแปรรูปได้ จะเป็นการเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์จากมะยงชิดได้อีกทางหนึ่ง (Table 3) สอดคล้องกับ Srisook (2020) ที่พบว่า การแปรรูปสินค้าเกษตรเป็นการแก้ไขปัญหาราคาสินค้าเกษตร และยังช่วยให้ผู้ประกอบการสามารถเพิ่มมูลค่าให้แก่สินค้า รวมถึงตอบสนองความต้องการของตลาดในอนาคตได้

Table 3 Farmers' technology applications for marian plum production

(n = 177)

Farmers' technology applications for marian plum production	\bar{x}	S.D.	Level of technology applications
Preparation varieties	2.74	0.435	High
Plant care	2.24	0.869	Moderate
Disease and insect prevention	2.23	0.874	Moderate
Productivity management	2.00	0.679	Moderate
Overall	2.30	0.714	High

*Never = 0.00–0.75, Low = 0.76–1.50, Moderate = 1.51–2.25, High = 2.26–3.00

การเปรียบเทียบการใช้เทคโนโลยีการผลิตมะยงชิด จำแนกตามบริบททางเศรษฐกิจ

1) เกษตรกรที่มีลักษณะการถือครองพื้นที่ทำการเกษตรเป็นพื้นที่ของตนเอง มีการใช้เทคโนโลยีในการผลิตมะยงชิดด้านการดูแลรักษา และด้านการจัดการผลผลิตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 กับเกษตรกรที่มีลักษณะการถือครองพื้นที่ทำการเกษตรทั้งพื้นที่ตนเองและพื้นที่เช่า เนื่องมาจากเกษตรกรที่เช่าที่ดินเพื่อการผลิตจะมีต้นทุนการผลิตสูงกว่าเกษตรกรที่มีที่ดินเป็นของตนเอง ซึ่งอาจจำเป็นต้องลดต้นทุนในการดูแลรักษา และการจัดการผลผลิต

2) เกษตรกรที่มีจำนวนพื้นที่ปลูกมะยงชิดแตกต่างกัน มีการใช้เทคโนโลยีในการผลิตมะยงชิดไม่แตกต่างกัน เนื่องมาจากเกษตรกรส่วนใหญ่มีวิธีการจัดการการผลิตที่คล้ายกันซึ่งไม่แตกต่างกันมาก ขนาดของพื้นที่ที่แตกต่างกันจึงไม่ส่งผลต่อวิธีการใช้เทคโนโลยีในการผลิตมะยงชิด

3) เกษตรกรที่มีจำนวนแรงงานในครัวเรือนแตกต่างกัน มีการใช้เทคโนโลยีในการผลิตมะยงชิดไม่แตกต่างกัน เนื่องมาจากเกษตรกรส่วนใหญ่ทำการผลิตมะยงชิดโดยใช้แรงงานจากภายในครอบครัว วิธีการจัดการต่าง ๆ จึงไม่แตกต่างกัน

4) เกษตรกรที่ไม่มีแรงงานจ้าง มีการใช้เทคโนโลยีในการผลิตมะยงชิดด้านการดูแลรักษา แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 กับเกษตรกรที่มีจำนวนแรงงานจ้าง 2 คน เนื่องมาจากเกษตรกรที่มี

การจ้างแรงงานจากภายนอกเข้ามาช่วยในการผลิตจะสามารถดูแลจัดการได้อย่างทั่วถึงมากกว่าเกษตรกรที่ไม่มีแรงงานจ้าง

5) เกษตรกรที่มีต้นทุนจากการผลิตมะยงชิด 5,000-10,000 บาท มีการใช้เทคโนโลยีในการผลิตมะยงชิดแตกต่างกับเกษตรกรที่มีต้นทุนจากการผลิตมะยงชิด 20,001 บาทขึ้นไป ในด้านพันธุ์ ด้านการป้องกันกำจัดโรคและแมลง ด้านการดูแลรักษา และภาพรวมทุกด้าน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เนื่องมาจากเกษตรกรกลุ่มที่มีต้นทุนในการผลิตต่ำ ได้มีการปรับเปลี่ยนกระบวนการผลิตเพื่อที่จะลดต้นทุนในการผลิตลง เช่น การใช้ปุ๋ยอินทรีย์แทนปุ๋ยเคมี ซึ่งอาจแตกต่างกับกลุ่มที่มีต้นทุนในการผลิตสูง ซึ่งสามารถเลือกใช้เทคโนโลยีต่าง ๆ ได้

6) เกษตรกรที่มีรายได้จากการจำหน่ายมะยงชิดไม่เกิน 20,000 บาท มีการใช้เทคโนโลยีในการผลิตมะยงชิดแตกต่างกับเกษตรกรที่มีรายได้จากการจำหน่ายมะยงชิด 40,001-60,000 บาท และเกษตรกรที่มีรายได้จากการจำหน่ายมะยงชิด 20,001-40,000 มีการใช้เทคโนโลยีในการผลิตมะยงชิดแตกต่างกับเกษตรกรที่มีรายได้จากการจำหน่ายมะยงชิด 80,001 บาทขึ้นไป ในด้านการดูแลรักษา และภาพรวมทุกด้าน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (Table 4) ทั้งนี้ เนื่องมาจากเกษตรกรที่มีรายได้จากการจำหน่ายมะยงชิดที่ไม่มาก มีการใช้เทคโนโลยีในการผลิตมะยงชิด รวมถึงการดูแลรักษาได้ไม่ดีมากพอ ซึ่งอาจส่งผลต่อคุณภาพและปริมาณของผลผลิต ทำให้ราคาผลผลิตที่ได้ไม่ดีพอ

Table 4 Comparative of farmers' technology applications for marian plum production classified by economic context

(n = 177)

Economic factors	Preparation varieties		Plant care		Disease/Insect prevention		Productivity management		Overall	
	F	Sig.	F	Sig.	F	Sig.	F	Sig.	F	Sig.
	Land holdings	0.432	0.650	6.166*	0.003	0.877	0.418	3.793*	0.024	2.782
Planting area	1.164	0.315	0.036	0.964	1.267	0.284	0.016	0.984	0.352	0.704
Household labor	0.473	0.624	0.180	0.836	0.015	0.958	1.066	0.347	0.294	0.746
Hire labor	1.151	0.319	3.492*	0.033	1.226	0.296	1.454	0.237	2.880	0.059
The cost of planting	3.612*	0.007	2.702*	0.032	2.447*	0.048	1.532	0.195	2.742*	0.030
Income from selling products	2.027	0.093	6.714*	0.000	1.180	0.321	1.446	0.221	3.857*	0.005

*Statistically significant at 0.05 level

สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัยพบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง มีอายุเฉลี่ย 60.58 ปี จบการศึกษาระดับประถมศึกษา หรือต่ำกว่า มีจำนวนสมาชิกในครัวเรือนเฉลี่ย 3.19 คน เกษตรกรส่วนใหญ่มีพื้นที่ปลูกมะยงชิดเฉลี่ย 2.68 ไร่ โดยเป็นพื้นที่ของตนเอง มีแรงงานในครัวเรือน 1-2 คน และไม่ได้จ้างแรงงานจ้างจากภายนอก ในปี พ.ศ. 2564 เกษตรกรมีต้นทุนในการผลิตมะยงชิดเฉลี่ย 15,173.45 บาท มีรายได้จากการจำหน่ายมะยงชิดเฉลี่ย 45,179.10 บาท เกษตรกรมีการใช้เทคโนโลยีในการผลิตมะยงชิดภาพรวมทุกด้านอยู่ในระดับมาก และพบว่าเกษตรกรที่มีต้นทุนในการผลิตมะยงชิด และมีรายได้จากการจำหน่ายมะยงชิดที่แตกต่างกัน มีการใช้เทคโนโลยีการผลิตมะยงชิดในภาพรวมทุกด้าน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เนื่องจากเกษตรกรส่วนใหญ่ต้องการให้ผลผลิตมะยงชิดออกสู่ตลาดก่อนผู้ผลิตรายอื่น ๆ หรือเพิ่มคุณภาพของผลผลิต จึงจำเป็นต้องใช้เทคโนโลยีการผลิตต่าง ๆ

อย่างเหมาะสม เพราะหากมีผลผลิตที่มีมาตรฐานออกสู่ตลาดก่อนรายอื่น ๆ จะสามารถตั้งราคาขายได้สูงกว่า แต่ยังคงพบว่าเกษตรกรบางรายจำเป็นต้องใช้เทคโนโลยีการผลิตที่ประหยัดที่สุด เพื่อต้องการลดรายจ่ายจากต้นทุนการผลิตที่มีราคาค่อนข้างสูงในปัจจุบัน

ปัญหา และข้อเสนอแนะของเกษตรกรผู้ปลูกมะยงชิดในจังหวัดนครนายก

เกษตรกรพบปัญหาเรื่องสภาพอากาศที่แปรปรวนส่งผลกระทบต่อ การติดดอกและติดผลของมะยงชิด หรือเกิดความเสียหาย (42 คน) ปัญหาเรื่องการเข้าถึงเทคโนโลยีและต้นทุนการผลิต เช่น ราคาปุ๋ย ราคายาป้องกันกำจัดโรคและแมลง รวมถึงราคาจ้างแรงงานที่สูงขึ้นทำให้เกษตรกรมีค่าใช้จ่ายในการผลิตเพิ่มมากขึ้น (21 คน) และปัญหาเรื่องโรครา ปัญหาเรื่องแมลง เช่น เพลี้ยไฟ เพลี้ยหอย และแมลงวันทองเข้าทำลายดอกและผลมะยงชิด ส่งผลต่อปริมาณการติดดอกและคุณภาพของผลมะยงชิด (15 คน)

จากปัญหาดังกล่าวข้างต้นเกษตรกรได้มีข้อเสนอแนะในการแก้ไขปัญหาที่สอดคล้องกับความต้องการของเกษตรกร พบว่าเกษตรกรต้องการคำแนะนำหรือวิธีการที่เป็นประโยชน์ต่อการวางแผนในผลิิตมะยงชิดจากหน่วยงานภาครัฐ รวมถึงต้องการความช่วยเหลือหรือสนับสนุนในด้านเข้าถึงเทคโนโลยีในการผลิตมะยงชิดด้วย

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ดำเนินการจัดทำภายใต้โครงการการถ่ายทอดเทคโนโลยีการติดดอกออกผลมะยงชิด ในจังหวัดนครนายก ซึ่งได้รับทุนสนับสนุนจากสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ ขอขอบคุณสำนักงานเกษตรจังหวัดนครนายก เจ้าหน้าที่เกษตร ที่ได้อนุเคราะห์ข้อมูล และให้การช่วยเหลือต่าง ๆ และขอขอบคุณเกษตรกรผู้ปลูกมะยงชิดทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในการให้ข้อมูลเป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

- Boonwong, T., J. Chumpookam and C. Yapwattanaphun. 2017. Effect of colors of bagging material on fruit quality of 'Toon Klaow' marian plum (*Bouea burmanica* Griff.). **Thai Journal of Science and Technology** 6(3): 214-220. [in Thai]
- Department of International Trade Promotion. 2021. **International trade statistics**. [Online]. Available https://www.ditp.go.th /ditp_web61 (December 10, 2021). [in Thai]
- Fakkhong, S. C. Rangjaroen, Y. Saeiam and N. Boonme. 2021. The adaptation of the yellow marian plum growers in Nakhon Nayok to climate change. **Phranakhon Rajabhat Research Journal (Science and Technology)** 16(2): 57-66. [in Thai]
- Nakhon Nayok Provincial Agriculture and Cooperative Office. 2019. **Nakhon Nayok marian plum production planning**. [Online]. Available <https://www.opsmoac.go.th/nakhonnayok-dwl-files-412791791913> (March 23, 2021). [in Thai]
- Nakklay, R., P. Sriboonruang and P. Tongdeelert. 2019. Farmers' opinions toward Mayongchid Nakhon Nayok cultivation in Mueang Nakhon Nayok district, Nakhon Nayok province. **Agricultural Science Journal** 50(3): 228-238. [in Thai]
- Niyamangkoon, S. 2018. **Research Methods in Social Science and Statistics Used**. Bangkok: Book To You Publishing. 467 p. [in Thai]
- Office of the National Economic and Social Development Council. 2017. **The twelfth national economic and social development plan (2017-2021)**. [Online]. Available https://www.nesdc.go.th/main.php?filename=develop_issue (March 23, 2021). [in Thai]

Parnpeachra, S. 2015. **Indigenous Knowledge of Organic Agriculture in Chachoengsao Province.** 72 p. *In* Research Reports. Bangkok: Dhurakij Pundit University. . [in Thai]

Srisook, T. 2020. Development guideline of processed agricultural products groups under project for pushing farmer to be smart farmer in Lampang province. **Western University Research Journal of Humanities and Social Science** 6(1): 39-51. [in Thai]

การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีไม้ผลสู่การเกษตรสมัยใหม่: กรณีศึกษา

ไม้ผลที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ

Research and Development of Fruit Technology to Modern Agriculture: Case Studies of Economically Important Fruit Trees

สุวรรณา ประณีตวาทกุล^{1*} ปิยะทัศน์ พาหอนุรักษ์² กัมปนาท วิจิตรศรีกมล¹ จักรกฤษณ์ พจนศิลป์¹

ณิธิชา ธรรมธนากุล¹ สุวรรณา สายรวมญาติ¹ และชนิภรณ์ เลิศล้ำ³

Suwanna Praneetvatakul^{1*}, Piyatat Pananurak², Kampanat Vijitsrikamol¹, Chakrit Potchanasin¹

Nithicha Thamthanakoon¹, Suwanna Sayruamyat¹ and Chaniporn Lertlam³

¹ภาควิชาเศรษฐศาสตร์เกษตรและทรัพยากร คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

²สถาบันคลังสมองของชาติ กรุงเทพฯ 10400

³ศูนย์วิจัยเศรษฐศาสตร์ประยุกต์ คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

¹Department of Agricultural and Resources Economics, Faculty of Economics, Kasetsart University, Bangkok, Thailand 10900

²Knowledge Network Institute of Thailand, Bangkok, Thailand 10400

³Center for Applied Economics Research, Faculty of Economics, Kasetsart University, Bangkok, Thailand 10900

*Corresponding author: suwanna.p@ku.th

Received: April 02, 2021

Revised: February 22, 2022

Accepted: March 09, 2022

Abstract

Information on research and development of technology is an important issue for planning, and development of modern agriculture. Modern agriculture means the use of innovation, research, science and technology in agriculture. This article aimed to analyze the development direction of fruit tree technology to modern agriculture. Research data were gathered from the National Research Management System (NRMS) and the Thailand Science Research and Innovation (TRSI) during the years 2008–2019. The research data were consisting of research and development on durian (252 projects), mangosteen (220 projects), longan (227 projects), banana (183 projects), mango (313 projects) and pomelo (149 projects). Primary data were collected from 6 farmer groups. Analytical techniques were the research evaluation method, problem analysis, need assessment, adoption study and objective analysis. The results showed that the research and development of all fruit trees were mainly conducted at the upstream level. Labor shortage, climate variation and lack of effective water management were the main problems. The current situation pointed out that most farmers had not practiced the modern agriculture. Farmers mostly needed the technology to increase efficiency of work. Technology should be convenient, time saving and low-cost equipment. For the development direction, policy makers should strengthen farmer group network, promote young smart farmers, encourage farmers to be

researchers in their own gardens and continuously support research and development in various fields of pomology.

Keywords: modern agriculture, development, fruit trees, technology

บทคัดย่อ

ข้อมูลด้านการวิจัยเป็นประเด็นสำคัญในการวางแผนบริหารจัดการและพัฒนาภาคการเกษตรสู่การเกษตรสมัยใหม่ การเกษตรสมัยใหม่ หมายถึง การใช้นวัตกรรม การวิจัย วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ทำการเกษตรฯ บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์แนวทางการพัฒนาเทคโนโลยีไม้ผลสู่การเกษตรสมัยใหม่ ข้อมูลการวิจัยรวบรวมจากฐานข้อมูลระบบบริหารจัดการงานวิจัยแห่งชาติ (NRMS) และสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สทว.) ในปี พ.ศ. 2551–2562 ข้อมูลงานวิจัยประกอบด้วย งานวิจัยด้านทุเรียน (252 โครงการ) มังคุด (220 โครงการ) ลำไย (227 โครงการ) กัลยหอม (183 โครงการ) และมะม่วง (313 โครงการ) รวมทั้งสัมภาษณ์กลุ่มเกษตรกร 6 ชนิดไม้ผลกรณีศึกษา นำข้อมูลมาสังเคราะห์การวิจัย การวิเคราะห์ปัญหา การประเมินความต้องการ แนวโน้มการยอมรับ และการวิเคราะห์แนวทางการพัฒนาเทคโนโลยี ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่า ไม้ผลทุกชนิดส่วนใหญ่ เป็นการวิจัยต้นน้ำ มีปัญหาขาดแคลนแรงงาน ความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศ และขาดการจัดการน้ำ เป็นปัญหาหลักในการผลิตไม้ผล ในสถานการณ์ปัจจุบันเกษตรกรส่วนใหญ่ยังไม่สามารถเข้าสู่การเกษตรสมัยใหม่ โดยเกษตรกรต้องการเทคโนโลยีเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต ทั้งนี้เทคโนโลยีดังกล่าวควรสะดวกและประหยัดเวลาในการทำงาน รวมถึงต้นทุนของเทคโนโลยีหรือนวัตกรรมควรมีราคาเหมาะสม สำหรับแนวทางการพัฒนาและขับเคลื่อนเทคโนโลยี หน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรเสริมสร้างความเข้มแข็งของเครือข่ายกลุ่ม ส่งเสริมทายาทเกษตรกรรุ่นใหม่ ส่งเสริมให้เกษตรกรเป็นนักวิจัยในสวนของตนเอง พร้อมกับสนับสนุนงานวิจัยอย่างต่อเนื่อง

เพื่อพัฒนาเทคโนโลยีสู่การเกษตรสมัยใหม่ได้อย่างมั่นคง มั่งคั่ง และยั่งยืน

คำสำคัญ: การเกษตรสมัยใหม่ การพัฒนา ไม้ผล เทคโนโลยี

คำนำ

การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรมมีบทบาทที่สำคัญต่อภาคการเกษตรไทยในปัจจุบัน จากปัญหาหลายด้าน ทั้งมิติผลิตภาพ ปัญหาขาดแคลนแรงงาน และกว่าครึ่งของครัวเรือนเกษตรกรมีแรงงานสูงวัย รวมทั้งเกษตรกรส่วนใหญ่เป็นเกษตรกรรายย่อยซึ่งมักทำให้ขาดการประหยัดจากขนาด (Economies of scale) ในการเข้าถึงทรัพยากรและเทคโนโลยี ขาดอำนาจต่อรองในระบบตลาดที่มีห่วงโซ่อุปทานที่ยาว ขาดข้อมูลเชิงลึกด้านการตลาดสำหรับวางแผนการผลิต (Jringjit, 2010; Fongmoon and Kanokhong, 2017; Ratanawarak et al, 2019) ซึ่งเทคโนโลยีและนวัตกรรมสมัยใหม่จะช่วยบรรเทาปัญหาเหล่านี้ได้ในระดับหนึ่ง เนื่องจากถูกพัฒนา来帮助เพิ่มผลิตภาพและเพิ่มความสามารถในการแข่งขันของเกษตรกร ช่วยทดแทนแรงงาน อำนวยความสะดวกในการทำงาน พร้อมกับส่งเสริมให้เกษตรกรนำข้อมูลองค์ความรู้ไปใช้ตัดสินใจเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเพาะปลูก คำนึงถึงการจัดการทรัพยากรอย่างคุ้มค่า การใช้ปัจจัยการผลิตอย่างเหมาะสม การใช้เทคโนโลยีในกระบวนการผลิตเพื่อควบคุมคุณภาพในการผลิต การใช้เทคโนโลยีด้านการติดต่อสื่อสาร การเลือกซื้อ การคมนาคมขนส่ง (Thongkaew, et al, 2017) นอกจากนี้ แนวทางเกษตรแม่นยำ (Precision agriculture) ซึ่งเป็นการจัดการใช้ทรัพยากรโดยแบ่งเป็นพื้นที่ย่อยในพื้นที่จำกัดและ

เหมาะสมกับพืช เพื่อให้การดูแลการผลิตมีประสิทธิภาพ และแม่นยำผนวกกับการจัดการผลิตแบบผสมผสาน (Davis *et al.*, 1998) เป็นแนวคิดของการทำเกษตรสมัยใหม่ด้วยเทคโนโลยีและการจัดการผลิตภาคเกษตรตามแนวคิดเกษตรปราดเปรื่อง (Smart farm) ที่การจัดการการผลิตตั้งแต่กระบวนการวางแผนการผลิตด้วยข้อมูลประกอบการตัดสินใจ การผลิตที่มีความปลอดภัย และการตลาดเพื่อจำหน่ายผลผลิตภาคเกษตรได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้น แนวคิดเกษตรปราดเปรื่องจึงเป็นการจัดการเกษตรสมัยใหม่เพื่อยกระดับการประกอบอาชีพเกษตรกรและการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่าเพื่อความยั่งยืนของไทยในอนาคต (Kaewpet, 2016) เหตุผลที่ยังไม่ได้ใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่ คือ ต้นทุนการใช้เทคโนโลยีนี้ยังสูงมากเมื่อเทียบกับผลผลิตที่ได้ (Poapongsakorn, 2019)

ประเทศไทยมีไม้ผลที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจมากและมีมูลค่าการส่งออกสูง และไม้ผลที่มีศักยภาพทางเศรษฐกิจในอนาคตหรือเป็นไม้ผลท้องถิ่นหรือพื้นเมืองมีการบริโภคภายในประเทศมากกว่าการส่งออก อีกจำนวนมาก ในการศึกษาครั้งนี้เลือกไม้ผลที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ จำนวน 6 ชนิด มาศึกษา ได้แก่ ทุเรียน มังคุด ลำไย กัลยารอบ มะม่วง และส้มโอ เพื่อพัฒนาระบบการผลิตไม้ผลของประเทศไทยสู่การเกษตรสมัยใหม่ การลงทุนวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรมด้านไม้ผลจึงมีความสำคัญ อย่างไรก็ตาม ประเด็นปัญหาและความต้องการเทคโนโลยีของเกษตรกร ตลอดจนข้อมูลแนวทางการยอมรับ รวมถึงแนวทางการพัฒนาเทคโนโลยี เป็นข้อมูลที่สำคัญที่จะช่วยในการวางแผนบริหารจัดการงานวิจัยและพัฒนาไปสู่การใช้ประโยชน์ได้อย่างแท้จริง ซึ่งข้อมูลเหล่านี้อยู่อย่างกระจัดกระจาย ยังขาดการรวบรวมองค์ความรู้ในด้านต่าง ๆ ดังกล่าวข้างต้นให้เห็นเป็นภาพรวม เพื่อเป็นข้อมูลสำคัญในการขับเคลื่อนเทคโนโลยีและนวัตกรรมไม้ผลสู่การเกษตรสมัยใหม่ โครงการวิจัยจึงได้คัดเลือกกรณีตัวอย่างที่ประสบความสำเร็จในพื้นที่ที่เหมาะสม นำมาศึกษาสถานการณ์

ปัญหา ความต้องการ แนวโน้มการยอมรับเทคโนโลยี และแนวทางในการขับเคลื่อนเทคโนโลยีสมัยใหม่สู่ชาวสวนไม้ผลในการสร้างผลสำเร็จในอนาคต โดยมีวัตถุประสงค์ของการวิจัยเพื่อศึกษาสถานการณ์ ปัญหา ความต้องการ แนวโน้มการยอมรับเทคโนโลยี และแนวทางในการพัฒนา และขับเคลื่อนเทคโนโลยีและนวัตกรรมไม้ผลสู่การเกษตรสมัยใหม่ กรณีตัวอย่างที่ประสบความสำเร็จ

วิธีดำเนินการวิจัย

แนวคิดทางทฤษฎีของงานวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย หลักการประเมินผลการวิจัย (Research evaluation method) เป็นการศึกษาสถานภาพการวิจัย ตลอดเส้นทางสู่ผลกระทบ (Research to impact pathway) (Alston, *et al.*, 1998; Praneetvatakul and Vijitsrikamol, 2020)) รวมทั้งอาศัยทฤษฎีการยอมรับเทคโนโลยี (Rogers, 2003) โดยที่เทคโนโลยีและนวัตกรรมนั้น เป็นเทคนิควิธีการใหม่ และในท้ายสุด อาศัยหลักการบริหารจัดการ (Phanit, 1996) นำไปสู่แนวทางการพัฒนาและขับเคลื่อนเทคโนโลยีและนวัตกรรมสู่การเกษตรสมัยใหม่ จากเกษตรกร 1.0 เป็นเกษตรกรแบบดั้งเดิม เกษตรกร 2.0 เป็นเกษตรกรแบบประยุกต์ใช้เครื่องจักรเบา เกษตรกร 3.0 เป็นเกษตรกรแบบประยุกต์ใช้เครื่องจักรหนัก สู่เกษตรกร 4.0 เกษตรกรประยุกต์ใช้ระบบอัจฉริยะนำเทคโนโลยีมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด

การศึกษานี้ได้คัดเลือกไม้ผลที่มีความสำคัญและมีศักยภาพทางเศรษฐกิจในภูมิภาคหลักของประเทศไทย โดยข้อมูลรวบรวมจาก 2 ส่วน ข้อมูลทุติยภูมิจากฐานข้อมูลระบบบริหารจัดการงานวิจัยแห่งชาติ (NRMS) และสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรม (สกสว.) ในปี พ.ศ. 2551–2562 ประกอบด้วย ข้อมูลงานวิจัยด้านทุเรียน 252 ตัวอย่าง มังคุด 220 ตัวอย่าง ลำไย 227 ตัวอย่าง กัลยารอบ 183 ตัวอย่าง มะม่วง 313 ตัวอย่าง และส้มโอ 149 ตัวอย่าง และข้อมูลปฐมภูมิจากการสัมภาษณ์กลุ่มเกษตรกรในปี พ.ศ. 2562 ในการประชุม

กลุ่มย่อย (Focus group) 6 กรณีศึกษา ประกอบด้วย ทุเรียน มังคุด ลำไย กัลยาลม มะม่วง และส้มโอ ซึ่งมีกรอบแนวคิดในการศึกษา (Figure 1) กำหนดพื้นที่เป้าหมายที่มีการใช้นวัตกรรมเกษตรสมัยใหม่ของชาวสวนไม้ผล พิจารณาประเภทของไม้ผลที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจหรือมีศักยภาพทางเศรษฐกิจ ลงพื้นที่ภาคสนามภาคคะเนและ

รวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ประกอบการวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา และความต้องการเทคโนโลยีของชาวสวนไม้ผล ประมวลผลแนวโน้มการยอมรับเทคโนโลยีและนวัตกรรมไปใช้ประโยชน์ และนำเสนอข้อจำกัด และ วิเคราะห์และสังเคราะห์แนวทางการขับเคลื่อนเทคโนโลยีและนวัตกรรมสู่เกษตรกร

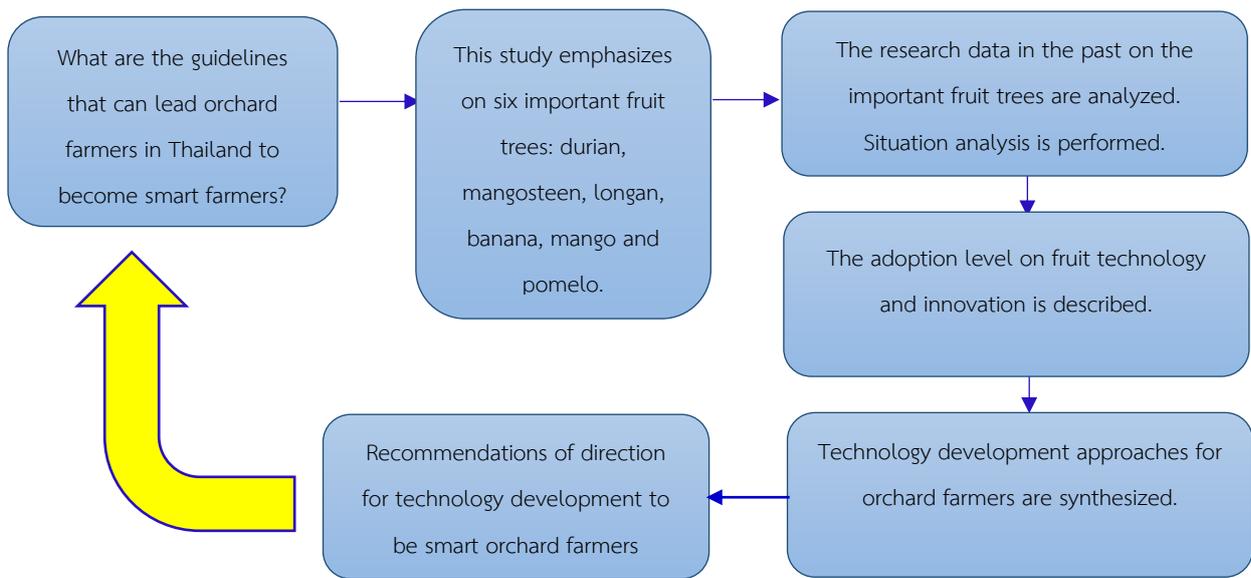


Figure 1 Conceptual framework

การวิเคราะห์ข้อมูล อาศัยการประเมินผลการวิจัย (Research evaluation method) การวิเคราะห์ปัญหา (Problem analysis) การประเมินความต้องการเทคโนโลยี (Need assessment) การยอมรับเทคโนโลยี (Adoption study) และการวิเคราะห์วัตถุประสงค์ (Objective analysis) เพื่อเสนอแนวทางการพัฒนาไม้ผลสู่เกษตรกรสมัยใหม่

ผลการวิจัยและวิจารณ์

ผลการวิจัยกรณีศึกษาไม้ผลที่มีความสำคัญและมีศักยภาพทางเศรษฐกิจ ได้แก่ ทุเรียน มังคุด ลำไย กัลยาลม มะม่วง และส้มโอ ในด้านสถานการณ์การวิจัยและพัฒนา ปัญหา ความต้องการ แนวโน้มการยอมรับและแนวทาง

การขับเคลื่อนเทคโนโลยีสู่การเกษตรสมัยใหม่ สรุปได้ดังนี้

1) ทุเรียน ข้อมูลงานวิจัยทุเรียน 252 ตัวอย่างพบว่า สาขางานวิจัย 3 ลำดับแรก เช่น (1) งานวิจัยด้านเทคโนโลยีการผลิต และการแปรรูปและพัฒนาผลิตภัณฑ์ มีสัดส่วนเท่ากัน ร้อยละ 13.10 เช่น เทคโนโลยีการผลิตเพื่อให้ได้ทุเรียนคุณภาพ การพัฒนาผลิตภัณฑ์ และการแปรรูปทุเรียน เป็นต้น (2) งานวิจัยด้านวัสดุเหลือทิ้งจากการเกษตร ร้อยละ 12.70 เช่น การพัฒนาพลาสติกชีวภาพบรรจุภัณฑ์ และผลิตภัณฑ์แป้งฟลาวจากเปลือกทุเรียน เป็นต้น (3) งานวิจัยด้านพันธุ์ ร้อยละ 12.30 เช่น การพัฒนาลูกผสมสายพันธุ์ใหม่ที่ให้ผลผลิตต้นฤดูหรือปลายฤดู การคัดเลือกสายพันธุ์พื้นเมือง การพัฒนาสายพันธุ์ทุเรียนที่ต้านทานต่อโรคและแมลง เป็นต้น (Figure 2)

สำหรับกรณีศึกษาสวนทุเรียน พบว่าปัญหาด้านแรงงานเป็นปัญหาสำคัญ โดยเฉพาะแรงงานที่มีทักษะจำเพาะ เช่น การโยกกิ่งทุเรียน ปัญหาการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชมากเกินไป ขาดวิธีการจัดการน้ำที่มีประสิทธิภาพ เกษตรกรมีความต้องการเทคโนโลยีใหม่ เพื่อช่วยเพิ่มผลผลิต เช่น สายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูง เครื่องช่วยพยากรณ์การแพร่ระบาดของโรคและแมลง และเสาคีดพันสารเคมี

แบบอัตโนมัติ ทั้งนี้ การยอมรับเทคโนโลยีใหม่นั้น เทคโนโลยีจะต้องมีความเหมาะสมกับสภาพและโครงสร้างของสวน และต้นทุนต้องเหมาะสมสำหรับเกษตรกรรายย่อย แนวทางการเข้าสู่การเกษตรสมัยใหม่ หน่วยงานภาครัฐ เอกชน และภาควิชาการ ควรส่งเสริมความรู้และทักษะ พร้อมกับเสริมสร้างเครือข่ายเกษตรกรให้เข้มแข็ง

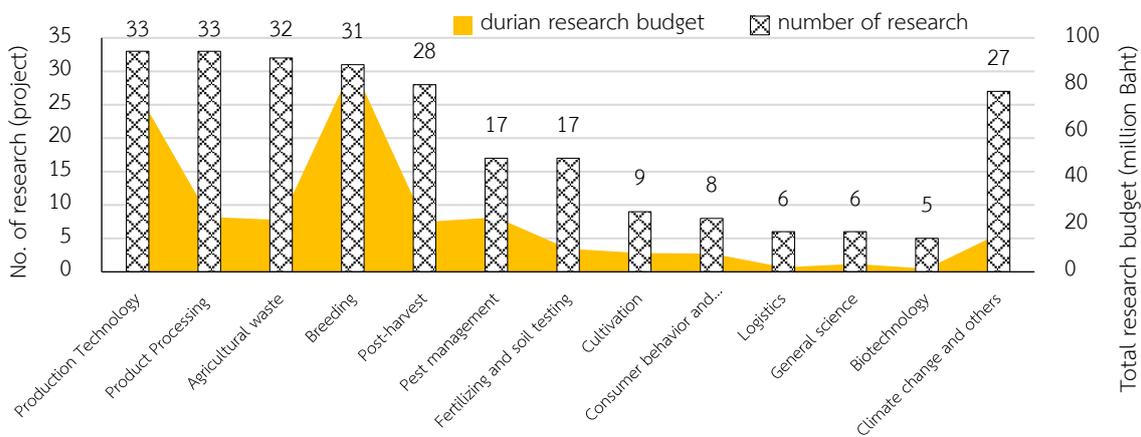


Figure 2 Field of research and durian research budget in period 2008–2019

2) มังคุด ข้อมูลงานวิจัยมังคุดจำนวน 220 ตัวอย่าง พบว่าสาขางานวิจัย 3 อันดับแรก เช่น (1) งานวิจัยด้านการแปรรูปและพัฒนาผลิตภัณฑ์ ร้อยละ 20.45 เช่น การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพ เป็นต้น (2) งานวิจัยหลังการเก็บเกี่ยว ร้อยละ 17.27 เช่น การศึกษาคุณภาพมังคุดนอกฤดู เครื่องคัดแยกคุณภาพผลมังคุด การออกแบบภาชนะบรรจุสำหรับมังคุดสด เป็นต้น (3) งานวิจัยด้านเทคโนโลยีการผลิต ร้อยละ 12.27 เช่น เทคโนโลยีชักนำการออกดอกนอกฤดู การชะลอและเร่งการสุกของผลสายพันธุ์มังคุดเมล็ดลีบ เป็นต้น (Figure 3)

สำหรับกรณีศึกษาสวนมังคุด พบว่า สภาพอากาศแปรปรวนเป็นปัญหาสำคัญต่อการออกดอกของมังคุด ส่งผลให้ไม่สามารถคาดการณ์การออกดอกและผลผลิตได้ ปัญหา

ขาดแคลนแรงงานเก็บเกี่ยว ปัจจุบันการจัดการในสวนมังคุดต้องพึ่งพิงแรงงานคนเป็นหลัก ความต้องการเทคโนโลยีเพื่อลดค่าใช้จ่าย ได้แก่ เครื่องมือตรวจคุณภาพดิน โปรแกรมวิเคราะห์ธาตุอาหารและการใส่ปุ๋ย เครื่องตรวจวัดสภาพอากาศ และรถกระเช้าตีนตะขาขนาดเล็กสำหรับเก็บเกี่ยวผลผลิต ทั้งนี้ การยอมรับเทคโนโลยีใหม่นั้น ราคาของเทคโนโลยีต้องมีความเหมาะสม และเป็นเทคโนโลยีเปิดเสรีพร้อมใช้งาน แนวทางการเข้าสู่การเกษตรสมัยใหม่ ควรมีการสร้างความเข้มแข็งของเครือข่ายและกลุ่มเกษตรกร ควรมีการจัดกิจกรรมส่งเสริมความรู้ อีกทั้งการรวมกลุ่มมีส่วนช่วยในการจัดซื้อเครื่องมือหรือเทคโนโลยีได้ในราคาที่ถูกลงมากยิ่งขึ้น

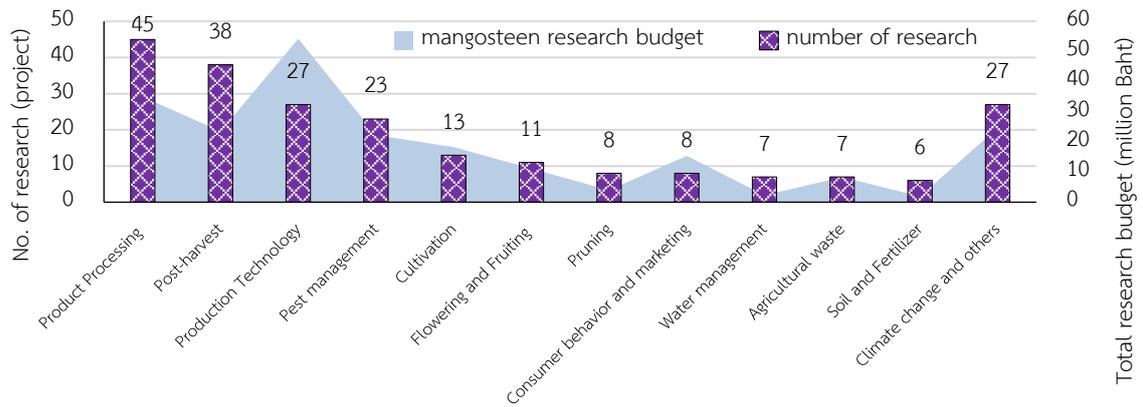


Figure 3 Field of research and mangosteen research budget in period 2008–2019

3) ลำไย งานวิจัยด้านลำไย จำนวน 227 ตัวอย่าง พบว่าสาขาของงานวิจัย 3 ลำดับแรก เช่น (1) งานวิจัย หลังการเก็บเกี่ยว คิดเป็น ร้อยละ 23.79 เช่น การพัฒนาเครื่อง อบแห้งลำไย วิธีการอบแห้งรวมทั้งการตรวจสอบคุณภาพ เป็นต้น (2) งานวิจัยด้านเทคโนโลยีการผลิต คิดเป็น ร้อยละ 13.22 เช่น เทคโนโลยีการผลิตนอกฤดูที่เหมาะสม เป็นต้น (3) งานวิจัยด้านพันธุ์ คิดเป็น ร้อยละ 8.81 เช่น การศึกษา ลักษณะละอองเรณูของพันธุ์ลำไย และวิวัฒนาการของ สายพันธุ์ลำไยเพื่อการปรับปรุงพันธุ์และเพื่อการอนุรักษ์ เป็นต้น (Figure 4)

สำหรับกรณีศึกษาสวนลำไยนอกฤดู พบว่าสภาพ อากาศแปรปรวนเป็นปัญหาสำคัญ ส่งผลให้ดอกลำไยแห้ง เสียหาย ปัญหาเพลี้ยแป้ง ค้างคาว และนกปากห่างกัดกิน ผลผลิต ปัจจุบันมีการใช้เครื่องตรวจวัดเพื่อช่วยพยากรณ์ ลมร้อน แต่ยังคงต้องการแอปพลิเคชันบนมือถือที่ช่วยแจ้ง เตือนการเกิดลมร้อน และเทคโนโลยีอื่น ๆ เช่น คลื่นเสียง ช่วยขับไล่สัตว์ ทั้งนี้ การยอมรับเทคโนโลยีใหม่นั้น ราคาของเทคโนโลยีต้องมีความเหมาะสม สำหรับแนวทางการเข้าสู่การเกษตรสมัยใหม่ ควรเน้นการสร้างความเข้มแข็ง ในเครือข่าย และสร้างองค์ความรู้เกี่ยวกับการการผลิตลำไย นอกฤดูเชิงคุณภาพ รวมถึงส่งเสริมให้เกษตรกรเป็นนักวิจัย ในส่วนของตนเอง

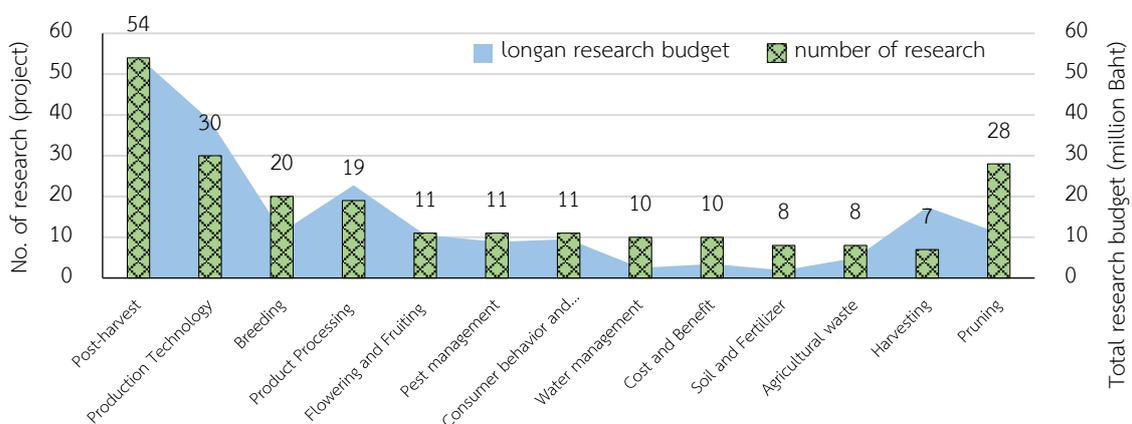


Figure 4 Field of research and longan research budget in period 2008–2019

4) กล้วยหอม งานวิจัยด้านกล้วยหอม จำนวน 183 ตัวอย่าง พบว่าสาขาของงานวิจัย 3 ลำดับแรก เช่น (1) งานวิจัยด้านการแปรรูปและพัฒนาผลิตภัณฑ์ คิดเป็น ร้อยละ 24.04 เช่น ผลิตภัณฑ์เส้นใยกล้วยหอมทองย้อมสีธรรมชาติ ผงกล้วยน้ำว้าสำหรับทดแทนครีมเทียม เป็นต้น (2) งานวิจัยด้านพันธุ์ คิดเป็น ร้อยละ 15.30 เช่น การพัฒนาพันธุ์ต้นเตี้ยลดการหักล้ม ลดการตกกระของผิวกล้วยไข่เปลือกหนา เป็นต้น (3) งานวิจัยหลังการเก็บเกี่ยว คิดเป็น ร้อยละ 12.02 เช่น การดูแลระดับอุณหภูมิต่อคุณภาพหลังการเก็บรักษากล้วยหอมทอง เป็นต้น (Figure 5)

สำหรับกรณีศึกษากล้วยหอมทอง พบว่าโรคและแมลงเป็นปัญหาสำคัญ จึงมีการใช้สารเคมีเป็นหลัก

บางกลุ่มมีการใช้ถุงห่อกล้วยเพื่อป้องกันโรคและแมลง ปัญหาด้านพันธุ์ที่มีเปลือกบางอ่อนแอ และไม้ไผ่ที่ใช้ค้ำประคองต้นกล้วยปัจจุบันมีราคาสูง ดังนั้นจึงมีความต้องการเทคโนโลยีด้านการพัฒนาสายพันธุ์ให้มีเปลือกแข็งแรง มีผลผลิตสูง ต้องการวัสดุห่อกล้วยที่มีรูระบายอากาศที่เหมาะสม รวมถึงวัสดุค้ำประคองต้นกล้วยที่ต้นทุนต่ำสามารถทดแทนไม้ไผ่ได้ ทั้งนี้ การยอมรับเทคโนโลยีใหม่นั้น ราคาของเทคโนโลยีต้องมีความเหมาะสมสำหรับแนวทางการเข้าสู่การเกษตรสมัยใหม่ ควรสร้างความเข้มแข็งในเครือข่ายเกษตรกร และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรมีการส่งเสริมให้ความรู้ ทักษะด้านการจัดการสวนต้นทุ่นต่ำ เน้นการผลิตเชิงคุณภาพ

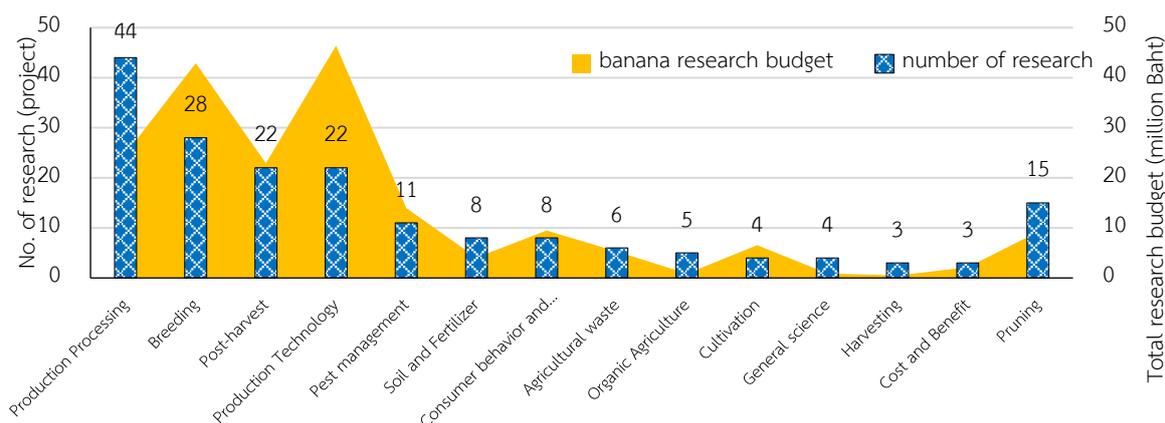


Figure 5 Field of research and banana research budget in period 2008–2019

5) มะม่วง งานวิจัยด้านมะม่วง จำนวน 313 ตัวอย่าง พบว่าสาขาของงานวิจัย 3 ลำดับแรก เช่น (1) งานวิจัยหลังการเก็บเกี่ยว คิดเป็น ร้อยละ 20.13 เช่น เทคนิคการยืดอายุการเก็บรักษามะม่วง เป็นต้น (2) งานวิจัยด้านการแปรรูปและพัฒนาผลิตภัณฑ์ คิดเป็น ร้อยละ 14.06 เช่น การผลิตโยเกิร์ตจากน้ำผลไม้จากเปลือกมะม่วง เป็นต้น (3) งานวิจัยด้านการป้องกันกำจัดศัตรูพืช โรคและแมลง คิดเป็น ร้อยละ 11.50 เช่น การป้องกันด้วงงวงเจาะเมล็ดเปลือกแป้ง โรคแอนแทรกคโนส โดยใช้สารชีวภัณฑ์แทนการใช้สารเคมี เป็นต้น (Figure 6)

สำหรับกรณีศึกษาสวนมะม่วงน้ำดอกไม้ พบว่าปัญหาโรคและแมลงมีความสำคัญมากที่สุด โดยเฉพาะเพลี้ยไฟ ปัญหาผลผลิตต่ำ และการขาดแคลนแรงงาน ปัจจุบันมีการใช้เทคโนโลยีไม่ถึงร้อยละ 50 จากจำนวนผู้ปลูกมะม่วงน้ำดอกไม้ทั้งหมด สำหรับเทคโนโลยีที่ต้องการ ได้แก่ ด้านการปรับปรุงพันธุ์ให้มีผลผลิตสูง เครื่องช่วยตัดแต่งทรงพุ่มมะม่วงที่มีขนาดเล็ก วัสดุหรือถุงห่อมะม่วงที่มีต้นทุนต่ำ และอากาศยานไร้คนขับ (Drone) ในการพ่นสารเคมี ทั้งนี้ การยอมรับเทคโนโลยีใหม่นั้น ราคาของเทคโนโลยีต้องมีความเหมาะสม สามารถเข้าถึงเทคโนโลยีได้ สำหรับแนวทางการ

เข้าสู่การเกษตรสมัยใหม่ ควรดำเนินการผ่านกลุ่มเกษตรกร และหนุนเสริมเครือข่าย โดยเฉพาะผ่านทางสมาคมชาวสวนมะม่วงไทยที่มีความเข้มแข็งอยู่แล้ว เนื่องจากมีความร่วมมือ

จากสมาคม เกษตรกร ภาครัฐ และหน่วยงานอื่นที่ให้การสนับสนุน

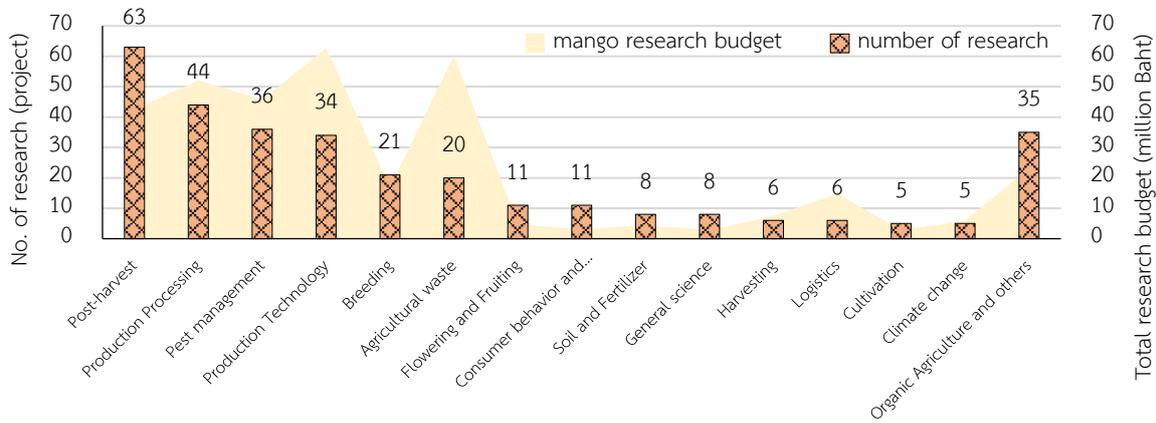


Figure 6 Field of research and mango research budget in period 2008–2019

6) ส้มโอ งานวิจัยด้านส้มโอ จำนวน 149 ตัวอย่าง พบว่าสาขาของงานวิจัย 3 ลำดับแรก เช่น (1) งานวิจัยด้านการป้องกันกำจัดศัตรูพืช โรคและแมลง คิดเป็นร้อยละ 16.78 เช่น การใช้สารสมุนไพรปราบศัตรูพืช การศึกษาข้อมูลพื้นฐานด้านประชากรของศัตรูพืช เป็นต้น (2) งานวิจัยด้านเทคโนโลยีการผลิต คิดเป็น ร้อยละ 16.11 เช่น เทคโนโลยีการจัดการต้นส้มโอ ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีการอารักขาส้มโอ เป็นต้น (3) งานวิจัยด้านพันธุ์ คิดเป็น

ร้อยละ 12.08 เช่น พันธุ์ที่มีคุณภาพตรงตามความต้องการของตลาด มีเมล็ดน้อยหรือไม่มีเมล็ด เป็นต้น (Figure 7)

สำหรับกรณีศึกษาสวนส้มโอ พบว่าปัญหาสำคัญคือ การเลือกพื้นที่ปลูกให้เหมาะสม การขาดแคลนแรงงาน และการขาดองค์ความรู้ในการให้น้ำ เกษตรกรมีความต้องการเรือที่สามารถบังคับทิศทางด้วยรีโมทหรือระบบอัตโนมัติ และเครื่องตัดหญ้าอัตโนมัติ แนวทางการเข้าสู่การเกษตรสมัยใหม่ ควรส่งเสริมผ่านการรวมกลุ่มและเครือข่ายเกษตรกร

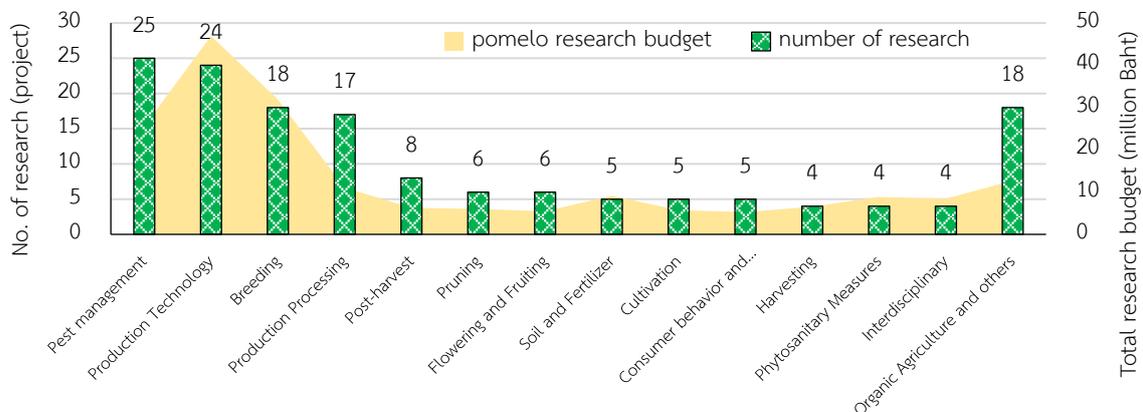


Figure 7 Field of research and pomelo research budget in period 2008–2019

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาเทคโนโลยีและนวัตกรรมไม้ผลสู่ การเกษตรสมัยใหม่ กรณีศึกษาไม้ผลที่มีความสำคัญและมี ศักยภาพทางเศรษฐกิจ 6 ชนิด ประกอบด้วย ทูเรียน มังคุด ลำไย กัลยหอมทอง มะม่วง และส้มโอ พบว่าการ วิจัยส่วนใหญ่เป็นการวิจัยในสาขาที่เกี่ยวข้องกับ เทคโนโลยีการผลิต เป็นงานวิจัยต้นน้ำในส่วนของ การผลิต เป็นหลัก กลุ่มเกษตรกร กรณีศึกษา ไม้ผลทั้ง 6 ชนิด มีความสนใจและเปิดรับที่จะเรียนรู้เทคโนโลยีและ นวัตกรรมใหม่ เน้นการผลิตไม้ผลที่มีคุณภาพและ มี ความจำเพาะ แต่การผลิตไม้ผลภายใต้สภาวะการ เปลี่ยนแปลงในปัจจุบัน ได้ส่งผลให้เกษตรกรชาวสวน ยังคงประสบกับปัญหาในกระบวนการผลิต ได้แก่ ปัญหา ด้านพันธุ์ ปัญหาโรคและแมลง อาทิ โรคและแมลงใน ทูเรียน เพลี้ยไฟในมะม่วงน้ำดอกไม้ ปัญหาการติดดอก อาทิ ลมร้อนกระทบต่อการติดดอกในลำไย ปัญหาในการ จัดการน้ำในส้มโอ ปัญหาด้านแรงงาน พบว่า ไม้ผลทั้ง 6 ชนิด ประสบปัญหาการขาดแคลนแรงงาน ต้นทุนแรงงาน สูง โดยเฉพาะแรงงานที่มีทักษะ เช่น แรงงานตัดแต่งและ โยงกิ่งทูเรียน แรงงานตัดแต่งกิ่งมะม่วง แรงงานเก็บเกี่ยว มังคุด เป็นต้น เกษตรกรไม้ผลมีความต้องการองค์ความรู้

เทคโนโลยีและนวัตกรรมใหม่ ได้แก่ การปรับปรุงพันธุ์ ที่ให้ผลผลิตสูง พันธุ์ที่ต้านทานโรคและแมลง เครื่องมือ และแปดผลการวิเคราะห์ดิน เครื่องมือตรวจวัดสภาพ ภูมิอากาศพร้อมกับแจ้งเตือนผ่านทางแอปพลิเคชันบน สมาร์ทโฟน เทคโนโลยีที่ช่วยพยากรณ์การแพร่ระบาดของ โรคและแมลง อากาศยานไร้คนขับ (Drone) หรือ เสาดัดฟันสารเคมีอัตโนมัติ เครื่องตัดหญ้าอัตโนมัติ เรือให้ น้ำแบบอัตโนมัติ วัสดุห่อผล และรถกระเช้าตีนตะขาบ ขนาดเล็กสำหรับเก็บเกี่ยวผลผลิต เป็นต้น นอกจากนี้ ต้นทุนของเทคโนโลยีควรมีราคาเหมาะสมสำหรับ เกษตรกรรายย่อยเข้าถึงได้ เทคโนโลยีควรเพิ่มประสิทธิภาพ ของการทำงาน มีความสะดวกและประหยัดเวลา

ข้อเสนอแนะ

แนวทางในการขับเคลื่อนเทคโนโลยีสู่การ เกษตรกรสมัยใหม่ หน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรเสริมสร้าง ความเข้มแข็งของเครือข่ายกลุ่ม สนับสนุนการสร้างทักษะ การจัดการสวนผลไม้ ส่งเสริมทายาทเกษตรกรรุ่นใหม่ ที่ก้าวทันเทคโนโลยี สร้างองค์ความรู้เกี่ยวกับการผลิต ส่งเสริมให้เกษตรกรเป็นนักวิจัยในสวนตนเอง และ สนับสนุนงานวิจัยอย่างต่อเนื่องเพื่อแก้ไขปัญหาการผลิต ในด้านต่าง ๆ ให้กับเกษตรกรได้อย่างแท้จริง

แนวทางการพัฒนาเทคโนโลยีของเกษตรกรชาวสวนไม้ผลสู่การเกษตรสมัยใหม่ จำแนกตามผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง สังกะระศาสตร์ และสรุปได้ ดังนี้

แนวทางการพัฒนาที่ 1: การสร้าง
ความเข้มแข็งของกลุ่มเครือข่ายเกษตรกร และ
การสร้างศักยภาพของเกษตรกรทั้งรุ่นเก่าและรุ่น
ใหม่

ปัจจัยสนับสนุน

- สร้างความสัมพันธ์ที่ดีระหว่างเครือข่าย
เกษตรกร และหน่วยงานสื่อกลางทั้ง
ภาครัฐและเอกชน
- สนับสนุนให้กลุ่มเครือข่ายเกษตรกร
หรือสมาคมฯ มีแนวทางการพัฒนา
ในทิศทางเดียวกัน

เกษตรกร

- พัฒนาเกษตรกรรุ่นใหม่ ให้มีทักษะการผลิต
เชิงคุณภาพ และการจัดการต้นทุน
ให้เกษตรกรมีความเป็นผู้ประกอบการ
และเป็นนักวิจัยในสวนของตนเอง
- พัฒนาเครือข่ายเกษตรกรสู่การเกษตรสมัยใหม่
เพื่อให้กลุ่มเกษตรกรพึ่งพากันได้ มีความ
มั่นคงทางอาชีพ และมีความเป็นอยู่ที่ดี

ภาครัฐ

- เสริมสร้างศักยภาพของสถาบันเกษตรกร
และสร้างความเข้มแข็งในเครือข่าย
เกษตรกร
- สนับสนุนทายาทเกษตรกร และผลิต
บุคลากรรุ่นใหม่ เพื่อดึงดูดเกษตรกรรุ่นใหม่
ให้ยังคงอยู่ในภาคเกษตรต่อไป

ภาคเอกชน

- สนับสนุนให้เป็นผู้ดำเนินการพัฒนา
นวัตกรรมไม้ผล
- มุ่งเปิดตลาดใหม่ หรือสร้างโมเดลทางธุรกิจ
เกษตรรูปแบบใหม่ โดยใช้ประโยชน์จาก
เครือข่ายเกษตรกร

แนวทางการพัฒนาที่ 2: การส่งเสริม
การลงทุนวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยี
และผลักดันสู่การใช้ประโยชน์

ปัจจัยสนับสนุน

- ราคาของเทคโนโลยีไม่สูงจนเกินไป
ใช้งานง่าย เมื่อเปรียบเทียบกับการผลิต
รูปแบบเดิม
- สร้างเกษตรกรตัวอย่างที่ประสบความสำเร็จ
จากการใช้เทคโนโลยี
- ศึกษาปัญหาสำคัญและความต้องการ
เทคโนโลยีของกลุ่มเกษตรกร

เกษตรกร

- พัฒนาเกษตรกรให้มีทักษะและ
ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี
อย่างเหมาะสม
- ส่งเสริมการพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้มีคุณภาพ
เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่ม

ภาครัฐ

- บริหารจัดการงานวิจัย เงินลงทุนวิจัย
และคน ให้มีประสิทธิภาพ
- สร้างความสมดุลระหว่างอุปสงค์และ
อุปทานของงานวิจัย (ลด Mismatch
ระหว่างงานวิจัยและความต้องการของ
เกษตรกร)
- สนับสนุนมาตรการ/สิทธิประโยชน์เพื่อ
จูงใจให้เกิดการสร้างนวัตกรรม

ภาคเอกชน

- สนับสนุนการลงทุนวิจัยและพัฒนา
ในภาคเอกชน
- สนับสนุนการถ่ายทอดเทคโนโลยี
สู่เกษตรกรและเครือข่าย

แนวทางการพัฒนาที่ 3: การพัฒนา
ระบบนิเวศเทคโนโลยีและนวัตกรรม
(Ecosystem) รวมถึงโครงสร้างพื้นฐานต่าง ๆ

เกษตรกร

- ส่งเสริมเทคโนโลยีการเกษตรที่ทันสมัย
(เทคโนโลยีดิจิทัล เทคโนโลยีชีวภาพ ฯลฯ)
ให้แก่เกษตรกร รวมถึงเครือข่ายฯ เพื่อเพิ่ม
ประสิทธิภาพการผลิต
- พัฒนาระบบฐานข้อมูลเกษตรกร และ
ข้อมูลด้านการเกษตรที่เชื่อมโยงกันเป็น
เครือข่าย เพื่อช่วยในการตัดสินใจผลิต
และจัดการผลผลิตอย่างแม่นยำ

ภาครัฐ

- จัดรูปแบบการชั่งนึ่งพื้นที่ในการปลูก
ไม้ผล เพื่อให้เกษตรกรผลิตสินค้าคุณภาพ
- พัฒนาระบบมาตรฐานสินค้าเกษตร (ไม้ผล)
ให้เป็นที่ยอมรับในระดับสากล
- อุดหนุนทางการเงินหรือสินเชื่อ เพื่อการ
เข้าถึงเทคโนโลยีและนวัตกรรม

ภาคเอกชน

- สนับสนุนการจัดหาเครื่องจักรกล
การเกษตร อุปกรณ์ ปัจจัยการผลิต
จนถึง การตลาด การรับซื้อผลผลิต และการ
แปรรูปผลิตภัณฑ์
- พัฒนานวัตกรรมเกษตรในพื้นที่ เฉพาะถิ่น

กิตติกรรมประกาศ

คณะนักวิจัยขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) ในการสนับสนุนทุนวิจัยภายใต้โครงการแนวทางการขับเคลื่อนเทคโนโลยีเพื่อการพัฒนาชาวสวนไม้ผล

เอกสารอ้างอิง

- Alston, J.M., G.W. Norton and P.G. Pardy. 1998. **Science under Scarcity Principle and Practice for Agricultural Research Evaluation and Priority Setting.** New York: CAB International. 585 p.
- Davis, G., W. Casady and R. Massey. 1998. **Precision agriculture: an introduction.** [Online]. Available <https://extension.missouri.edu/publications/wq450> (July 20, 2020).
- Fongmoon, S. and K. Kanokhong. 2017. Agricultural labor management of longan farmers, Chiang Mai. **Journal of Agricultural Research and Extension** 34(3): 73-78. [in Thai]
- Jringjit, R. 2010. **Insights into "Smart Farmer" just a new concept or transforming Thai agriculture.** [Online]. Available <https://www.tpsa.moc.go.th/en/node/681> (3 July 2020). [in Thai]
- Kaewpet, R. 2016. **Guidelines for the Development of Organi Guava Production: A Case Study of Guava Farmers, Klongchinda Subdistrict, Sampran District, Nakhon Pathom Province.** Master Thesis. Thammasat University. 115 p. [in Thai]
- Poapongsakorn, N. 2019. **Modern technology and the future of 'Agriculture' in Thailand.** [Online]. Available <https://tdri.or.th/2019/09/frobes-commentaries-sep-2019/> (October 7, 2021). [in Thai]
- Phanit, W. 1996. **Research Administration Experience Concept.** 2nd Edition. Bangkok: Duangkamol. 200 p. [in Thai]
- Praneetvatakul, S. and K. Vijitsrikamol. 2020. Outcomes and impact of oil palm research projects in Thailand and case study. **Journal of the Association of Researchers** 25(1): 359-374. [in Thai]
- Rattarawarak, L., S. Chantharat, C. Rittinon, B. Saengiamnet, A. Unahalekhaka, R. Chinchoteeranan and K. Puntakua. 2019. **Digital technology and enhancing Thai farmers quality of life.** [Online]. Available <https://www.pier.or.th/> (July 3, 2020). [in Thai]
- Rogers, E.M. 2003. **Diffusion of Innovation.** 5th ed. New York: The Free Press. 551 p.
- Thongkaew, S., P. Sukprasert and C. Jatuporn. 2017. Factors affecting decision making for purchasing durian in the eastern region of Thailand: a case study of entrepreneurs. **Journal of Agricultural Research and Extension** 34(3): 63-72. [in Thai]

ผลของการงดการให้น้ำในระยะการเจริญเติบโตทางสืบพันธุ์ที่แตกต่างกัน
และระยะเวลาการเก็บรักษาต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสง

Effect of Irrigation Disruption at Different Reproductive Growth Stages
and Seed Storage Times on Peanut Seed Quality

ธีระรัตน์ ชินแสน* กาญจนา กิระศักดิ์ ชยันต์ ภัคดีไทย และภาคภูมิ ถิ่นคำ

Theerarat Chinnasaen*, Kanjana Kirasak, Chayant Pakdeethai and Parkpoom Thinkum

ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น ขอนแก่น 40000

Khon Kaen Field Crops Research Center, Khon Kaen, Thailand 40000

*Corresponding author: nongtheerarat@gmail.com

Received: November 16, 2021

Revised: June 27, 2022

Accepted: August 17, 2022

Abstract

Water requirement of peanut is most crucial during reproductive stage in order to support growth and seed development. At the same time, peanut seed are high in lipid, which affects their storage duration. Therefore, the aim of this study was to evaluate peanut seed quality in which the mother plants were subjected to irrigation disruption during different reproductive stages and various storage periods. This experiment was carried out in December, 2020 at Khon Kaen Field Crops Research Center, Mueang district, Khon Kaen province. The two peanut cultivars, Khon Kaen 9 and Tainan 9 were used in the process of irrigation disruption at difference reproductive growth stages: well-watering (I_1), irrigation disruption at flowering to peg stage (I_2), irrigation disruption at peg stage to pod development stage (I_3), irrigation disruption at pod development stage to seed development stage (I_4) and irrigation disruption at seed development stage to maturation stage (I_5). After that, storing peanut pod at 0, 2, and 4 months for seed quality test after storage. The results showed that the irrigation disruption at seed development stage to maturation stage elevated the electrical conductivity to 26.81 $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$. Moreover, seed quality of Tainan 9 was higher than that of Khon Kaen 9. Also, these two peanut cultivars could keep at ambient condition for 4 months, which higher than other storage times, without any effect on seed quality.

Keywords: germination percentage, mean germination time, germination index, electrical conductivity

บทคัดย่อ

ระยะการเจริญเติบโตทางสืบพันธุ์ของถั่วลิสงมีความต้องการน้ำสูงเพื่อการเจริญเติบโตและพัฒนาการ

ของเมล็ด ขณะเดียวกันเมล็ดถั่วลิสงมีไขมันเป็นองค์ประกอบสูงซึ่งส่งผลต่ออายุการเก็บรักษา ดังนั้นการศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณภาพเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงที่ต้นแม่ได้รับการงดการให้น้ำในช่วงระยะ

การเจริญเติบโตทางสืบพันธุ์และระยะเวลาในการเก็บรักษาที่แตกต่างกัน ดำเนินการปลูกถั่วลิสงในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2563 ณ แปลงทดลองศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น โดยงดการให้น้ำถั่วลิสงพันธุ์ขอนแก่น 9 และไททานิก 9 ในช่วงระยะเวลาการเจริญเติบโตทางสืบพันธุ์ที่แตกต่างกัน 5 ระยะ ได้แก่ (1) ให้น้ำตลอดฤดูปลูก (2) งดการให้น้ำช่วงออกดอกถึงแทงเข็ม (3) งดการให้น้ำช่วงแทงเข็มถึงติดฝัก (4) งดการให้น้ำช่วงติดฝักถึงพัฒนาเมล็ด และ (5) งดการให้น้ำช่วงพัฒนาเมล็ดถึงเมล็ดเต็มฝัก จากนั้นเก็บรักษาถั่วลิสงในรูปแบบฝักเพื่อทดสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ที่อายุเก็บรักษานาน 0, 2 และ 4 เดือน จากการศึกษาพบว่า การงดการให้น้ำถั่วลิสงในช่วงพัฒนาเมล็ดถึงเมล็ดเต็มฝักมีผลให้ค่าการนำไฟฟ้าของเมล็ดพันธุ์เพิ่มขึ้น เท่ากับ $26.81 \mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$ ขณะที่ถั่วลิสงพันธุ์ไททานิก 9 มีคุณภาพเมล็ดพันธุ์สูงกว่าพันธุ์ขอนแก่น 9 โดยถั่วลิสงทั้งสองพันธุ์สามารถเก็บรักษาในสภาพห้องทั่วไปได้นาน 4 เดือน ซึ่งไม่ส่งผลต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ และช่วงอายุการเก็บรักษาดังกล่าวมีผลให้ถั่วลิสงมีคุณภาพเมล็ดพันธุ์สูงกว่าการเก็บรักษานาน 2 เดือนหรือก่อนการเก็บรักษา

คำสำคัญ: เปอร์เซ็นต์ความงอก เวลาเฉลี่ยในการงอก ดัชนีความงอก ค่าการนำไฟฟ้า

คำนำ

ถั่วลิสงพืชเศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่งของประเทศไทย ทั้งนี้ ด้วยคุณค่าทางโภชนาการและรสชาติเฉพาะตัว จึงทำให้มีผู้นิยมบริโภคถั่วลิสงอย่างแพร่หลาย โดยรับประทานทั้งแบบฝักต้ม แบบคั่ว หรือผ่านการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ มากมาย รวมถึงสามารถนำไปประกอบอาหารได้หลากหลายชนิด อย่างไรก็ตามถึงแม้ว่าถั่วลิสงจะเป็นที่นิยมบริโภคโดยทั่วไปแต่พบว่าพื้นที่เพาะปลูกกลับมีแนวโน้มลดลง ผลผลิตถั่วลิสงไม่เพียงพอต่อการบริโภคภายในประเทศส่งผลให้ประเทศไทย

ต้องนำเข้าถั่วลิสงจากต่างประเทศ โดยสาเหตุที่ผลผลิตถั่วลิสงมีไม่เพียงพออาจเนื่องมาจากการผลิตถั่วลิสงของประเทศไทยยังประสบปัญหาการขาดแคลนน้ำเนื่องจากปริมาณน้ำฝนมีน้อยหรือมีความแปรปรวนของการกระจายตัวของน้ำฝนที่ไม่สามารถคาดการณ์ได้ ทำให้ถั่วลิสงมีผลผลิตลดลงตั้งแต่ 15-80% (ส่วนใหญ่ปลูกถั่วลิสงในเขตอาศัยน้ำฝน) (Songsri *et al.*, 2008) เพราะกระบวนการต่าง ๆ ภายในพืชได้รับผลกระทบเมื่อพืชขาดน้ำ เช่น การสังเคราะห์ด้วยแสงลดลง การเคลื่อนย้ายสารอาหารภายในพืชขาดประสิทธิภาพ เป็นต้น (Dongsansuk, 2017; Kasemsap, 2006) ทั้งนี้ นอกจากการขาดแคลนน้ำจะส่งผลกระทบต่อผลผลิตถั่วลิสงแล้วคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ย่อมได้รับผลกระทบอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับถั่วลิสงซึ่งเป็นพืชที่ขยายพันธุ์ด้วยเมล็ด

ถั่วลิสงเป็นพืชผสมตัวเอง (Self-pollination) เมื่อเกิดการปฏิสนธิหลังการถ่ายละอองเกสรแล้วเมล็ดถั่วลิสงจะเริ่มการเจริญเติบโตและพัฒนา โดยแบ่งออกเป็น 3 ระยะ ได้แก่ ระยะการเจริญเติบโตและแบ่งเซลล์ของเอ็มบริโอ ระยะสะสมอาหารโดยแหล่งของคาร์บอนที่เคลื่อนย้ายสู่เมล็ดที่อยู่ในรูปของน้ำตาลซูโครสซึ่งได้จากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง และระยะเมล็ดแก่ซึ่งเป็นระยะที่สิ้นสุดการสะสมอาหารในเมล็ดและมีการคายความชื้นอย่างรวดเร็ว (Chanprasert, 2010) เพื่อให้การเจริญเติบโตและการพัฒนาการของเมล็ดเกิดขึ้นอย่างปกติและได้เมล็ดที่สมบูรณ์ ดังนั้น หลังการปฏิสนธิต้นแม่ควรได้รับปัจจัยการเจริญเติบโตที่เหมาะสม Ghassemi-Golezani *et al.* (2012) รายงานว่า คุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองลดลงเมื่อต้นแม่ได้รับสภาวะเครียดจากการขาดน้ำในระหว่างที่เมล็ดอยู่ในช่วงสะสมน้ำหนักแห้ง (Seed fillig phase) ทั้งนี้ เมล็ดถั่วลิสงเป็นพืชที่มีไขมันเป็นองค์ประกอบสูงประมาณ 44-56% จึงส่งผลให้มีอายุการเก็บรักษาสั้น (Hassan and Ahmed, 2012) ขณะเดียวกัน ถั่วลิสงบางพันธุ์อาจแสดงอาการพักตัวตามธรรมชาติ (After-

ripening) หรือการพักตัวหลังการเก็บเกี่ยว กล่าวคือ เมล็ดพันธุ์จะมีความงอกต่ำหรือไม่สามารถงอกได้ในช่วงระยะเวลาใดเวลาหนึ่งภายหลังการเก็บเกี่ยว (Chanprasert, 2010) เช่น พันธุ์ขอนแก่น 6 (KKFCRC, n.d.a) พันธุ์ขอนแก่น 60-3 (Teekachunhatean, 1997) เป็นต้น

สภาวะกระทบแล้งจึงเป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่มีผลกระทบต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อต้นแม่ได้รับสภาวะกระทบแล้งเมื่ออยู่ในช่วงระยะการเจริญเติบโตทางสืบพันธุ์ (Reproductive growth) ที่มีความต้องการน้ำสูงเพื่อการเจริญเติบโตและพัฒนาการของเมล็ด (Righetti *et al.*, 2015) รวมถึงการพักตัวตามธรรมชาติที่ต้องการการเก็บรักษาในช่วงระยะเวลาหนึ่งเพื่อคลายการพักตัว ซึ่งอาจผูกพันกับศักยภาพในการเก็บรักษาถั่วลิสงที่ในเมล็ดมีไขมันเป็นองค์ประกอบสูงขณะเดียวกัน การศึกษาด้านคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงบางพันธุ์ยังมีอย่างจำกัด ดังนั้น การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณภาพเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงพันธุ์ขอนแก่น 9 (ถั่วลิสงพันธุ์ใหม่ที่ขอรับการรับรองพันธุ์โดยกรมวิชาการเกษตร เมื่อวันที่ 15 สิงหาคม พ.ศ. 2562) (DOA, 2021) และพันธุ์ไทนาน 9 (ถั่วลิสงพันธุ์ดั้งเดิมที่นิยมบริโภคอย่างแพร่หลายในประเทศไทย) (DOA, 2020) ที่ต้นแม่ได้รับการงดการให้น้ำในช่วงระยะการเจริญเติบโตทางสืบพันธุ์และระยะเวลาในการเก็บรักษาที่แตกต่างกันต่อความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสง

อุปกรณ์และวิธีการ

เมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงที่ใช้ในการทดลอง

ดำเนินการปลูกถั่วลิสงพันธุ์ขอนแก่น 9 และไทนาน 9 ในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2563 ณ แปลงทดลองที่ควบคุมช่วงการงดการให้น้ำในช่วงระยะการเจริญเติบโตทางสืบพันธุ์ที่แตกต่างกัน 5 แบบ ได้แก่ (1) ให้น้ำตลอดฤดูปลูก (2) งดการให้น้ำช่วงออกดอกถึงแทงเข็ม (3) งดการให้น้ำช่วงแทงเข็มถึงติดฝัก (4) งดการให้น้ำช่วงติดฝักถึงพัฒนาเมล็ด และ (5) งดการให้น้ำช่วงพัฒนาเมล็ดถึง

เมล็ดเต็มฝัก โดยปลูกถั่วลิสงด้วยระยะห่างระหว่างแถว x ระหว่างต้น เท่ากับ 50x20 ซม. ดินปลูกมีค่าความเป็นกรด-ด่าง เท่ากับ 6.6 ค่าการนำไฟฟ้า เท่ากับ 0.024 dS/m ปริมาณอินทรีย์วัตถุ เท่ากับ 0.43% และปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ปริมาณโพแทสเซียมและแคลเซียมที่สกัดได้ มีค่าเท่ากับ 0.02%, 77.44 มก./ก., 53.11 ppm และ 304.99 ppm ตามลำดับ ด้านการดูแลรักษาดำเนินการโดยใช้ปุ๋ยเคมีสูตร 12-24-12 อัตรา 25 กก./ไร่ พร้อมกับการปลูกถั่วลิสง และใส่ยิปซัม อัตรา 50 กก./ไร่ เมื่อถั่วลิสงออกดอก ให้น้ำถั่วลิสงด้วยระบบน้ำหยดและงดการให้น้ำถั่วลิสงตามระยะการเจริญเติบโตที่กำหนด กำจัดวัชพืช และควบคุมการเข้าทำลายของโรค-แมลง กระทั่งเก็บเกี่ยวผลผลิตเมื่อเปลือกด้านในเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลดำประมาณ 80% หรือที่อายุ 120 วันหลังหยอดเมล็ด หลังการเก็บเกี่ยวดำเนินการลดความชื้น ฝัก ถั่วลิสงด้วยการผึ่งแดดจนเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงมีความชื้นประมาณ 8-9% (Thongket, 2009) โดยประเมินความชื้น ด้วยวิธี Low constant temperature oven method ที่อุณหภูมิ 103°C. นาน 24 ชม. (ISTA, 2010)

บรรจุฝักถั่วลิสงที่ผ่านการลดความชื้นลงในถุงผ้าแล้วเก็บรักษาในสภาพห้องทั่วไปเพื่อทดสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ที่อายุการเก็บรักษาที่แตกต่างกันคือ 0, 2 และ 4 เดือนหลังการเก็บรักษา โดยเมื่อครบกำหนดการทดสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์จึงจะแกะฝักถั่วลิสงด้วยมือเพื่อนำเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงทั้งสองพันธุ์มาทดสอบคุณภาพ ทั้งนี้ อุณหภูมิเฉลี่ยและความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตลอดอายุการเก็บรักษามีค่า เท่ากับ 34.36°C. และ 72.11%RH ตามลำดับ

การทดสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสง

คัดเลือกเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงโดยเลือกเฉพาะเมล็ดพันธุ์ที่สมบูรณ์ไม่พบการเข้าทำลายของโรค-แมลง เพื่อทดสอบลักษณะและคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ ดังนี้

1) น้ำหนัก 100 เมล็ด สุ่มตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ ถั่วลิสง จำนวน 100 เมล็ด ทั้งหมด 4 ซ้ำ มาชั่งด้วยเครื่องชั่ง ทศนิยม 3 ตำแหน่ง (Ghassemi-Golezani *et al.*, 2012)

2) ความงอกในสภาพแปลง เพาะเมล็ดพันธุ์ ถั่วลิสงในถาดเพาะที่ใช้ดินจากแปลงปลูกถั่วลิสงเป็นวัสดุ ปลูก โดยดินปลูกมีค่าการนำไฟฟ้าและค่าความเป็นกรด-ด่าง เฉลี่ยเท่ากับ 23.19 $\mu\text{S}/\text{cm}$ และ 6.20 ตามลำดับ ดำเนินการ จำนวน 4 ซ้ำ ซ้ำละ 25 เมล็ด จากนั้นจึงวาง ถาดเพาะถั่วลิสงในแปลงปลูก (เพื่อให้ถั่วลิสงได้รับปัจจัย การงอกภายใต้สภาพแปลงปลูกจริง) (Ghassemi-Golezani *et al.*, 2012) ประเมินความงอกทุกวันจนถึง วันที่ 10 หลังเพาะเมล็ด (ยกเว้นการทดสอบความงอก ที่อายุการเก็บรักษานาน 0 เดือน ที่ประเมินความงอกครั้ง

สุดท้ายที่อายุ 14 วันหลังเพาะเมล็ด เนื่องจากถั่วลิสงใช้ ระยะเวลาในการงอกยาวนานกว่าปกติ) โดยคุณภาพของ เมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงที่ได้จากการทดสอบความงอกในสภาพ แปลง ประกอบด้วย (2.1) เปอร์เซ็นต์ความงอก ดังสูตร (1) โดยกำหนดการประเมินความงอกครั้งแรก (First count) 5 วันหลังเพาะเมล็ด และครั้งสุดท้าย (Final count) 10 วันหลังเพาะเมล็ด (ยกเว้นการทดสอบความงอกที่อายุการเก็บรักษานาน 0 เดือน) (ISTA, 2010) (2.2) เวลาเฉลี่ยในการงอก (Mean germination time; MGT) ดังสูตร (2) (Ellis and Roberts, 1980) และ (2.3) ดัชนี ความงอก (Germination index; GI) หรือ ความเร็วในการ งอก (Speed of germination) ดังสูตร (3) (AOSA, 1983)

$$\text{ความงอก (\%)} = \frac{(\text{จำนวนต้นกล้าปกติที่งอก}) \times 100}{\text{จำนวนเมล็ดที่เพาะ}} \quad (1)$$

$$\text{MGT (วัน)} = \frac{\left[(G_1 \times D_1) + (G_2 \times D_2) + \dots + (G_n \times D_n) \right]}{\text{จำนวนต้นกล้าปกติทั้งหมด}} \quad (2)$$

เมื่อ $G_{1, 2, \dots, n}$ คือ จำนวนต้นกล้าปกติที่งอกวันที่ 1, 2, ..., n (n = 10 หรือ 14)

$D_{1, 2, \dots, n}$ คือ จำนวนวันที่ 1, 2, ..., n (n = 10 หรือ 14) หลังจากวันเพาะเมล็ด

$$\text{ดัชนีความงอก (GI)} = \text{ผลรวมของ} \left[\frac{\text{จำนวนต้นกล้าปกติที่งอกในแต่ละวัน}}{\text{จำนวนวันที่ต้นกล้าปกติงอกในแต่ละวัน}} \right] \quad (3)$$

3) ค่าการนำไฟฟ้าของถั่วลิสง โดยนับเมล็ดพันธุ์ ถั่วลิสง จำนวน 25 เมล็ด แล้วชั่งน้ำหนัก นำเมล็ดพันธุ์แช่ ในน้ำ Deionized water (น้ำ DI) ปริมาตร 75 มล. ที่ อุณหภูมิ 25°C. จากนั้นประเมินค่าการนำไฟฟ้าของน้ำ DI

ที่แช่เมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงนาน 24 ชม. ด้วยเครื่อง EC meter ดำเนินการ จำนวน 4 ซ้ำ ประเมินค่าการนำไฟฟ้าในหน่วย $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$ (Ghassemi-Golezani *et al.*, 2012) ดังสูตร (4)

$$\text{ค่าการนำไฟฟ้า } (\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}) = \frac{\text{ค่าการนำไฟฟ้าชั่วโมงที่ 24 } (\mu\text{S}/\text{cm})}{\text{น้ำหนัก 25 เมล็ด (g)}} \quad (4)$$

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

เพื่อทราบถึงปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงจึงวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติแบบ 5x2x3 Factorial in CRD โดยปัจจัยแรก คือ การรดการให้น้ำในระยะการเจริญเติบโตทางสืบพันธุ์ที่แตกต่างกัน ปัจจัยที่สอง คือ พันธุ์ถั่วลิสงที่แตกต่างกัน และปัจจัยที่สามคือ ระยะเวลาเก็บรักษาถั่วลิสงที่แตกต่างกัน โดยวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของแต่ละลักษณะที่ทำการศึกษ และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple's Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SAS และตรวจสอบสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Coefficient of correlation) ของแต่ละลักษณะด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS

ผลการวิจัยและวิจารณ์

น้ำหนัก 100 เมล็ด

พันธุ์ถั่วลิสงหรือระยะเวลาในการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสง (ในรูปแบบฝัก) ที่แตกต่างกันมีผลให้ถั่วลิสงมีน้ำหนัก 100 เมล็ด แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยพันธุ์ขอนแก่น 9 มีน้ำหนัก 100 เมล็ด สูงกว่าพันธุ์ไทนาน 9 เท่ากับ 62.31 และ 51.46 กรัม ตามลำดับ ขณะที่การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงนาน 2 เดือน มีน้ำหนัก 100 เมล็ด สูงกว่าการเก็บรักษานาน 0 และ 4 เดือน เท่ากับ 58.69, 57.15 และ 54.81 กรัม ตามลำดับ ทั้งนี้ พบว่าการรดการให้น้ำถั่วลิสงในช่วงระยะการเจริญเติบโตทางสืบพันธุ์มีปฏิสัมพันธ์ (Interaction) กับพันธุ์ถั่วลิสงอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (Table 1) ทั้งนี้ การรดการให้น้ำในช่วงระยะการเจริญเติบโตทางสืบพันธุ์ที่แตกต่างกันมีผลให้ผลผลิตเมล็ดแห้งของถั่วลิสงมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่พบว่าถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9 มีผลผลิตเมล็ดแห้งสูงกว่าพันธุ์ขอนแก่น 9 เท่ากับ 149.79 และ 140.53 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (ไม่แสดงข้อมูล)

พันธุ์ถั่วลิสงที่แตกต่างกันมีผลให้ถั่วลิสงมีน้ำหนัก 100 เมล็ด แตกต่างกัน สอดคล้องกับ KKFCRC (n.d.b) ที่รายงานว่า น้ำหนัก 100 เมล็ด ของถั่วลิสงพันธุ์ขอนแก่น 9 มีค่าสูงกว่าพันธุ์ไทนาน 9 เท่ากับ 52.80 และ 44.37 กรัม ตามลำดับ ขณะที่ Boontang *et al.* (2010) รายงานว่า ถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9 ที่ได้รับน้ำอย่างเพียงพอตลอดฤดูมีน้ำหนัก 100 เมล็ด เท่ากับ 53.90 กรัม ซึ่งมีน้ำหนักใกล้เคียงกับการทดลองนี้ ทั้งนี้ การเก็บรักษาในสภาพห้องทั่วไป มีผลให้ถั่วลิสงพันธุ์เดียวกันมีน้ำหนัก 100 เมล็ดแตกต่างกัน อาจเนื่องมาจากการเก็บรักษาในสภาพเปิดที่ไม่ควบคุมบรรยากาศ อุณหภูมิ หรือความชื้นสัมพัทธ์ ประกอบกับถั่วลิสงเป็นวัตถุที่มีคุณสมบัติเป็น Hygroscopic (Copeland and McDonald, 1999) ดังนั้น เมื่อความชื้นสัมพัทธ์ระหว่างการเก็บรักษาสูงขึ้นหรือลดลง เมล็ดพันธุ์จึงดูดหรือคายความชื้นเพื่อให้ความชื้นของเมล็ดพันธุ์สูงขึ้นหรือลดลงและเริ่มคงที่เพื่อเข้าสู่สภาวะสมดุลกับสภาพแวดล้อม โดยเรียกคุณสมบัติเช่นนี้ว่า ความชื้นสมดุลของเมล็ด (Seed equilibrium moisture content) หรือความชื้นของเมล็ดที่เข้าสู่สมดุลกับสภาพอากาศรอบ ๆ (Copeland and McDonald, 1999; Probert and Hay, 2000) ด้านผลผลิตที่การรดน้ำไม่มีอิทธิพลต่อผลผลิตถั่วลิสงนั้น อาจเนื่องมาจากถั่วลิสงทั้งสองพันธุ์มีศักยภาพในการฟื้นตัวสูง ดังเห็นได้จากเมื่อได้รับการให้น้ำตามปกติอีกครั้งยังสามารถให้ผลผลิตไม่แตกต่างจากถั่วลิสงที่ได้รับน้ำตลอดฤดูปลูก

ความงอกในสภาพแปลง

ระหว่างการทดสอบความงอกถั่วลิสงในสภาพแปลงปลูก มีอุณหภูมิต่ำสุด-สูงสุด อุณหภูมิเฉลี่ย ความชื้นสัมพัทธ์ และปริมาณน้ำฝนทั้งหมด ที่อายุ 0 เดือน (ก่อนการเก็บรักษา) เท่ากับ 23.50-37.50°ซ. 28.80°ซ. 77.73%RH และ 101.20 มม. ตามลำดับ ที่อายุการเก็บรักษานาน 2 เดือน เท่ากับ 23.50-35.00°ซ. 28.14°ซ. 79.55%RH และ 59.5 มม. ตามลำดับ และที่อายุการเก็บรักษานาน 4 เดือน เท่ากับ 23.00-33.00°ซ. 27.18°ซ.

84.91%RH และ 119.60 มม. ตามลำดับ ทั้งนี้ ความงอกในสภาพแปลงของถั่วลิสง แสดงดังนี้

เปอร์เซ็นต์ความงอก พันธุ์ ถั่วลิสงหรือระยะเวลาในการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสง (ในรูปแบบฝัก) ที่แตกต่างกันมีผลให้ถั่วลิสงมีเปอร์เซ็นต์ความงอกแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยพันธุ์ไทนาน 9 มีเปอร์เซ็นต์ความงอกสูงกว่าพันธุ์ขอนแก่น 9 เท่ากับ 91.80 และ 87.60% ตามลำดับ ขณะที่การเก็บรักษานาน 2 และ 4 เดือน มีเปอร์เซ็นต์ความงอกสูงกว่าการเก็บรักษานาน 0 เท่ากับ 98.70, 98.50 และ 71.90% ตามลำดับ ทั้งนี้ พบว่าการรดการให้น้ำในช่วงระยะการเจริญเติบโตทางสืบพันธุ์มีปฏิสัมพันธ์กับพันธุ์ถั่วลิสงอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ เช่นเดียวกับปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ถั่วลิสงและอายุการเก็บรักษา หรือปฏิสัมพันธ์ระหว่างการรดการให้น้ำถั่วลิสงในช่วงระยะการเจริญเติบโตทางสืบพันธุ์ร่วมกับพันธุ์ถั่วลิสงและอายุการเก็บรักษา (Table 1)

เวลาเฉลี่ยในการงอก เวลาเฉลี่ยในการงอกแสดงให้เห็นถึงความเร็วในการงอก หากเวลาเฉลี่ยในการงอกมีค่าน้อยแสดงว่าเมล็ดพันธุ์เหล่านั้นสามารถงอกได้เร็วและมีความแข็งแรงสูง จากการศึกษาในครั้งนี้พบว่า การรดการให้น้ำถั่วลิสงในช่วงระยะการเจริญเติบโตทางสืบพันธุ์ที่แตกต่างกันมีผลให้ถั่วลิสงมีเวลาเฉลี่ยในการงอกแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยการรดการให้น้ำในช่วงติดฝักถึงพัฒนาเมล็ด และช่วงพัฒนาเมล็ดถึงเมล็ดเต็มฝัก มีเวลาเฉลี่ยในการงอกต่ำที่สุดหรือแสดงให้เห็นว่าเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงสามารถงอกได้เร็วที่สุด เท่ากับ 6.79 และ 6.84 วัน ตามลำดับ ขณะที่ถั่วลิสงที่ได้รับน้ำตลอดฤดูปลูกมีเวลาเฉลี่ยในการงอกสูงที่สุดหรืองอกช้าที่สุด เท่ากับ 7.36 วัน เช่นเดียวกับพันธุ์ถั่วลิสงหรือระยะเวลาในการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสง (ในรูปแบบฝัก) ที่แตกต่างกันมีผลให้ถั่วลิสงมีเวลาเฉลี่ยในการงอกแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยพันธุ์ไทนาน 9 งอกเร็วกว่าพันธุ์ขอนแก่น 9 เท่ากับ 6.80 และ 7.14 วัน ตามลำดับ ขณะที่การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ที่นานขึ้นมีผลให้ถั่วลิสง

งอกได้เร็วยิ่งขึ้น โดยการเก็บรักษาที่อายุ 0, 2 และ 4 เดือน มีเวลาเฉลี่ยในการงอก เท่ากับ 10.79 5.97 และ 4.29 วัน ตามลำดับ นอกจากนี้ ยังพบปฏิสัมพันธ์ระหว่าง การรดการให้น้ำถั่วลิสงในช่วงระยะการเจริญเติบโตทางสืบพันธุ์กับพันธุ์ถั่วลิสง และการรดการให้น้ำถั่วลิสงในช่วงระยะการเจริญเติบโตทางสืบพันธุ์กับอายุการเก็บรักษา ที่มีผลต่อเวลาเฉลี่ยในการงอกซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ หรือปฏิสัมพันธ์ระหว่างการรดการให้น้ำถั่วลิสงในช่วงระยะการเจริญเติบโตทางสืบพันธุ์กับพันธุ์ถั่วลิสง และอายุการเก็บรักษาที่มีผลต่อเวลาเฉลี่ยในการงอกซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 1)

ดัชนีความงอก ดัชนีความงอกหรือความเร็วในการงอกแสดงให้เห็นถึงความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ที่สามารถงอกได้เร็วและสม่ำเสมอ ยิ่งค่าดัชนีความงอกมีค่าสูงย่อมแสดงให้เห็นว่าเมล็ดพันธุ์นั้นมีความแข็งแรงสูง จากการศึกษาในครั้งนี้พบว่า พันธุ์ถั่วลิสงหรือระยะเวลาในการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสง (ในรูปแบบฝัก) ที่แตกต่างกันมีผลให้ถั่วลิสงมีดัชนีความงอกแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยพันธุ์ไทนาน 9 มีดัชนีความงอกสูงกว่าพันธุ์ขอนแก่น 9 เท่ากับ 4.10 และ 3.83 ตามลำดับ ขณะที่การเก็บรักษาที่ยาวนานขึ้นมีผลให้ดัชนีความงอกมีค่าเพิ่มขึ้น โดยการเก็บรักษาที่อายุ 4, 2 และ 0 เดือน มีดัชนีความงอก เท่ากับ 5.94, 4.23 และ 1.73 ตามลำดับ นอกจากนี้ ยังพบปฏิสัมพันธ์ระหว่างการรดการให้น้ำถั่วลิสงในช่วงระยะการเจริญเติบโตทางสืบพันธุ์กับพันธุ์ถั่วลิสงซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 1)

เมื่อทดสอบความงอกในสภาพแปลงพบว่า เมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงมีคุณภาพแตกต่างกันตามปัจจัยที่ได้รับ โดยถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9 มีเปอร์เซ็นต์ความงอกและความแข็งแรงมากกว่าพันธุ์ขอนแก่น 9 ซึ่งอาจเกิดจากความสามารถในการปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมระหว่างการงอกหรือการเจริญเติบโตของถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9 ที่เป็นถั่วลิสงพันธุ์ดั้งเดิมที่เรืมนำมาเพาะปลูกในประเทศไทยตั้งแต่ปี พ.ศ. 2515 และได้รับการรับรองพันธุ์

เมื่อวันที่ 27 กันยายน 2519 (DOA, 2020) และยังคงความนิยมเพาะปลูกมาจนถึงปัจจุบัน ทั้งนี้ปัจจัยสำคัญที่ควบคุมการปรับตัวดังกล่าวคือ ลักษณะทางพันธุกรรมซึ่งมีความจำเพาะต่อชนิดหรือพันธุ์พืชนั้น ๆ ขณะที่การเก็บรักษาที่ยาวนานขึ้นช่วยให้เมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงมีคุณภาพดียิ่งขึ้น กล่าวคือ เมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงสามารถงอกได้ดีและงอกได้เร็วขึ้น ซึ่งอาจเป็นผลมาจากภายหลังการเก็บรักษาในระยะแรกถั่วลิสงยังแสดงอาการพักตัวหลังการเก็บเกี่ยว (After-ripening) แต่เมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงจะคลายการพักตัวเมื่อเก็บรักษาภายใต้สภาพอุณหภูมิห้อง ณ ช่วงระยะเวลาหนึ่ง (Xu *et al.*, 2020) สอดคล้องกับ Field and Renewable Energy Crops Research Institute (2020) รายงานว่า เมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงพันธุ์ขอนแก่น 6 มีระยะเวลาพักตัวนาน 6 สัปดาห์ ขณะที่ Teekachunhatean (2006) รายงานว่า ถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9 จะคลายการพักตัวภายหลังการเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์นาน 4 สัปดาห์ ทั้งนี้ สาเหตุของการพักตัวตามธรรมชาติมีความเกี่ยวข้องกับสัดส่วนระหว่าง ABA (Abscisic acid) และ GAs (Gibberellins) ซึ่งเป็นสารควบคุมการเจริญเติบโตที่ยับยั้งหรือส่งเสริมการงอกของเมล็ดพันธุ์ ตามลำดับ ดังนั้น หากสัดส่วนระหว่าง ABA/GA มีค่าสูงเมล็ดพันธุ์จะแสดงการพักตัว แต่เมื่อสัดส่วนดังกล่าวลดลง รากแรกเกิด (Radicle) จะสามารถแทงผ่านเยื่อหุ้มเมล็ด (Testa) ได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อปริมาณ ABA ในส่วนสะสมอาหาร (Cotyledons) ลดลง (Xu *et al.*, 2020) นอกจากนี้พบว่า การงดการให้น้ำมีผลให้ถั่วลิสงงอกได้เร็วขึ้นนั้น อาจมีสาเหตุจากการขาดน้ำมีผลให้สัดส่วนการสะสม ABA ในเมล็ดถั่วลิสงลดลงเนื่องจากในสภาวะขาดน้ำพืชจะสะสม ABA ที่ใบเพิ่มขึ้นเพื่อชักนำให้ปากใบปิดเพื่อรักษาน้ำภายในต้นพืช (Hu *et al.*, 2010) ทั้งนี้ จากการศึกษาแสดงให้เห็นว่า คุณภาพเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9 ตอบสนองได้ดีต่อการเก็บรักษาที่ยาวนานขึ้น (ที่อายุเก็บรักษานาน 4 เดือน) ขณะเดียวกัน Promchote (2000) รายงานว่า สามารถเก็บรักษาถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9 ในรูปแบบเมล็ดพันธุ์ที่บรรจุในถุงพลาสติกปิดผนึก ในสภาพอุณหภูมิห้อง นาน 9 เดือน

โดยถั่วลิสงยังมีความงอกในสภาพแปลงสูงกว่า 90% อย่างไรก็ตาม เนื่องจากเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงมีไขมันเป็นองค์ประกอบสูงประมาณ 45-53% (Higg, 2003) จึงส่งผลให้เกิดการเสื่อมคุณภาพจากการทำลายเยื่อหุ้มเซลล์ของกรดไขมันอิสระ (Chanprasert, 2010) ดังนั้น โดยทั่วไปเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงจึงสามารถเก็บรักษาได้นานประมาณ 6 เดือน (El-Saidy and Abd El-Hai, 2011)

ค่าการนำไฟฟ้า

การงดการให้น้ำในช่วงระยะการเจริญเติบโตทางสืบพันธุ์ถั่วลิสง หรือระยะเวลาในการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสง (ในรูปแบบฝัก) ที่แตกต่างกัน มีผลให้ถั่วลิสงมีค่าการนำไฟฟ้าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยการงดการให้น้ำช่วงพัฒนาเมล็ดถึงเมล็ดเต็มฝักมีค่าการนำไฟฟ้าสูงสุด เท่ากับ $26.81 \mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$ ขณะที่การงดการให้น้ำในช่วงอื่นมีค่าการนำไฟฟ้า ระหว่าง $20.61-22.09 \mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$ สำหรับพันธุ์ถั่วลิสงนั้นพบว่า พันธุ์ไทนาน 9 มีค่าการนำไฟฟ้าสูงกว่าพันธุ์ขอนแก่น 9 เท่ากับ 23.38 และ $21.51 \mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$ ตามลำดับ ด้านการเก็บรักษาพบว่า เมื่ออายุการเก็บรักษายาวนานขึ้น ค่าการนำไฟฟ้ามีแนวโน้มสูงขึ้น โดยที่อายุเก็บรักษานาน 4 เดือน มีค่าการนำไฟฟ้าเท่ากับ $24.81 \mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$ ขณะที่อายุเก็บรักษานาน 0 และ 2 เดือน มีค่าเท่ากับ 21.76 และ $20.77 \mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$ ตามลำดับ ทั้งนี้ พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างการงดการให้น้ำ ถั่วลิสงในช่วงระยะการเจริญเติบโตทางสืบพันธุ์กับพันธุ์ถั่วลิสงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 1)

การวัดค่าการนำไฟฟ้าเป็นวิธีการวัดความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์วิธีหนึ่ง เนื่องจากการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์มีความสัมพันธ์กับการเสื่อมสภาพของเซลล์ภายในเมล็ดพันธุ์ ดังนั้น เมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพต่ำจะมีโครงสร้างหรือเนื้อเยื่อของเซลล์ที่ไม่แข็งแรง เมื่อเมล็ดดูน้ำเข้าไปจะส่งผลให้สารต่าง ๆ (เช่น น้ำตาล กรดอะมิโน และฟอสเฟต เป็นต้น) ที่มีอยู่ภายในเซลล์รั่วซึมออกมาได้ง่าย โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพต่ำ ทั้งนี้ ปริมาณสารที่รั่วซึมออกมาจะแปรผันตรงกับค่าการนำ

ไฟฟ้าที่วัดได้ กล่าวคือ หากมีปริมาณสารร่วซึมออกมา มากจะมีค่าการนำไฟฟ้ามากด้วยเช่นกัน (Sukprakarn, 2002) จากการศึกษาครั้งนี้พบว่า การงดการให้น้ำช่วง พัฒนาเมล็ดถึงเมล็ดเต็มฝักมีค่าการนำไฟฟ้าสูงสุด อาจ เนื่องจาก น้ำหรือความชื้นที่มีความสำคัญต่อการแบ่ง เซลล์และการขยายขนาดของเซลล์ภายในเมล็ดที่กำลัง พัฒนาซึ่งมีอย่างจำกัดเป็นปัจจัยสำคัญต่อการควบคุมการ พัฒนาเมล็ด และกระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นระหว่าง ที่ เมล็ดกำลังพัฒนา (Schnyder and Baum, 1992) ขณะเดียวกัน การขาดน้ำมีผลให้กระบวนการการ สังเคราะห์ด้วยแสงลดลงและยังมีผลให้แรงดันเต่งภายใน ท่อลำเลียงอาหารลดลงด้วยเช่นกัน เนื่องจากมีน้ำไม่ เพียงพอต่อการขับเคลื่อน ดังนั้น ความหนืดของซูโครส ภายในท่อลำเลียงอาหารจึงสูงขึ้นซึ่งขัดขวางการ เคลื่อนย้ายสารอาหารสูงแหล่งสะสมอาหาร (Sink) ในที่นี้ หมายถึง เมล็ด นั่นเอง (Sevanto, 2014) ดังนั้น จึงส่งผล กระทบต่อพัฒนาการของเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสง ขณะที่ถั่วลิสง พันธุ์ไทนาน 9 อาจมีองค์ประกอบทางเคมีภายในเมล็ด ที่สูงกว่าพันธุ์ขอนแก่น 9 โดย Promchote *et al.* (2008) รายงานว่า เมล็ดถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9 มีองค์ประกอบของ ไขมัน คาร์โบไฮเดรต และโปรตีน เท่ากับ 54.8, 21.5 และ 21.2% ตามลำดับ ซึ่งใกล้เคียงกับพันธุ์เกษตร 1 (ถั่วลิสง เมล็ดขนาดใหญ่) ที่มีองค์ประกอบทางเคมี เท่ากับ 55.9, 21.7 และ 20.1% ตามลำดับ ขณะที่ KKFCRC (n.d.b) รายงานว่า เมล็ดถั่วลิสงพันธุ์ขอนแก่น 9 มีองค์ประกอบ ของไขมันเพียง 37.8% เท่านั้น

สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพเมล็ดถั่วลิสง

น้ำหนัก 100 เมล็ด ของถั่วลิสงมีความสัมพันธ์ ในทางตรงกันข้ามกับดัชนีความงอกและค่าการนำไฟฟ้า ในระดับต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและในระดับปานกลาง อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ขณะที่เปอร์เซ็นต์ความงอก มีความสัมพันธ์ในระดับสูงในทางตรงกันข้ามและ ในทางเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับเวลาเฉลี่ย

ในการงอกและดัชนีความงอก ตามลำดับ ส่วนเวลาเฉลี่ย ในการงอกมีความสัมพันธ์ในทางตรงกันข้ามในระดับสูง และในระดับต่ำซึ่งแตกต่างกันมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับ ดัชนีความงอกและค่าการนำไฟฟ้า ตามลำดับ และดัชนี ความงอกมีความสัมพันธ์ในระดับต่ำซึ่งแตกต่างกันมี นัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับค่าการนำไฟฟ้า (Table 2) เมล็ด พันธุ์ที่มีคุณภาพดีควรมีเปอร์เซ็นต์ความงอกและความ แข็งแรงสูง (Chanprasert, 2010) จากการศึกษาครั้งนี้ สอดคล้องกับลักษณะของเมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพดีดังกล่าว โดยเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสงที่มีเปอร์เซ็นต์ความงอกสูงจะ สามารถงอกได้เร็ว (เวลาเฉลี่ยในการงอกสั้น) และมีดัชนี ความงอกสูง ขณะที่ค่าการนำไฟฟ้าซึ่งเป็นดัชนีชี้วัดความ แข็งแรงของเมล็ดมีความสัมพันธ์กับน้ำหนักเมล็ดพันธุ์ มากกว่าความงอกในสภาพแปลง อาจเนื่องมาจากค่าการ นำไฟฟ้าเกี่ยวข้องกับองค์ประกอบทางเคมีภายในเมล็ด หรืออาจเกิดจากระยะเวลาในการเก็บรักษาอาจยังไม่ถึง ช่วงวิกฤตที่มีผลต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วลิสง เช่นเดียวกับที่ Promchote (2000) รายงานว่า สามารถ เก็บรักษาถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9 ในรูปแบบเมล็ดพันธุ์ ที่บรรจุในถุงพลาสติกปิดผนึก ในสภาพอุณหภูมิห้องนาน 9 เดือน โดยถั่วลิสงยังมีความงอกในสภาพแปลงสูงกว่า 90%

สรุปผลการวิจัย

การงดการให้น้ำถั่วลิสงในช่วงพัฒนาเมล็ดถึงเมล็ด เต็มฝักมีผลให้ค่าการนำไฟฟ้าของเมล็ดพันธุ์เพิ่มขึ้น ขณะที่ ถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9 มีคุณภาพเมล็ดพันธุ์ (เปอร์เซ็นต์ ความงอก เวลาเฉลี่ยในการงอก และดัชนีความงอก) ดีกว่าพันธุ์ขอนแก่น 9 โดยถั่วลิสงทั้งสองพันธุ์สามารถเก็บ รักษาในสภาพห้องทั่วไปได้ยาวนาน 4 เดือน ซึ่งไม่ส่งผลต่อ คุณภาพเมล็ดพันธุ์ และช่วงอายุการเก็บรักษาดังกล่าว มีผลให้ถั่วลิสงมีคุณภาพเมล็ดพันธุ์สูงกว่าการเก็บรักษานาน 2 เดือน หรือก่อนการเก็บรักษา

Table 1 Peanut seed qualities affected by irrigation disruption at reproductive stages during various storage duration times

Factor	100 seed weight (g)	Germination (%)	Mean germination time; MGT (day)	Germination index; GI	Electrical conductivity; EC ($\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$)
Irrigation (I)					
$I_1^{1/}$	57.89	90.50	7.36 a ^{2/}	3.81	21.49 b
I_2	57.11	90.50	7.02 bc	4.10	21.09 b
I_3	56.73	88.33	7.08 b	3.89	22.25 b
I_4	56.59	90.67	6.79 c	4.06	20.61 b
I_5	56.10	88.50	6.84 c	3.96	26.81 a
F-test	ns	ns	**	ns	**
Cultivar (C)					
Khon Kaen 9	62.31 a	87.60 b	7.14 a	3.83 b	21.51 b
Tainan 9	51.46 b	91.80 a	6.90 b	4.10 a	23.38 a
F-test	**	**	**	**	**
Storage duration (S) (month)					
0	57.15 b	71.90 b	10.79 a	1.73 c	21.76 b
2	58.69 a	98.70 a	5.97 b	4.23 b	20.77 b
4	54.81 c	98.50 a	4.29 c	5.94 a	24.81 a
F-test	**	**	**	**	**
I x C	**	**	**	*	*
I x S	ns	ns	**	ns	ns
C x S	ns	**	ns	ns	ns
I x C x S	ns	**	*	ns	ns
C.V.(%)	5.21	9.24	5.79	10.38	12.68

^{1/} I_1 = well-watering, I_2 = Irrigation disruption at flowering to peg stage, I_3 = Irrigation disruption at peg stage to pod development stage, I_4 = Irrigation disruption at pod development stage to seed development stage, and I_5 = Irrigation disruption at seed development stage to maturation stage, ^{2/}Mean in the same column followed by different lowercase was significantly different at the 5% level of probability by DMRT. * = Significant at $p < 0.05$, ** = Significant at $p < 0.01$, ns = not significant

Table 2 Correlation coefficients among seed qualities of peanut under irrigation disruption at reproductive stages

Trait	100 seed weight (g)	Germination (%)	Mean germination time; MGT (day)	Germination index; GI	Electrical conductivity; EC ($\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$)
100 seed weight (g)	1				
Germination (%)	-0.169ns ^{1/}	1			
Mean germination time; MGT (day)	0.139ns	-0.799**	1		
Germination index; GI	-0.194*	0.798**	-0.972**	1	
Electrical conductivity; EC ($\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$)	-0.457**	0.154ns	-0.246**	0.283**	1

^{1/}Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed), **Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed), ns=not significant

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรม ที่ให้การสนับสนุนงบประมาณสำหรับการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

Association of Official Seed Analysis. 1983.

Seed Vigor Testing Handbook.

Contribution No.32. Lincon: Association of Official Seed Analysis. 89 p.

Boontang, S., T. Girdthai, S. Jogloy, C. Akkasaeng, N. Vorasoot, A. Patanothai and N. Tantisuwichwong. 2010. Responses of released cultivars of peanut to terminal drought for traits related to drought tolerance. **Asian Journal of Plant Sciences** 9(7): 423-431.

Chanprasert, W. 2010. **Seed Physiology**. Special ed. Bangkok: Extension and Training Office, Kasetsart University. 167 p. [in Thai]

- Copeland, L.O. and M.B. McDonald. 1999. **Principles of Seed Science and Technology**. 3thed. Minneapolis: Burgess Publishing Co. 409 p.
- Department of Agriculture. 2020. **Peanut Tainan 9**. [Online]. Available <http://202.139.197.174/RecFront/PlantDetailPdf/18> (October 8, 2021). [in Thai]
- _____. 2021. **Peanut Khon Kaen 9**. [Online]. Available <http://202.139.197.174/RecFront/PlantDetailPdf/353> (October 8, 2021). [in Thai]
- Dongsansuk, A. 2017. **Physiological Responses of Plants to Environments**. 1sted. Khon Kaen: Faculty of Agriculture, Khon Kaen University. 131 p. [in Thai]
- Ellis, R.H. and E.H. Roberts. 1980. The influence of temperature and moisture on seed viability period in barley (*Hordeum distichum* L.). **Ann. Bot.** 45: 31-37.
- El-Saidy, A.E.A. and K.M. Abd El-Hai. 2011. Alleviation of peanut seed deterioration during storage using biotic and abiotic agents. **Res. J. Seed Sci.** 4(2): 64-81.
- Field and Renewable Energy Crops Research Institute. 2020. **Peanut Production Technology**. Bangkok: Department of Agriculture, Ministry of Agriculture and Cooperatives. 10 p. [in Thai]
- Ghassemi-Golezani, K., R. Lotfi and M. Norouzi. 2012. Seed quality of soybean cultivars affected by pod position and waterstress at reproductive stages. **The International Journal of Plant, Animal and Environmental Sciences** 2(2): 119-125.
- Hassan, F.U. and M. Ahmed. 2012. Oil and fatty acid composition of peanut cultivars grown in pakistan. **Pak. J. Bot.** 44(2): 627-630.
- Higg, J. 2003. The beneficial role of peanuts in the diet-part 2. **Nutr. Food Sci.** 33: 56-64.
- Hu, B., J. Cao, K. Ge and L. Ling. 2010. The site of water stress governs the pattern of ABA synthesis and transport in peanut. **Scientific Reports** 6: 1-11.
- International Seed Testing Association. 2010. **International Rules for Seed Testing: Edition 2010**. Bassersdorf: ISTA. 53 p.
- Kasemsap, P. 2006. **Biology 2**. 1sted. Bangkok: The Project of Science and Mathematics Book, The Promotion of Academic Olympiad and Development of Science Education Foundation. 404 p. [in Thai]
- Khon Kaen Field Crops Research Center. n.d.a. **Peanut Khon Kaen 6: Large-seeded in Thai Peanut Cultivar**. Khon Kaen: Field and Renewable Energy Crops Research Institute (FCRI), Department of Agriculture. 5 p. [in Thai]
- _____. n.d.b. **Peanut Khon Kaen 9: New Shelling Cultivar**. Khon Kaen: Field and Renewable Energy Crops Research Institute (FCRI), Department of Agriculture. 5 p. [in Thai]
- Probert, R.J. and F.R. Hay. 2000. Keeping Seeds Alive. pp 375-410. *In* Bewley S.D. (ed.) **Seed Technology and Its Biological Basis**. Sheffield: Sheffield Academic Press.

- Promchote, P. 2000. **Seed Deterioration of Peanut at Different Maturity Levels.** Master Thesis. Kasetsart University. 245 p. [in Thai]
- Promchote, P., J. Duangpatra and W. Chanprasert. 2008. Seed composition and physiological changes in Thai peanut cv. Kaset 1 and Tainan 9 during maturation. **Kasetsart J. (Nat. Sci.)** 42: 407-416.
- Righetti, K., J.L. Vu, S. Pelletier, B.L. Vu, E. Glaab, D. Lalanne, A. Pasha, R.V. Patel, N.J. Provart, J. Verdier, O. Leprince and J. Buitinka. 2015. Inference of longevity-related genes from a robust coexpression network of seed maturation identifies regulators linking seed storability to biotic defense-related pathways. **Plant Cell** 27: 2692-2708.
- Schnyder, H. and U. Baum. 1992. Growth of the grain of wheat (*Triticum aestivum* L.) the relationship between water content and dry matter accumulation. **Eur. J. Agron.** 1: 51-57.
- Sevanto, S. 2014. Phloem transport and drought. **J. Exp. Bot.** 65: 1751-1759.
- Songsri, P., S. Jogloy, T. Kesmala, N. Vorasoot, C. Akkasaeng, A. Patanothai and C.C. Holbrook. 2008. Response of reproductive characters of drought resistant peanut genotypes to drought. **Asian J. Plant Sci.** 7: 427-439.
- Sukprakarn, S. 2002. **Horticultural Seed Testing Laboratory.** 5thed. Bangkok: Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Kasetsart University. 211 p. [in Thai]
- Teekachunhatean, T. 1997. **Development of seed dormancy in peanuts (*Arachis hypogaea* L.) variety Khon Kean 60-1, Khon Kean 60-3 and Tainan 9.** [Online]. Available <http://sutir.sut.ac.th:8080/jspui/bitstream/123456789/860/1/bib269.pdf> (November 13, 2021). [in Thai]
- _____. 2006. **Development of seed dormancy in peanuts (*Arachis hypogaea* L.) variety Khon Kaen 60-1, Khon Kaen 60-3 and Tainan 9.** [Online]. Available http://ird.sut.ac.th/ird_engine/view_detail.php?mode=research&id=3 (November 13, 2021).
- Thongket, T. 2009. **Seed quality monitoring.** [Online]. Available <https://www.thasta.com/pdf/article/การดูแลรักษาคุณภาพเมล็ดพันธุ์.pdf> (November 17, 2020). [in Thai]
- Xu, P., G. Tang, W. Cui, G. Chen, C.L. Ma, J. Zhu, P. Li, L. Shan, Z. Liu and S. Wan. 2020. Transcriptional differences in peanut (*Arachis hypogaea* L.) seeds at the freshly harvested, after-ripening and newly germinated seed stages: insights into the regulatory networks of seed dormancy release and germination. **PLoS ONE.** 15(1): e0219413.

ผลของรูปแบบการจัดการน้ำร่วมกับการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินต่อผลผลิตและประสิทธิภาพ
การใช้น้ำของข้าวปทุมธานี 1 ที่ปลูกในชุดดินสมุทรปราการ
Effects of Water Management Regimes Combined with Soil-customized Fertilizer
Management on Yield and Water use Efficiency of Pathum Thani 1 Rice Grown
on Samut Prakan Soil Series

อุไรวรรณ ไอยสุวรรณ^{1*} ธนวดี พรหมจันทร์¹ และจีระศักดิ์ ขอบแตง²
Auraiwan Isuwan^{1*}, Thanawadee Promchan¹ and Jeerasak Chobtang²

¹คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตสารสนเทศเพชรบุรี เพชรบุรี 76120

²สำนักพัฒนาอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ ปทุมธานี 12000

¹Faculty of Animal Sciences and Agricultural Technology, Silpakorn University, Phetchaburi IT Campus, Phetchaburi, Thailand 76120

²Bureau of Animal Nutrition Development, Department of Livestock Development, Pathum Thani, Thailand 12000

*Corresponding author: isuwan_a@silpakorn.edu

Received: August 14, 2022

Revised: April 05, 2023

Accepted: April 27, 2023

Abstract

Fertilizer and water management practices in accordance with plant requirements lead to improved productivity and water use efficiency (WUE) of the rice production system. An objective of the present study was to compare paddy yield and yield components as well as WUE of Pathum Thani 1 rice grown on Samut Prakan soil series. A group comparison t-test with 15 replications was used. Two treatments associated with water management practices were as follows; 1) alternate wetting and drying (AWD) and 2) continuous flooding (CF). Fertilizers were applied to both treatments according to the recommendation made by the All-rice1 application. Data associated with yields and yield components were recorded on day 120 after the transplant. Results showed that yields and yield components of the AWD and CF rice did not differ significantly ($P>0.05$). However, the AWD could save water usage by 20.44% and increase water use efficiency by 21.21% when compared to the CF rice. Thus, a combination of AWD and soil-customized fertilizer management practices is one of the promising practices to improve rice growing productivity and water use efficiency.

Keywords: rice, water management, All-rice1 application, Samut Prakarn soil series

บทคัดย่อ

การจัดการปุ๋ยและน้ำที่สอดคล้องกับความต้องการของข้าวเป็นปัจจัยสำคัญที่จะเพิ่มประสิทธิภาพผลิตข้าวและเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำ การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลผลิต องค์ประกอบผลผลิตและประสิทธิภาพการใช้น้ำของข้าวพันธุ์ทุมธานี 1 ที่ปลูกในชุดดินสมุทรปรการ วางแผนการทดลองแบบการเปรียบเทียบประชากร 2 กลุ่ม (Group comparison t-test) ทำ 15 ซ้ำ โดยมี 2 สิ่งทดลอง คือ 1) การจัดการน้ำแบบเปียกสลับแห้ง (Alternate wetting and drying, AWD) และ 2) การจัดการน้ำแบบท่วมขังตลอดระยะเวลาการปลูก (Continuous flooding, CF) ข้าวทั้ง 2 สิ่งทดลองได้รับการจัดการปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำของแอปพลิเคชัน All-rice1 เก็บข้อมูลผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิตข้าวเมื่อข้าวอายุ 120 วันหลังการย้ายปลูก ผลการทดลองพบว่าการจัดการน้ำทั้ง 2 รูปแบบ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติต่อการให้ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าว อย่างไรก็ตาม ข้าวที่ได้รับการจัดการน้ำแบบ AWD สามารถประหยัดน้ำและมีประสิทธิภาพการใช้น้ำดีกว่าข้าวที่มีการจัดการน้ำแบบ CF เท่ากับ 20.44 และ 21.21 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ดังนั้น การจัดการน้ำแบบ AWD ร่วมกับการใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำของแอปพลิเคชัน All-rice1 เป็นแนวทางหนึ่งในการผสมผสานเทคโนโลยีเพื่อช่วยเพิ่มสมรรถนะการผลิตและประสิทธิภาพการใช้น้ำในการทำนา

คำสำคัญ: ข้าว การจัดการน้ำ แอปพลิเคชัน All-rice1 ชุดดินสมุทรปรการ

คำนำ

ข้าวนอกจากเป็นอาหารหลักของคนไทยแล้วยังเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศที่สร้างรายได้จากการส่งออกเป็นจำนวนมาก (FAOSTAT, 2021) อย่างไรก็ตาม

ความสามารถในการแข่งขันของข้าวไทยในตลาดโลกลดลงอย่างต่อเนื่อง โดยปัญหาหลักเกิดจากต้นทุนการผลิตของข้าวไทยสูงและมีแนวโน้มสูงมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งต้นทุนค่าปุ๋ยเคมีซึ่งมีสัดส่วนเพิ่มขึ้นมาก (Isuwan *et al.*, 2018) ซึ่งมีสาเหตุจากการที่เกษตรกรใส่ปุ๋ยในปริมาณที่ไม่สอดคล้องกับความต้องการของข้าวและไม่คำนึงถึงปริมาณธาตุอาหารที่มีอยู่เดิมในดินทำให้ประสิทธิภาพการใส่ปุ๋ยลดลงส่งผลให้สมรรถนะการผลิตข้าวลดลง (Isuwan, 2014; Kassam and Brammer, 2016) ในทางกลับกัน Isuwan (2020); Keawaram and Isuwan (2018) และ Isuwan *et al.* (2018) รายงานว่า การจัดการปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินนั้นนอกจากช่วยลดปริมาณการใช้ปุ๋ยแล้ว ยังช่วยให้การทำนามีผลผลิตข้าวเปลือกและมีผลกำไรดีกว่าวิธีการใส่ปุ๋ยแบบดั้งเดิมของเกษตรกร

การจัดการน้ำก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่สำคัญที่ส่งผลต่อต้นทุนและสมรรถนะการผลิตของข้าวรวมไปถึงประสิทธิภาพการใช้น้ำ การทำนาแบบดั้งเดิมมีการขังน้ำในนาตลอดช่วงการปลูกข้าวซึ่งต้องใช้น้ำปริมาณมากประมาณ 1,000-2,400 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ ด้วยเชื่อว่าการให้น้ำแบบท่วมขังทำให้ข้าวเจริญเติบโตได้ดีและผลผลิตสูง (Bhuiyan, 1992) อย่างไรก็ตาม จากสภาวะการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศทำให้เกิดปัญหาภาวะฝนทิ้งช่วงทำให้มีน้ำในระบบชลประทานมีน้อยลงซึ่งส่งผลกระทบต่อการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำเพื่อการทำนา ปัจจุบันประเทศไทยมีพื้นที่ชลประทานที่มีประสิทธิภาพอย่างจำกัด (ประมาณ 11 ล้านไร่) และมีพื้นที่เสี่ยงต่อภาวะแห้งแล้งอีก 22 ล้านไร่ (Udomsopagit, 2021) ทำให้การบริหารจัดการน้ำที่มีประสิทธิภาพสำคัญอย่างยิ่งต่อการทำนาของเกษตรกรไทย การจัดการน้ำในนาข้าวโดยใช้เทคนิคการจัดการน้ำแบบเปียกสลับแห้ง (Alternate wetting and drying water management, AWD) เป็นวิธีที่สามารถลดปริมาณการใช้น้ำได้ 10-50 เปอร์เซ็นต์ โดยไม่ส่งผลกระทบต่อผลผลิตของข้าว (Price *et al.*, 2013; Chidthaisong *et al.*, 2018; Ruensuk and Poathong, 2015) Royal Irrigation Department

(2016) รายงานว่า การใช้เทคนิค AWD ในการทำนาใช้น้ำเพียง 860 ลบ.ม./ไร่ จากเดิมที่ต้องใช้ถึง 1,200 ลบ.ม./ไร่ การประเมินผลประโยชน์สุทธิที่เกิดจากการผสมผสานเทคโนโลยีการจัดการปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน และการจัดการน้ำแบบ AWD ยังมีจำกัด ดังนั้น การวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาลักษณะการให้ผลผลิตของข้าว และประเมินประสิทธิภาพการใช้น้ำของข้าวที่ได้รับการจัดการปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับการจัดการน้ำแบบ AWD และการจัดการน้ำแบบการขังน้ำตลอดช่วงการปลูกข้าว (Continuous flooding, CF) ซึ่งเป็นวิธีการดั้งเดิมของเกษตรกร

อุปกรณ์และวิธีการ

สถานที่ทดลองและสมบัติของดิน

ดำเนินการทดลอง ณ ศูนย์ฝึ กอบรมและถ่ายทอดเทคโนโลยีการเกษตร คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตสารสนเทศเพชรบุรี ระหว่างเดือนธันวาคม พ.ศ. 2563–เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2564 ปลูกข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 ซึ่งเป็นข้าวชนิดไม่ไวต่อช่วงแสง มีอายุเก็บเกี่ยว 104-126 วัน ให้ผลผลิตสูง ต้านทานโรคไหม้ โรคขอบใบแห้งและเพลี้ยกระโดด รวมไปถึงการตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ยดี (Rice Department, 2007) ในชุดดินสมุทรปราการ (Fine, mixed, non acid, isohyperthermic Fluvaqueptic Endoaquepts) ซึ่งเป็นชุดดินที่มีการปลูกข้าวมากที่สุดของจังหวัดเพชรบุรี (Land Development Department, 2018)

แผนการทดลองและสิ่งทดลอง

วางแผนการทดลองแบบการเปรียบเทียบประชากร 2 กลุ่ม (Group comparison t-test) มี 15 สิ่งทดลอง คือ รูปแบบการจัดการน้ำที่แตกต่างกัน 2 รูปแบบ ได้แก่

รูปแบบที่ 1 การจัดการน้ำแบบเปียกสลับแห้ง (AWD) โดยจะมีการรักษาระดับน้ำให้สูงในระดับ 50 เปอร์เซ็นต์ของความสูงต้นข้าวจนถึงระยะหว่านปุ๋ยครั้งที่ 1 (หรือเมื่อข้าวมีอายุ 20 วัน หลังการย้ายปลูก) จากนั้นปล่อยให้แห้งไปตามธรรมชาติจนถึงระดับต่ำกว่าผิวดิน 10 ซม. แล้วจึงมีการเติมน้ำให้อยู่ในระดับ 5 ซม. เหนือระดับผิวดิน และจะปล่อยให้แห้งไปตามธรรมชาติจนถึงระดับต่ำกว่าผิวดิน 10 ซม. ทำสลับกันไปจนถึงระยะข้าวเริ่มแทงช่อดอก จึงทำการใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2 (หรือเมื่อข้าวมีอายุ 55 วัน หลังการย้ายปลูก) แล้วจึงรักษาระดับน้ำให้อยู่ที่ระดับ 5 ซม. เหนือระดับผิวดิน จนถึงระยะก่อนการเก็บเกี่ยว 10 วัน (หรือเมื่อข้าวมีอายุ 110 วัน หลังการย้ายปลูก) ก็จะปล่อยให้แห้ง

รูปแบบที่ 2 การจัดการน้ำโดยให้น้ำท่วมขังตลอดระยะการปลูกข้าว (CF) ซึ่งเป็นวิธีปฏิบัติดั้งเดิมของเกษตรกร โดยจะมีการรักษาระดับน้ำให้มีน้ำท่วมขังที่ระดับ 5 ซม. เหนือระดับผิวดินอย่างต่อเนื่องจนถึงระยะ 10 วัน ก่อนการเก็บเกี่ยวก็จะปล่อยให้แห้ง

การเตรียมดิน การปลูก และการดูแลข้าว

นำหน้าดินที่ระดับความลึก 0-30 ซม. มาผึ่งให้แห้งในที่ร่ม จากนั้นนำมาบดและร่อนผ่านตะแกรงที่มีรูขนาด 2 มม. สุ่มตัวอย่างดินสำหรับใช้วิเคราะห์สมบัติของดินก่อนการทดลอง ผลการวิเคราะห์แสดงใน Table 1 และการแปรผลค่าวิเคราะห์เทียบค่าใน Horneck *et al.* (2011) และกล่าวได้ว่าตัวอย่างดินที่ใช้ในการทดลองเป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ค่อนข้างต่ำโดยเฉพาะอินทรีย์วัตถุและไนโตรเจน

นำผลวิเคราะห์ดินที่ได้ไปประเมินความต้องการปุ๋ยเคมีโดยใช้แอปพลิเคชัน All-rice1 ซึ่งเป็นแอปพลิเคชันที่พัฒนาโดยนักวิจัยของคณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตรของมหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตสารสนเทศเพชรบุรี และสามารถดาวน์โหลดและใช้ได้โดยไม่มีค่าใช้จ่ายที่ App Store และ Play Store หรือสามารถใช้ผ่านเว็บไซต์ www.soil.asat.su.ac.th โดย

แอปพลิเคชัน All-rice1 สามารถให้คำแนะนำเกี่ยวกับชนิดและปริมาณปุ๋ยเคมีที่ต้องใช้รวมไปถึงแนะนำช่วงการ

ใส่ปุ๋ยที่สอดคล้องกับความต้องการของข้าว โดยคำนึงถึงปริมาณธาตุอาหารพืชที่มีอยู่ในดิน (Isuwan *et al.*, 2018)

Table 1 Selected chemical properties of experimental soil (Samut Prakarn soil series)

Soil properties	Methods	Results	Interpretation
pH (soil:water 1:1)	McLean (1982)	6.67	Neutral
E.C. (soil:water 1:5) (dS/m)	Jackson (1958)	1.49	Medium
O.M. (%)	Walkley (1947); FAO (1974)	1.26	Low
Total N (%)	Bremner and Mulvaney (1982)	0.06	Very low
Avail. P (mg/kg)	Bray and Kurtz (1945)	112.26	Very high
Exch. K (mg/kg)	Peech <i>et al.</i> (1947)	173.32	Very high
Exch. Ca (mg/kg)	Peech <i>et al.</i> (1947)	5,560.00	Very high
Exch. Mg (mg/kg)	Peech <i>et al.</i> (1947)	1,841.00	Very high

นำดินใส่ในกระถางดินเผาเคลือบที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 ซม. และมีความสูง 40 ซม. กระถางละ 50 กก. เติมน้ำลงไปในกระถางและย่ำดินจนเป็นเทือกปลูกข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 โดยการย้ายกล้าเมื่อข้าวอายุได้ 20 วัน ปักดำจำนวน 3 ต้น/กอ กระถางละ 4 กอ กำหนดให้แต่ละกอห่างกัน 25 ซม. วางกระถางให้ห่างกันอย่างน้อย 1 เมตร รายละเอียดเกี่ยวกับการปลูกและการดูแลข้าวตามรายงานใน Isuwan (2015)

ปริมาณปุ๋ยที่ใส่ให้ข้าวที่มีการจัดการน้ำทั้ง 2 รูปแบบ ได้จากคำแนะนำการจัดการปุ๋ยของแอปพลิเคชัน All-rice1 ดังนี้ ครั้งแรก (เมื่อข้าวมีอายุ 20 วัน หลังการย้ายปลูก) ใส่ปุ๋ยโดแอมโมเนียมฟอสเฟต (18-46-0) อัตรา 3.3 กก./ไร่ (0.40 กรัมต่อกระถาง) ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) อัตรา 6.95 กก./ไร่ (0.85 กรัมต่อกระถาง) และปุ๋ยโพแทสเซียม (0-0-60) อัตรา 3.3 กก./ไร่ (0.40 กรัมต่อกระถาง) และครั้งที่ 2 (หรือเมื่อข้าวมีอายุ 55 วัน หลังการย้ายปลูก) ใส่ปุ๋ยยูเรีย อัตรา 6.95 กก./ไร่ (0.85 กรัมต่อกระถาง) ซึ่งคิดเป็นปริมาณธาตุอาหารทั้งหมดเท่ากับ 6.99-1.52-1.98 กก. N-P₂O₅-K₂O/ไร่

การเก็บข้อมูล

บันทึกปริมาณน้ำที่ใช้ในการปลูกข้าวทั้ง 2 รูปแบบ สำหรับข้อมูลปริมาณน้ำที่ใช้ในการปลูกข้าว หมายถึง ปริมาณน้ำที่ใส่ให้ข้าวโดยไม่รวมปริมาณน้ำค้างและน้ำฝน

ทำการเก็บข้อมูลผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตข้าวเมื่อข้าวอายุ 120 วัน หลังการย้ายปลูก บันทึกองค์ประกอบของผลผลิตข้าว ได้แก่ จำนวนรวงต่อกอ จำนวนเมล็ดต่อรวง น้ำหนักเมล็ดดี 100 เมล็ด เเปอร์เซ็นต์เมล็ดดี และผลผลิตข้าวเปลือก

การคำนวณและการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

คำนวณการประหยัดน้ำ (Water saving, %) ดังนี้ Water saving (%) = [(ปริมาณน้ำเฉลี่ยที่ใช้ในการปลูกข้าวที่ได้รับการจัดการน้ำแบบดั้งเดิมของเกษตรกร (ลิตร) - ปริมาณน้ำเฉลี่ยที่ใช้ในการปลูกข้าวที่ได้รับการจัดการน้ำแบบ AWD (ลิตร) / ปริมาณน้ำเฉลี่ยที่ใช้ในการปลูกข้าวที่ได้รับการจัดการน้ำแบบดั้งเดิมของเกษตรกร (ลิตร)] × 100

คำนวณประสิทธิภาพการใช้น้ำ (Water use efficiency, WUE) ดังนี้ $WUE = \text{ปริมาณที่ใช้ในการปลูกข้าว (ลิตร)} / \text{ปริมาณข้าวเปลือกมาตรฐาน (กก.)}$ โดยที่ข้าวเปลือกมาตรฐาน หมายถึง ข้าวเปลือกที่ไม่มีสิ่งเจือปนและปรับความชื้นที่ 14 เปอร์เซ็นต์

วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติและเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยต่าง ๆ ระหว่างระบบการจัดการน้ำที่แตกต่างกัน 2 รูปแบบ โดยใช้วิธีการเปรียบเทียบประชากร 2 กลุ่ม (Group comparison t-test) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป (โปรแกรม R)

ผลการวิจัยและวิจารณ์

องค์ประกอบผลผลิตและผลผลิตข้าวเปลือก

จากการศึกษาผลของรูปแบบการจัดการน้ำที่แตกต่างกัน 2 รูปแบบ ร่วมกับการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินต่อผลผลิตและประสิทธิภาพการใช้น้ำของข้าว

ปทุมธานี 1 ที่ปลูกในชุดดินสมุทรปราการ พบว่า การจัดการน้ำที่แตกต่างกันไม่มีผลกระทบ ($P>0.05$) ต่อลักษณะขององค์ประกอบผลผลิต (จำนวนรวงต่อกอ จำนวนเมล็ดต่อรวง เปอร์เซ็นต์เมล็ดดี และน้ำหนักเมล็ดดี 100 เมล็ด) และผลผลิตข้าวเปลือกของข้าวปทุมธานี 1 (Table 2)

Harakotr and Thong-oon (2016) ปลูกข้าวไรซ์เบอร์รี่ในแปลงทดลองภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ จังหวัดปทุมธานี และพบว่าข้าวไรซ์เบอร์รี่ที่ได้รับการให้น้ำแบบ AWD มีจำนวนรวงต่อกอ เปอร์เซ็นต์เมล็ดดี น้ำหนัก 1,000 เมล็ด และผลผลิตไม่แตกต่างกับการให้น้ำแบบ CF ในทำนองเดียวกัน Karim *et al.* (2014) รายงานว่า การให้น้ำแบบ CF และ AWD ไม่มีผลต่อจำนวนเมล็ดดีและจำนวนเมล็ดลีบของข้าว ดังนั้นกล่าวได้ว่าการให้น้ำแบบ AWD ก็เพียงพอตามความต้องการน้ำของข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 ที่ปลูกในชุดดินสมุทรปราการ

Table 2 Effects of water management practices on yield and yield components of Pathum Thani 1 rice grown on Samut Prakarn soil series (mean±standard deviation)

Treatment	Number of panicles per clump	Number of seeds per panicle	Filled grain seeds (%)	Weight of 100 good seeds (g)	Yield (kg/rai)
AWD	24.23±5.32	95.70±6.23	85.24±3.80	2.05±0.08	574.12±76.15
CF	21.63±5.96	93.56±6.61	84.63±4.47	2.07±0.08	568.54±75.55
P-value	0.2334^{ns}	0.2354^{ns}	0.7024^{ns}	0.5252^{ns}	0.8352^{ns}

ns = not significant

ปริมาณการใช้น้ำและประสิทธิภาพการใช้น้ำ

ข้าวที่ได้รับการจัดการน้ำแบบ AWD มีปริมาณการใช้น้ำน้อยกว่า ($P<0.01$) แต่มีประสิทธิภาพการใช้น้ำดีกว่า ($P<0.01$) ข้าวที่ได้รับน้ำแบบ CF ซึ่งช่วยลดการใช้น้ำและเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้น้ำเพื่อการผลิตข้าวได้ 20.44 และ 21.21 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Table 3)

การจัดการน้ำแบบ AWD นั้น แม้ว่าจะปล่อยให้ดินแห้งในระดับหนึ่งแต่ดินยังคงมีความชื้นในระดับอิมตัวด้วยน้ำ (Bumrungrubod *et al.*, 2020) กล่าวคือดินยังมีปริมาณน้ำอยู่ในระดับที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ (Available water content) มากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำที่ดินสามารถดูดยึดไว้ระหว่างจุด

พิกัดบน (Field capacity) และพิกัดล่าง (Permanent wilting point) หรือเรียกว่าความจุของน้ำในดินที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (Available water capacity) จึงไม่ส่งผลกระทบต่อความต้องการน้ำของข้าวสำหรับการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของข้าว

Chumjom *et al.* (2017); Lampayan *et al.* (2015); Sibayan *et al.* (2018) และ Tran *et al.* (2018) รายงานว่า การให้น้ำแบบ AWD สามารถลดการใช้น้ำได้ 14.8-47.5 เปอร์เซ็นต์ ในทำนองเดียวกัน Carrijo *et al.*

(2017) และ Chidthaisong *et al.* (2018) พบว่า เทคโนโลยีการจัดการน้ำแบบ AWD นั้น นอกจากจะไม่ทำให้ผลผลิตข้าวลดลงแล้วยังช่วยประหยัดการใช้น้ำได้ 24.0 เปอร์เซ็นต์ และเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำได้ 24.2 เปอร์เซ็นต์ เช่นเดียวกับ Chaengpui *et al.* (2016) รายงานว่า การจัดการน้ำในแปลงนาแบบ AWD สำหรับข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 สามารถลดการใช้น้ำของข้าวลงได้ 14.93-27.20 เปอร์เซ็นต์ โดยไม่กระทบต่อการให้ผลผลิตข้าว

Table 3 Effects of water management practices on water use and water use efficiency of Pathum Thani 1 rice grown on Samut Prakarn soil series (mean±standard deviation)

Treatment	water usage (L/pot)	Relative water saving (%)	Water efficiency (L/kg)	Relative water efficiency (%)
AWD	8.72±2.89	-20.44	99.48±12.14	-21.21
CF	10.96±3.45	-	126.18±11.58	-
P-value	<0.0001***	-	<0.0001***	-

*** = very highly significant ($P < 0.001$)

สรุปผลการวิจัย

ข้าวเจ้าพันธุ์ปทุมธานี 1 ที่ปลูกในชุดดินสมุทรปราการและได้รับการจัดการปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำของแอปพลิเคชัน All-rice1 ร่วมกับการจัดการน้ำแบบ AWD ช่วยประหยัดน้ำได้ 20.44 เปอร์เซ็นต์ และมีประสิทธิภาพการใช้น้ำเพิ่มขึ้น 21.21 เปอร์เซ็นต์ โดยไม่ส่งผลกระทบต่อผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าว เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการจัดการน้ำแบบ CF ซึ่งกล่าวได้ว่าการจัดการน้ำแบบ AWD ร่วมกับการใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำเป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยสนับสนุนการเพิ่มประสิทธิภาพและความยั่งยืนของการปลูกข้าวของไทย

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนวิจัยจากสำนักงานปลัดกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สป.อว.) ปีงบประมาณ พ.ศ. 2563

เอกสารอ้างอิง

- Bhuiyan, S.I. 1992. Water management in relation to crop production: case study on rice. **Outlook Agric.** 21(4): 293-299.
- Bray, R.H. and L.T. Kurtz. 1945. Determination of total organic and available forms of Phosphorus in soil. **Soil Sci.** 59(1): 39-45.

- Bremner, J.M. and C.S. Mulvaney. 1982. Nitrogen Total. pp. 595-624. *In* Page, A.L. (ed.). **Methods of Soil Analysis: Agron. No.9, Part 2: Chemical and Microbiological Properties.** 2nd. Wisconsin: American Society of Agronomy.
- Bumrungbood, J., P. Hanpattanakit, A. Chidthaisong, S. Saeng-Ngam and S. Vanitchung. 2020. Efficiency of water management by alternative wetting and drying on rice growth and production. **Srinakharinwirot University (Journal of Science and Technology)** 12(24): 10-22. [in Thai]
- Carrijo, D.R., M.E. Lundy and B.A. Linquist. 2017. Rice yields and water use under alternate wetting and drying irrigation: a meta-analysis. **Field Crops Res.** 203: 173-180.
- Chaengpui, K., W. Srisa-ad, M. Sucharit, P. Srima and S. Kaewlumyai. 2016. **Alternate Wetting and Drying Irrigation for Different Growth Stages of Phitsanulok 2 Variety in Dry Season.** 11 p. *In* Research Report. Bangkok: National Research Council of Thailand (NRCT), Thailand. [in Thai]
- Chidthaisong, A., N. Cha-una, B. Rossopab, C. Buddaboon, C. Kunuthal, P. Sriphirom, S. Towprayoon, T. Tokida, A.T. Padre and K. Minamikawa. 2018. Evaluating the effects of alternate wetting and drying (AWD) on methane and nitrous oxide emissions from a paddy field in Thailand. **J. Soil Sci. Plant Nutr.** 64(1): 31-38.
- Chumjom, S., U. Kerdsom, R. Phantharak, S. Patanapichai, M. Sucharit and N. Wongsupaluk. 2017. **Testing and transferring of technology for economical water management in rice fields by using wet and dry farming methods with the participation of farmers (1st year).** *In* Research Report. Bangkok: Engineering Research and Development Division, Royal Irrigation Department, Ministry of Agriculture and Cooperatives. [in Thai]
- FAO. 1974. **The Euphrates Pilot Irrigation Project: Methods of Soil Analysis, Gadeb Soil Laboratory (A Laboratory manual).** Rome: Food and Agriculture Organization. 120 p.
- FAOSTAT. 2021. **Faostat.** [Online]. Available <http://www.fao.org> (June 10, 2021).
- Harakotr, B. and A. Thong-oon. 2016. Effects of water management and plant spacing on the growth and yield of purple riceberry rice with the system of rice intensification (SRI). **TSTJ.** 24(6): 986-997. [in Thai]
- Horneck, D.A., D.M. Sullivan, J.S. Owen and J.M. Hart. 2011. **Soil Test Interpretation Guide.** Corvallis: Oregon State University. 12 p.
- Isuwan, A. 2014. Site-specific fertilizer management on growth, yield and agronomic nitrogen use efficiency of rice grown in Sapphaya soil series. **JOA.** 30(2): 133-140. [in Thai]

- _____. 2015. Effects of site-specific fertilization on yields and chemical properties of rice (Pathum Thani) grown in Sapphaya soil series. **Khon Kaen Agr. J.** 43(3): 423-430. [in Thai]
- _____. 2020. **Precision soil and fertilizer management for rice production using All-rice1 application.** P-18-52860. 86 p. *In* Research Report. Phetchaburi: Silpakorn University. [in Thai]
- Isuwan, A., J. Chobtang and W. Sirirotnjanaput. 2018. Economic and Environmental Sustainability of Rice Farming Systems in Thailand. pp. 300-303. *In* **The 11th International Conference on Life Cycle Assessment of Food (LCA FOOD 2018) in Conjunction with the 6th LCA AgriFood Asia, 17-19 October 2018.** Bangkok: KU-JGSEE-NSTDA-FTI.
- Jackson, M.L. 1958. **Soluble Salt Analysis for Soils and Water: Soil Chemical Analysis.** Englewood Cliffs: Prentice Hall, Inc. 251 p.
- Karim, M.R., M.M. Alam, J.K. Ladha, M.S. Islam and M.R. Islam. 2014. Effect of different irrigation and tillage methods on yield and resource use efficiency of boro rice (*Oryza sativa*). **Bangladesh J. Agric. Res.** 39(1): 151-163.
- Kassam, A. and H. Brammer. 2016. Environmental implications of three modern agricultural practices: conservation agriculture, the system of rice intensification and precision agriculture. **Int. J. Environ. Sci. Technol.** 73(5): 702-718.
- Keawaram, T. and A. Isuwan. 2018. Effects of fertilization regimes on yield and nutrient use efficiency of PathumThani 1 rice grown in Samut Prakan soil series. pp. 274-279. *In* **Proceedings of the 3rd National Conference.** Ubonratchathani: Ratchathani University. [in Thai]
- Lampayan, R.M., R.M. Rejesus, G.R. Singleton and B.A.M. Bouman. 2015. Adoption and economics of alternate wetting and drying water management for irrigated lowland rice. **Field Crops Res.** 170: 95-108.
- Land Development Department, Ministry of Agriculture and Cooperatives. 2018. **Soil set data for each province.** [Online]. Available http://oss101.ldd.go.th/web_thaisoils/ (June 2, 2022). [in Thai]
- McLean, E.O. 1982. Soil pH and Lime Requirement. pp. 199-224. *In* Page, A.L., R.H. Miller and D.R. Keeney (eds.). **Methods of Soil Analysis, Part 2, Chemical and Microbiological Properties, Agronomy Monograph Number 9.** Madison: Soil Science Society of America.
- Peech, M., L.T. Alexander, L.A. Dean and J.F. Reed. 1947. **Method of Soil Analysis for Soil Fertility Investigation.** Washington: Government Printing Office, Department of Agriculture. 25 p.

- Price, A.H., G.J. Norton, D.E. Salt, O. Ebenhoeh, A.A. Meharg, C. Meharg, M.R. Islam, R.N. Sarma, T. Dasgupta, A.M. Ismail, K.L. McNally, H. Zhang, I.C. Dodd and W. Davies. 2013. Alternate wetting and drying irrigation for rice in Bangladesh: is it sustainable and has plant breeding something to offer? **Food Energy Secur.** 29(2): 120-129.
- Rice Department, Ministry of Agriculture and Cooperatives. 2007. **Rice varieties.** [Online]. Available <http://www.brrd.in.th/rkb/varieties/index.phpfile=content.php&id=61.htm> (December 13, 2022). [in Thai]
- Royal Irrigation Department, Ministry of Agriculture and Cooperatives. 2016. **Alternative Wetting and Drying Handbook.** Bangkok: Office of Water Management and Hydrology, Royal Irrigation Department, Ministry of Agriculture and Cooperatives. 18 p. [in Thai]
- Ruensuk, N. and K. Poathong. 2015. Increasing of farmers' rice production efficiency by alternative wetting and drying water management model. **Thai Rice Res. J.** 6(1): 31-41. [in Thai]
- Sibayan, E., K. Pascual, F. Grospe, M.E. Casil, T. Tokida, A. Padre and K. Minamikawa. 2018. Effects of alternate wetting and drying technique on greenhouse gas emissions from irrigated rice paddy in Central Luzon Philippines. **J. Soil Sci. Plant Nutr.** 64(1): 39-46.
- Tran, D.H., T.N. Hoang, T. Tokida, A. Tirol-Padre and K. Minamikawa. 2018. Impacts of alternate wetting and drying on greenhouse gas emission from paddy field in central Vietnam. **J. Soil Sci. Plant Nutr.** 64(1): 14-22.
- Udomsopagit, S. 2021. **Direction of Development of the Agricultural Sector for Food Security.** Bangkok: APEC Technology Foresight, National Science Technology and Innovation Policy Office. 5 p. [in Thai]
- Walkley, A. 1947. A critical examination of a rapid method for determining of organic carbon in soil: effect of variation in digestion conditions and of inorganic soil constituents. **Soil Sci.** 63(2): 251-263.

การศึกษาการปนเปื้อนโลหะหนักและเชื้อจุลินทรีย์ในดีป्लीที่เพาะปลูกในพื้นที่จำกัด

The Study of Heavy Metal and Microbial Contaminations in *Piper retrofractum* Vahl. Planting by Space-saving Model

พรพรรณ ก้อใจ เกียรติภูมิ ลากภิญโญ และจักรกฤษณ์ คณารีย์*

Pornphun Kowjai, Khiartiphum Lappinyo and Chakkrit Khanaree*

วิทยาลัยการแพทย์พื้นบ้านและการแพทย์ทางเลือก มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย เชียงราย 57100

School of Traditional and Alternative Medicine, Chiang Rai Rajabhat University, Chiang Rai, Thailand 57100

*Corresponding author: chakkrit.kh@gmail.com

Received: March 24, 2022

Revised: November 01, 2022

Accepted: November 15, 2022

Abstract

Heavy metal and microbial contaminations in herbal raw materials are the main problems of herbal production due to contamination and pollution in agricultural areas, hence the high concentration of chemical residues. This study focused on developing a space saving model for planting herbs with reduction of contaminations and with the ability to control the levels of heavy metal and microbial contaminations using *Piper retrofractum* Vahl. as a model plant. This study developed a pattern for planting *Piper retrofractum* Vahl. in rectangular-shaped cement pots with a size of 30x100x30 cm. (width x length x height) in one pot per five plants with a mixture soil free from heavy metal contaminants. The component of the soil mixture contained soil, black chaff, and coconut flakes in a ratio of 1: 1: 1, and organic fertilizer contained dry leaves, manure, and effective microorganisms in a ratio of 10: 1: 1, and the watering period has been set. After 6 months of cultivating the dill, it was found that on average, 300 grams of orange *Piper retrofractum* Vahl. can be harvested per pot. The study found that the heavy metal and microbial contaminations found in *Piper retrofractum* Vahl. did not exceed the specified standards. Furthermore, it was found that the active components using the fingerprint-thin layer chromatography method were just as efficient as those of the standard herb.

Keywords: *Piper retrofractum* Vahl., contamination, heavy metal, microorganisms

บทคัดย่อ

การปนเปื้อนโลหะหนักและเชื้อจุลินทรีย์เป็นปัญหาหลักของการเพาะปลูกพืชสมุนไพรในปัจจุบัน ทั้งนี้เนื่องจากพื้นที่เพาะปลูกส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ที่ผ่านการทำ

เกษตรเคมีมาก่อน จึงเป็นเหตุให้มีสารเคมีตกค้างค่อนข้างมาก การศึกษานี้จึงสนใจพัฒนารูปแบบการเพาะปลูกพืชสมุนไพรในบริเวณพื้นที่ที่มีขนาดจำกัดและสามารถควบคุมการปนเปื้อนโลหะหนักและเชื้อจุลินทรีย์ได้ โดยยกตัวอย่างการเพาะปลูกดีป्ली การศึกษานี้ได้

พัฒนารูปแบบการเพาะปลูกตีป्लीในกระถางปูนรูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีขนาด 30x100x30 ซม. (กว้างxยาวxสูง) โดย 1 กระถางปลูกตีป्लीจำนวน 5 ต้น ด้วยดินปรุงที่ไม่มีการปนเปื้อนโลหะหนัก ซึ่งมีส่วนประกอบของ ดิน แกลบดำ และขุยมะพร้าวละเอียด อัตราส่วน 1:1:1 และใช้ปุ๋ยหมักที่มีส่วนผสมของใบไม้แห้งบด มูลวัว และกลุ่มจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ (Effective Microorganisms (EM)) ในอัตราส่วน 10:1:1 โดยได้มีการกำหนดช่วงเวลาการให้น้ำ หลังจากการเพาะปลูกตีป्लीครบ 6 เดือน พบว่าสามารถเก็บผลตีป्लीที่มีสีส้มในปริมาณเฉลี่ย 300 กรัมต่อกระถาง และผลตีป्लीที่เพาะปลูกด้วยวิธีนี้ไม่พบการปนเปื้อนของโลหะหนักและเชื้อจุลินทรีย์ที่เกินมาตรฐาน นอกจากนี้ยังพบว่าผลตีป्लीดังกล่าวยังคงมีสารสำคัญเช่นเดียวกับกับต้นพันธุ์โดยเทียบลายพิมพ์นิ้วมือของพืช (Fingerprint) ด้วยเทคนิคโครมาโทกราฟีแบบชั้นบาง

คำสำคัญ: ตีป्ली การปนเปื้อน โลหะหนัก เชื้อจุลินทรีย์

คำนำ

ตีป्ली มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Piper retrofractum* Vahl. อยู่ในวงศ์ Piperaceae เป็นไม้เถาอายุหลายปี ใบเดี่ยวเรียงสลับรูปไข่หรือรูปใบหอก โคนใบรูปหัวใจ ดอกออกเป็นช่อเชิงลด เป็นดอกสมบูรณ์เพศ ผลเป็นช่อรูปทรงกระบอกปลายมน เป็นลักษณะผลย่อยแบบผลมีเนื้อหลายเมล็ด กระจายพันธุ์ในเป็นพื้นที่ฝนตกชุกอากาศร้อนชื้น (Ministry of Public Health, Department of Thai Traditional and Alternative Medicine, 2015) เป็นพืชที่สามารถนำมาประกอบอาหารได้หลายอย่าง ทางแพทย์แผนไทยนำเอาตีป्लीมาปรุงเป็นเครื่องยารักษาโรคหรืออาการเจ็บป่วยต่าง ๆ โดยใช้ส่วนผลตีป्ली (ในตำราเภสัชกรรมไทยเรียกดอกตีป्ली) ตีป्लीเป็นสมุนไพรสร้อน มีสรรพคุณ แก้ปฏิวธาตุพิการ แก้อาการท้องร่วง ขับลมในลำไส้ (Office of the Permanent Secretary, Ministry of Public Health, 1998) และยังปรากฏใน

ส่วนประกอบของตำรับยาไทย อาทิ ตำรับยาริดสีดวงมหากาฬใช้รักษาโรคริดสีดวงทวารหนัก (Ministry of Education, 1999) ตำรับยาประสะโพลีใช้รักษาอาการปวดประจำเดือนและอาการประจำเดือนมาไม่ปกติ และตำรับยาบำรุงน้ำนมที่ใช้ดูแลหญิงหลังคลอดที่มีภาวะน้ำนมน้อย (Office of the Permanent Secretary Ministry of Public Health, 2006)

ปัจจุบันการนำตีป्लीในพื้นที่ป่าธรรมชาติมาใช้นั้นกระทำไม่ได้ จึงต้องมีการเพาะปลูกในรูปแบบเกษตรเพียงแต่การเพาะปลูกตีป्लीเพื่อให้ได้ตัวยาคือตีป्लीหรือให้มีสรรพคุณทางยานั้นอาจจะเพาะปลูกในรูปแบบเกษตรทั่วไปไม่ได้ เนื่องจากการปลูกพืชสมุนไพรจะต้องให้ความสำคัญในการดูแลและควบคุมคุณภาพ ประกอบกับพื้นที่การเกษตรในประเทศไทยส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ทำการเกษตรเคมี โดยมีการใช้สารเคมีในการกำจัดศัตรูพืชและการใช้ปุ๋ยเคมีเป็นระยะเวลาอันยาวนาน ทำให้มีการตกค้างและสะสมของโลหะหนักในพื้นที่เกษตรกรรม และเมื่อทำการเพาะปลูกสมุนไพรส่งผลให้มีโอกาสปนเปื้อนโลหะหนัก ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Pripem *et al.* (2006) ที่ได้ศึกษาการปนเปื้อนโลหะหนักในสารสกัดสมุนไพรที่เป็นวัตถุดิบที่สำคัญของตำรับหรือผลิตภัณฑ์สมุนไพรต่าง ๆ ซึ่งมีตีป्लीเป็นส่วนประกอบ โดยพบว่าตีป्लीที่นำมาศึกษามีการปนเปื้อนของสารหนูในช่วง 0-0.2 ส่วนในล้านส่วน และมีการปนเปื้อนของแคดเมียม >0.030 ส่วนในล้านส่วน โดยการปนเปื้อนดังกล่าวคาดว่ามีผลมาจากแหล่งเพาะปลูก แหล่งที่มาของสมุนไพร หรือวิธีการเก็บเกี่ยวสมุนไพร ดังนั้นการนำตีป्लीมาปรุงเป็นยาจึงมีโอกาสปนเปื้อนโลหะหนักและมีผลต่อการขึ้นทะเบียนยาสมุนไพรกับสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา (อย.) และที่สำคัญ คือ เป็นอันตรายต่อร่างกายผู้ป่วยอีกด้วย นอกจากนี้ยังมีการศึกษาที่แสดงให้เห็นถึงการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ในยาสมุนไพรโดยพบการปนเปื้อนของเชื้อ *Clostridium* spp., *E. coli*, *Salmonella* spp. และเชื้อรา ทำให้ยาสมุนไพรเหล่านี้ไม่ได้รับการขึ้นทะเบียนโดยมีสาเหตุการปนเปื้อนมาจากสิ่งแวดล้อมทั่วไป เช่น น้ำ

ดิน และมูลสัตว์ที่ใช้ทำปุ๋ยคอก (Pongmueangmun *et al.*, 2016) จากการศึกษาที่แสดงให้เห็นว่าการเพาะปลูกสมุนไพรมีความจำเป็นต้องควบคุมปัจจัยจากสิ่งแวดล้อมเพื่อลดการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ด้วย

จากปัญหาดังกล่าววิทยาลัยการแพทย์พื้นบ้านและการแพทย์ทางเลือก มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย ในฐานะสถาบันการศึกษาที่บุกเบิกด้านการแพทย์พื้นบ้านล้านนาและการแพทย์แผนไทยที่ผลิตบัณฑิตออกไปรับใช้ประชาชนจึงสนใจที่ศึกษาและพัฒนาารูปแบบการเพาะปลูก ดังนั้นการศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเพาะปลูกดีปัสในพื้นที่จำกัดที่ให้ผลผลิตที่ปลอดภัยปนเปื้อนโลหะหนักและจุลินทรีย์ โดยมีการควบคุมปัจจัยที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของดีปัส ตั้งแต่การควบคุมคุณภาพดิน คุณภาพน้ำ การให้ปุ๋ย นอกจากนี้ยังมีการตรวจสอบคุณภาพดีปัสโดยอาศัยความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อยืนยันคุณภาพของการเพาะปลูกดีปัสให้มีคุณภาพทางยาที่ดี ได้แก่ การตรวจสอบเอกลักษณ์ทางเคมีของดีปัส รวมถึงการปนเปื้อนโลหะหนักและจุลินทรีย์ เพื่อให้เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานการปนเปื้อนของคณะกรรมการอาหารและยา และได้วัตถุดิบเครื่องยาที่ดีมีคุณภาพ

อุปกรณ์และวิธีการ

การวิจัยและพัฒนาารูปแบบการเพาะปลูกดีปัสที่ปลอดภัยปนเปื้อนโลหะหนักและเชื้อจุลินทรีย์ครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ โดยมีการศึกษาและรวบรวมข้อมูลเชิงลึกขององค์ความรู้การเพาะปลูกพืชสมุนไพรและการเพาะปลูกดีปัส ทั้งความรู้ทางการแพทย์แผนไทยและความรู้ทางวิทยาศาสตร์ จากนั้นได้มีการพัฒนากระบวนการเพาะปลูกดีปัสให้ปลอดภัยปนเปื้อนโลหะหนักและเชื้อจุลินทรีย์ในพื้นที่จำกัดที่ไม่ใช่พื้นที่การเกษตร โดยการศึกษานี้มีตัวบ่งชี้ คือ ผลผลิตดีปัสที่ไม่มีการปนเปื้อนโลหะหนักและเชื้อจุลินทรีย์ หรือมีการปนเปื้อนโลหะหนักและเชื้อจุลินทรีย์แต่ไม่เกินมาตรฐานตามที่สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา หรือ ออย. กำหนด รวมถึง

ดีปัสที่เพาะปลูกยังคงคุณภาพเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตผลิตภัณฑ์ยาสมุนไพร ซึ่งกระบวนการดังกล่าวใช้ระยะเวลาในการรวบรวมข้อมูล ระหว่างเดือนมกราคม-เดือนธันวาคม พ.ศ. 2564 ในพื้นที่ของฟาร์มสาธิตเภสัชเกษตร วิทยาลัยการแพทย์พื้นบ้านและการแพทย์ทางเลือก มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย โดยมีรายละเอียดดังนี้

การเตรียมวัสดุอุปกรณ์สำหรับการเพาะปลูกดีปัส

การศึกษานี้ใช้กล้าพันธุ์ดีปัสสายพันธุ์พื้นเมืองในท้องถิ่น (สายพันธุ์ภายในจังหวัดเชียงราย) เป็นสายพันธุ์ที่วิทยาลัยการแพทย์พื้นบ้านฯ ใช้ในการปรุงยารักษาโรคจิตสืดวงทวารหนัก ซึ่งได้พัฒนากระบวนการปลูกที่สามารถควบคุมคุณภาพได้ โดยการเพาะปลูกในกระถางปลูกทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด 30x100x30 ซม. (กว้างxยาวxสูง) ใช้ดินปรุงที่มีส่วนประกอบของ ดิน แกลบดำ และขุยมะพร้าวละเอียด อัตราส่วน 1:1:1 และใช้ปุ๋ยหมักที่มีส่วนผสมของใบไม้แห้งบด มูลวัว และกลุ่มจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ (Effective Microorganisms: EM) ในอัตราส่วน 10:1:1

การตรวจสอบการปนเปื้อนโลหะหนักด้วยเทคนิค Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometer (ICP-MS)

นำตัวอย่างดีปัสแห้งส่งตรวจวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนัก ได้แก่ ตะกั่ว (Lead) สารหนู (Arsenic) แคดเมียม (Cadmium) และปรอท (Mercury) ตามวิธีการ In-House Method TE-CH-260 in connection with AOAC (2019), 2013.06 และ AOAC (2019), 999.10 ณ ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด สาขาเชียงใหม่

นำตัวอย่างดินปรุงส่งตรวจวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนัก ได้แก่ สารหนู (Arsenic) แคดเมียม (Cadmium) ตะกั่ว (Lead) และปรอท (Mercury) ตามวิธีการ In-House Method TE-CH-329 based on A Handbook of Soil analysis 1/2553 and Environmental Protection Agency (EPA) 3052, 1996 ณ ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด สาขาเชียงใหม่

การตรวจสอบการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ด้วยวิธี Spread plate

สำหรับการตรวจสอบการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ในการศึกษาครั้งนี้จะใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ ได้แก่ Clostridium Agar (Himedia, India), Salmonella Shigella Agar (Himedia, India), Mannitol Salt Agar (Himedia, India), MacConkey Agar (Himedia, India) และ Potato Dextrose Agar (Himedia, India) สำหรับการตรวจหาเชื้อ Clostridium spp., Salmonella spp., Staphylococcus spp., Escherichia coli (E.coli) และเชื้อรา ตามลำดับ

$$\text{ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์} \\ (\text{Colony forming unit/gram; CFU/g})$$

การตรวจสอบคุณภาพและเอกลักษณ์ทางเคมีโดยเทคนิคโครมาโทกราฟีแบบชั้นบาง (Thin layer chromatography)

เตรียมตัวอย่างโดยนำดีป्लीแท่งมาบดให้เป็นผงโดยเครื่องบดสมุนไพรร (WF-04 Disintegrator, YILIchoice, China) แล้วร่อนผ่านตะแกรงมาตรฐานขนาด 40 Mesh จากนั้นชั่งผงดีป्लीจำนวน 1 กรัม นำมาสกัดด้วย 80% เอทานอล (AR grade, RCI Labscan, Ireland) ปริมาตร 5 มล. และนำมาเขย่าประมาณ 10 นาที ด้วยเครื่องเขย่าสาร (Orbital shaker, Miulab, Taiwan) แล้วแช่ทิ้งไว้ 24 ชม. ที่อุณหภูมิห้อง เมื่อครบเวลาทำการกรองผ่านกระดาษกรอง (Whatman 93, Cytiva, China) เพื่อแยกสารสกัดออกจากกากที่เหลือ จากนั้นนำสารสกัดปริมาตร 0.01 มล. มาหยดลงบนแผ่นอลูมิเนียมที่เคลือบด้วย Silica gel (TLC silica gel 60 F₂₅₄, Merck, Germany) ที่ใช้เป็นวัฏภาคคงที่ แล้วนำไปวางในภาชนะปิด (Developing chamber) ที่เตรียมไว้ โดยใช้ Dichloromethane (AR grade, Fisher Scientific, UK): Methanol (AR grade, RCI Labscan, Ireland) ในอัตราส่วน 9:1 เป็นวัฏภาคเคลื่อนที่ จากนั้นนำแผ่นอลูมิเนียมที่เคลือบด้วย Silica gel ออกจากภาชนะปิด (Developing chamber) ทิ้งไว้ให้แห้ง แล้วนำไปตรวจสอบภายใต้แสงธรรมชาติและภายใต้แสงอัลตราไวโอเล็ต (UV)

โดยนำผงดีป्लीแท่งจำนวน 1 กรัม มาผสมกับสารละลายฟอสเฟต (Phosphate buffer) (Himedia, India) จำนวน 9 มล. และผสมให้เข้ากัน รอให้ตกตะกอนและนำมาเจือจางเพื่อให้ได้ความเข้มข้นต่าง ๆ จากนั้นหยดตัวอย่างจำนวน 0.1 มล. ลงบนอาหารเลี้ยงเชื้อแต่ละชนิด และทำการกระจายเชื้อด้วยวิธี Spread plate ทำการบ่มเลี้ยงเชื้อที่อุณหภูมิ 35°C. เป็นระยะเวลา 24 ชม. เมื่อครบเวลาทำการตรวจนับจำนวนโคโลนี (Colony) ของจุลินทรีย์ และคำนวณจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ โดยใช้สูตร

$$= \frac{\text{จำนวนโคโลนี (Colony) เฉลี่ย}}{\text{Dilution factor} \times \text{ปริมาตรตัวอย่างที่ใส่ในเพลต (มล.)}}$$

ที่ความยาวคลื่น 254 และ 366 นาโนเมตร พร้อมทั้งตรวจสอบตำแหน่งและสีของแถบสาร เพื่อวิเคราะห์ผลการทดลอง และหาค่าคงที่อัตราไหล (Rate of flow: R_f) ซึ่งหาได้จากอัตราส่วนระหว่างระยะทางที่สารเคลื่อนที่กับระยะทางที่ตัวทำละลายเคลื่อนที่

ผลการวิจัย

การพัฒนารูปแบบการเพาะปลูกดีป्लीให้ปลอดภัยการปนเปื้อนโลหะหนักและจุลินทรีย์

ดีป्लीเป็นไม้เลื้อยที่มีรากยึดเกาะทุกข้อ ทำให้มีคุณสมบัติในการยึดเกาะกับต้นไม้ เสาปูน หรือกำแพงได้ดี ซึ่งการเพาะปลูกในครั้งนี้ เพาะปลูกดีป्लीในฟาร์มสาธิตเกษตร วิทยาลัยการแพทย์พื้นบ้านฯ และเป็นบริเวณที่มีกำแพงชนิดปูน โดยเริ่มจากการขยายพันธุ์ดีป्लीด้วยวิธีการปักชำยอดในถุงพลาสติกสีดำ ขนาด 4x8 นิ้ว ในดินปรุงร่งที่ประกอบด้วย ดิน แกลบดำ และขุยมะพร้าว ในอัตราส่วน 1:1:1 โดยจะต้องปักชำให้ข้อของดีป्लीอยู่ที่ดินปรุงร่งประมาณ 2-3 ข้อ จากนั้นนำไปจัดเรียงในเรือนเพาะชำชั่วคราวแบบควบแน่น (ความชื้นแสง 50-80% อุณหภูมิไม่เกิน 30°C. และมีความชื้นสัมพัทธ์ 50-70%) เป็นระยะเวลา 4 เดือน



Figure 1 Plant nursery

เมื่อครบเวลา 4 เดือน นำต้นกล้าดีปลีมาเพาะปลูกในกระถางปูนขนาด 30x100x30 ซม. ด้วยดินปรุงที่ประกอบด้วย ดิน แกลบดำ และขุยมะพร้าว ในอัตราส่วน 1:1:1 โดยมีวิธีการดูแล คือ รดน้ำด้วยการติดตั้งระบบน้ำ โดยให้น้ำวันละ 1 ครั้ง ในช่วงเช้าหรือเย็นที่อากาศไม่ร้อนเกินไป ตอนเช้ารดน้ำในขณะที่ยังมีแดดอ่อน ๆ เวลาประมาณ 06.00-08.00 น. หรือตอนเย็นรดน้ำก่อนพระอาทิตย์ตกเวลาประมาณ 16.00-18.00 น. เพื่อให้น้ำในดินระเหยออกไปบ้างบางส่วน และไม่เก็บความชื้นไว้มากเกินไป เนื่องจากถ้าเลยเวลาช่วงนี้ไป จะมีความชื้นที่สะสมมากเกินไปและอาจทำให้รากเน่าได้ โดยใช้เวลาในการให้น้ำ

10-20 นาที ส่วนการให้ปุ๋ยจะเริ่มเมื่อดีปลีอายุ 40 วัน โดยใช้ปุ๋ยหมัก หยอดที่โคนต้น 1 กำมือต่อต้น เมื่อครบเวลา 6 เดือน ทำการเก็บเกี่ยวผลของดีปลีเพื่อใช้ทำเป็นยา โดยการเก็บผลดีปลีที่ใช้ทำเป็นยานั้นจะต้องเก็บผลดีปลีที่มีสีส้ม ซึ่งการศึกษานี้ได้ทำการเพาะปลูกดีปลีจำนวน 125 ต้น ในกระถางปูนรูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้า ขนาด 30x100x30 ซม. จำนวน 25 กระถาง กระถางละ 5 ต้น มีระยะห่างต้นละ 20 ซม. เมื่อถึงระยะเวลาการเก็บเกี่ยวสามารถเก็บผลผลิตเฉลี่ยต่อกระถางเท่ากับ 0.3 กก. ปริมาณการเก็บเกี่ยวโดยประมาณทั้งหมด 7.5 กก. และสามารถเก็บเกี่ยวได้ตลอดทั้งปี



Figure 2 *Piper retrofractum* Vahl. planting

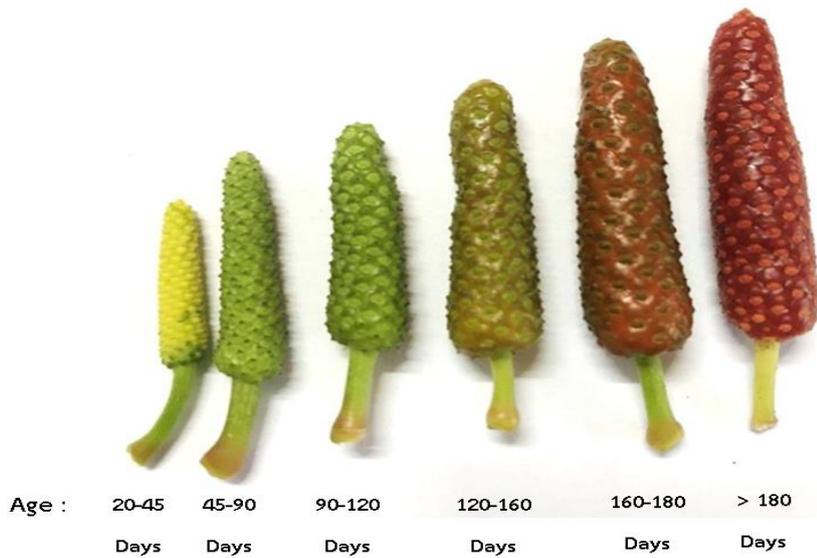


Figure 3 Fruit of *Piper retrofractum* Vahl.

การตรวจสอบการปนเปื้อนโลหะหนักในดีป्ली

การนำพืชสมุนไพรมาพัฒนาหรือผลิมาเป็นยา รักษาผู้ป่วยนั้น จำเป็นต้องคำนึงถึงความปลอดภัยของผู้ป่วย ด้วย โดยปัจจุบันสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา หรือ ออย. ได้ประกาศหลักเกณฑ์การพิจารณาขึ้นทะเบียนตำรับยา แผนโบราณเกี่ยวกับมาตรฐานการปนเปื้อนโลหะหนัก ซึ่งได้ กำหนดมาตรฐานการปนเปื้อนโลหะหนัก โดยจะต้องทำการ ตรวจวัดปริมาณของ สารหนู (Arsenic; As) แคดเมียม (Cadmium; Cd) ตะกั่ว (Lead; Pb) และปรอท (Mercury; Hg) และจะต้องตรวจพบในปริมาณไม่เกิน 4, 0.3, 10 และ 0.5 ส่วนในล้านส่วน ตามลำดับ (Food and Drug Administration, 2004) โดยผลการศึกษาพบว่า ผลดีป्ली ที่ทำการเพาะปลูกในการศึกษานี้มีปริมาณตะกั่วและ ปรอท น้อยกว่า 0.050 และน้อยกว่า 0.018 ส่วนในล้านส่วน

ตามลำดับ และไม่พบการปนเปื้อนของสารหนูและแคดเมียม ในตัวอย่างดีป्ली (Table 1)

ขณะเดียวกันทางคณะผู้วิจัยได้ทำการตรวจสอบ ปริมาณโลหะในตัวอย่างดินปลูก ทั้งนี้เนื่องจากดินเป็นส่วน ที่มีการสะสมของโลหะหนัก และพืชสามารถดูดซึมโลหะ หนักในดินได้และสะสมไปยังส่วนต่าง ๆ ของพืชได้ ดังนั้น เพื่อเป็นการยืนยันความปลอดภัยของการใช้ดินปลูก จึงได้ทำการตรวจสอบปริมาณโลหะหนักเช่นเดียวกันกับ ผลดีป्ली โดยผลการตรวจสอบพบว่า ดินปลูกไม่พบการ ปนเปื้อนของแคดเมียมและปรอท แต่พบสารหนูและ ตะกั่วในปริมาณ 3.1 และ 15.9 ส่วนในล้านส่วน ตามลำดับ (Table 1) ซึ่งไม่เกินมาตรฐานของการ ปนเปื้อนโลหะหนักในดิน ตามประกาศของคณะกรรมการ สิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 25 (พ.ศ. 2547)

Table 1 The heavy metal concentration in *Piper retrofractum* Vahl. and soil-based growing media

Heavy metals	Heavy metal concentration (mg/kg)			
	Standard value	<i>P. retrofractum</i> Vahl.	Standard value	Soil-based growing media
Arsenic (As)	< 4	Not detected	< 3.9	3.1±0.5
Cadmium (Cd)	< 0.3	Not detected	< 37	Not detected
Lead (Pb)	< 10	< 0.050	< 400	15.9±0.7
Mercury (Hg)	< 0.5	< 0.018	< 23	Not detected

All data are expressed of three independent experiments.

การตรวจสอบการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ในดีป्ली

สำหรับการตรวจสอบการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ในผลดีป्ली ในการศึกษานี้ จะทำการตรวจหาเชื้อ 1) *Clostridium* spp. 2) *Escherichia coli* 3) *Salmonella* spp. และ 4) *Staphylococcus* spp. และเชื้อรา โดยเชื้อเหล่านี้เป็นเชื้อก่อโรคที่เกี่ยวข้องกับทางเดินอาหาร ได้แก่ โรคท้องเสีย อาหารเป็นพิษ เป็นต้น ซึ่งการตรวจการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์นี้จะปฏิบัติตามเกณฑ์มาตรฐาน

การปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ คือ ห้ามตรวจพบเชื้อ 1) *Clostridium* spp. 2) *E. coli* 3) *Salmonella* spp. และ 4) *Staphylococcus* spp. และเชื้อราสามารถตรวจพบได้ไม่เกิน 5.0×10^3 CFU/g (Food and Drug Administration, 2004) ผลการตรวจสอบการปนเปื้อนพบว่า ผลดีป्लीที่เพาะปลูกในงานวิจัยนี้ไม่พบการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ทุกชนิด (Table 2)

Table 2 The microbial contamination in *Piper retrofractum* Vahl.

Microorganisms	Microbial concentration (CFU/g)	
	Standard value	Microbial contamination
<i>Clostridium</i> spp.	Not found	Not found
<i>E. coli</i>	Not found	Not found
<i>Salmonella</i> spp.	Not found	Not found
<i>Staphylococcus</i> spp.	Not found	Not found
Fungi	< 5.0×10^3	Not found

All data were expressed of three independent experiments.

การตรวจสอบคุณภาพและเอกลักษณ์ทางเคมีของติป्ली

นอกเหนือจากการตรวจสอบการปนเปื้อนในสมุนไพรแล้ว การตรวจสอบเอกลักษณ์ทางเคมีของสมุนไพรยังเป็นกระบวนการหนึ่งที่มีความสำคัญเกี่ยวกับการตรวจสอบคุณภาพยา โดยการศึกษานี้ได้อาศัยเทคนิคโครมาโทกราฟีแบบชั้นบาง (Thin Layer Chromatography: TLC) เพื่อใช้บ่งบอกคุณภาพทางฤทธิ์ยา หรือตรวจสอบสารสำคัญของติป्ली ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบติป्लीที่เป็นแม่พันธุ์และใช้ปลูกยารักษาโรคของวิทยาลัยการแพทย์ฯ เปรียบเทียบกับติป्लीที่เพาะปลูกในการศึกษานี้ ผลการศึกษาพบว่า หลังจากตรวจสอบเอกลักษณ์ทางเคมีของติป्लीภายใต้แสงธรรมชาติ ไม่พบแถบสีของสาร ในขณะที่การตรวจสอบเอกลักษณ์ทางเคมีของติป्लीภายใต้แสง UV ความยาวคลื่น 254 นาโนเมตร ตรวจพบแถบของสารจำนวน 8 ตำแหน่ง ในทั้ง 2 ตัวอย่าง โดยติป्लीที่ใช้ปลูกยา (Standard) มีค่า R_f เท่ากับ 0.09, 0.38, 0.43, 0.50, 0.60, 0.71, 0.79 และ 0.88 ตามลำดับ ส่วนติป्लीที่

เพาะปลูกเอง มีค่า R_f เท่ากับ 0.09, 0.38, 0.43, 0.48, 0.59, 0.70, 0.79 และ 0.88 ตามลำดับ จากการตรวจสอบเอกลักษณ์ทางเคมีของติป्लीภายใต้แสง UV ความยาวคลื่น 366 นาโนเมตร ตรวจพบแถบของสารจำนวน 7 ตำแหน่ง ในทั้ง 2 ตัวอย่าง โดยติป्लीที่ใช้ปลูกยา (Standard) มีค่า R_f เท่ากับ 0.38, 0.43, 0.50, 0.71, 0.88, 0.94 และ 0.98 ตามลำดับ ขณะที่ติป्लीที่เพาะปลูกเอง มีค่า R_f เท่ากับ 0.38, 0.43, 0.50, 0.73, 0.88, 0.93 และ 0.98 ตามลำดับ (Figure 4 และ Table 3) จากผลการทดสอบดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า ติป्लीที่มีการเพาะปลูกในกระถางสำหรับการศึกษาในครั้งนี้และติป्लीที่วิทยาลัยการแพทย์พื้นบ้านและการแพทย์ทางเลือก มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ ใช้ปลูกยารักษาโรคให้แก่ผู้ป่วย มีคุณภาพและฤทธิ์ทางยาที่เหมือนกัน ซึ่งสามารถนำติป्लीที่มีการเพาะปลูกในกระถางมาใช้ในการปลูกยารักษาโรคให้แก่ผู้ป่วยได้

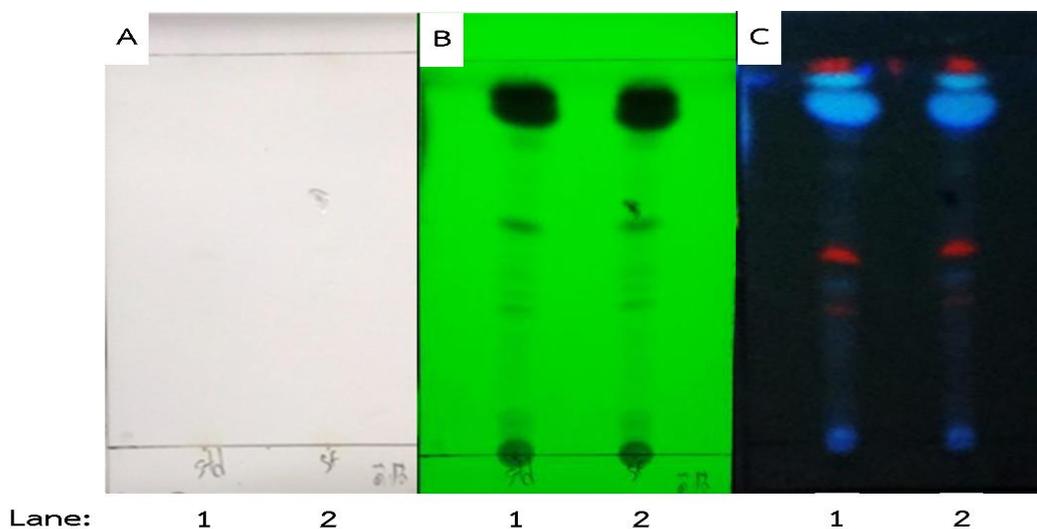


Figure 4 The TLC chromatogram of *Piper retrofractum* Vahl. (A) observed under normal lighting, (B) observed under UV light at 254 nm and (C) observed under UV light at 366 nm
Lane 1: *Piper retrofractum* Vahl. (Standard)
Lane 2: *Piper retrofractum* Vahl. (Planting in container)
Adsorbent: Silica gel; Solvent system: Dichloromethane : Methanol = 9:1 (v/v)

Table 3 The R_f value in TLC chromatogram of *Piper retrofractum* Vahl.

Detection	TLC fraction	R _f value	
		<i>Piper retrofractum</i> Vahl. (Standard)	<i>Piper retrofractum</i> Vahl. (Planting in container)
Normal lighting		-	-
UV254	1	0.09	0.09
	2	0.38	0.38
	3	0.43	0.43
	4	0.50	0.48
	5	0.60	0.59
	6	0.71	0.70
	7	0.79	0.79
	8	0.88	0.88
UV366	1	0.38	0.38
	2	0.43	0.43
	3	0.50	0.50
	4	0.71	0.73
	5	0.88	0.88
	6	0.94	0.93
	7	0.98	0.98

The R_f value difference of less than 0.05 (<0.05) was considered to be the same substance

วิจารณ์ผลการวิจัย

การเพาะปลูกดีปลีนั้นเป็นเรื่องง่าย แต่การที่จะเพาะปลูกดีปลาให้ได้คุณภาพ มีสรรพคุณทางยาและมีฤทธิ์ยาที่มากพอจะรักษาโรคได้นั้นเป็นเรื่องที่ยากมาก เนื่องจากต้องให้ความสำคัญกับปัจจัยในหลาย ๆ อย่าง ได้แก่ สายพันธุ์ดีปลาที่จะนำมาเพาะปลูก สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมทั้งสภาพของดิน น้ำ อากาศ การดูแล ระยะเวลาการให้ปุ๋ย และวิธีการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสม ประกอบกับธรรมชาติของดีปลาเป็นพืชที่มีวิสัยเถาเลื้อยที่มีรากยึดเกาะตามซอกและมีรากอยู่บริเวณหน้าดิน ทำให้ดีปลามีการดูดซึบ

สารตกค้างในดินได้โดยเฉพาะโลหะหนัก และสะสมอยู่ในส่วนต่าง ๆ โดยเฉพาะส่วนผลของดีปลาที่แพทย์แผนไทยจะนำมาปรุงเป็นยารักษาโรค ถ้าหากมีการสะสมของโลหะหนักจำนวนมากหรือเกินกว่ามาตรฐานที่สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา (อย.) กำหนด ก็อาจก่อให้เกิดอันตรายแก่ผู้ป่วยได้ เช่น การสะสมของตะกั่วในร่างกายซึ่งจะก่อให้เกิดอันตรายต่อร่างกาย เช่น โลหิตจาง เม็ดเลือดแดงแตก ไตถูกทำลาย และมีผลต่อระบบประสาททำให้สมองเสื่อม เป็นต้น (Tangpong *et al.*, 2013) การสะสมของสารหนูในร่างกายจะก่อให้เกิดอันตรายต่อร่างกายหรือทำลายอวัยวะภายใน เช่น หลอด

อาหารอักเสบ ความดันโลหิตสูง โรคหัวใจขาดเลือด ตับโต ไช้กระดูกไม่เจริญ กระดูกฝ่อ และเม็ดเลือดขาวต่ำ เป็นต้น (Monkaew, 2020) การสะสมของแคดเมียมในร่างกายจะก่อให้เกิดอันตรายต่อร่างกาย เช่น ความดันโลหิตสูง หัวใจเต้นผิดจังหวะ โลหิตจาง และทำให้เป็นโรคไต อีไค มีอาการกระดูกพรุน กระดูกโค้ง กระดูกเสียรูป เป็นต้น (Thanakitjanaroen *et al.*, 2008) และการสะสมของปรอทในร่างกายจะก่อให้เกิดโรคมินามาตะที่มีอาการมือและใบหน้าเกิดอาการบวมและเจ็บ บางรายอาจเกิดอาการเหน็บชาบางส่วน หรือบางรายอาการหนักอาจถึงขั้นเป็นอัมพาต (Ministry of Science and Technology. Pollution Control Department, 1999) โดยการศึกษาของ Priprem *et al.* (2006) แสดงให้เห็นว่า ดิบลิซึ่งที่เป็นวัตถุอันตรายของตำรับหรือผลิตภัณฑ์สมุนไพรต่าง ๆ มีการปนเปื้อนสารหนูและแคดเมียมโดยการปนเปื้อนดังกล่าวคาดว่าจะมีผลมาจากแหล่งเพาะปลูกแหล่งที่มาของสมุนไพร หรือวิธีการเก็บเกี่ยวสมุนไพร

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ได้ทำการเพาะปลูกดิบลิ โดยคำนึงถึงสายพันธุ์ดิบลิ และสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของดิบลิ การดูแล การให้ปุ๋ยระยะเวลา และวิธีการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสม ซึ่งได้นำเอาวิธีการขององค์ความรู้การแพทย์แผนไทยผนวกกับการนำเอาความรู้วิทยาศาสตร์มาเป็นเครื่องมือในการดำเนินงาน นอกจากนี้การใช้ดินในการเพาะปลูกดิบลิยังเป็นดินที่มีการปรุงขึ้นมาใช้แทนดินทั่วไป โดยมีการตรวจสอบค่ามาตรฐานการปนเปื้อนสารในดินก่อนใช้ และพบว่าดินที่ปรุงไม่มีการปนเปื้อนของโลหะหนักตามเกณฑ์มาตรฐานของกระทรวงอุตสาหกรรมเกี่ยวกับค่ามาตรฐานของสารอันตรายในดิน (Ministry of Industry, 2016) และตามประกาศของคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติว่าด้วยเรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพดิน (Pollution Control Department, 2004) และเมื่อนำมาเพาะปลูกดิบลิก็ยังพบว่า ผลผลิตที่ได้ผ่านเกณฑ์มาตรฐานการปนเปื้อนโลหะหนักของสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา (อย.) โดยไม่พบการปนเปื้อนของสารหนูและ

แคดเมียม รวมถึงตะกั่วและปรอทที่พบแต่ไม่เกินค่ามาตรฐาน ดังนั้นดิปลิดังกล่าวจึงมีโอกาสนำไปใช้เป็นยารักษาโรคได้

นอกเหนือจากการปนเปื้อนของโลหะหนักแล้ว การเพาะปลูกและการเก็บเกี่ยวผลผลิตดิปลิ จะต้องคำนึงถึงการปนเปื้อนจุลินทรีย์ เนื่องจากเป็นปัญหาหนึ่งสำหรับการเพาะปลูกสมุนไพรที่ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานของสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา (อย.) โดยดิปลิที่นำมาปรุงยาจะอยู่ในรูปแบบยาผงบรรจุแคปซูลและยาเม็ดที่ใช้ในการรักษาโรค และจัดอยู่ในกลุ่มยาแผนไทยหรือยาแผนโบราณ ซึ่งยากลุ่มนี้ตามประกาศเกณฑ์มาตรฐานการปนเปื้อนจุลินทรีย์จะต้องไม่พบเชื้อ ดังนี้ 1) *Clostridium* spp. 2) *E. coli* 3) *Salmonella* spp. และ 4) *Staphylococcus* spp. และเชื้อราสามารถตรวจพบได้ไม่เกิน 5.0×10^3 CFU/g (Ministry of Public Health, 2021) ทั้งนี้เนื่องจากเชื้อจุลินทรีย์เหล่านี้เกี่ยวข้องกับโรคในระบบทางเดินอาหาร เช่น อาการท้องร่วง อาการท้องเสีย และอาหารเป็นพิษ เป็นต้น อีกทั้งยังมีผลทำลายสารสำคัญที่มีสรรพคุณทางยาของดิปลิด้วย ทำให้ดิปลิที่ใช้ปรุงยาให้ฤทธิ์หรือสรรพคุณทางยาลดลง โดยการศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่ารูปแบบการเพาะปลูก การดูแล และการเก็บเกี่ยวดิปลินี้ สามารถควบคุมการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ได้ คือ ไม่พบการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ที่เกินค่ามาตรฐานตามที่สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา (อย.) กำหนด

สำหรับการตรวจสอบคุณภาพยาหรือฤทธิ์ยาของสมุนไพรตามองค์ความรู้การแพทย์แผนไทย เป็นการตรวจสอบโดยการใช้ประสาทสัมผัสเข้ามาช่วยในการตรวจสอบ ได้แก่ การสังเกตลักษณะภายนอก เช่น รูปร่าง สี เป็นต้น การสัมผัส การดมกลิ่น การชิมรส และการฟังเสียง ซึ่งการตรวจสอบด้วยวิธีการดังกล่าวต้องอาศัยประสบการณ์และความชำนาญอย่างสูงของแพทย์แผนไทยในการตรวจสอบ ทว่าในยุคปัจจุบันมีการนำเอาความรู้และเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์เข้ามาช่วยในการตรวจสอบคุณภาพยาหรือฤทธิ์ของยา ได้แก่ เทคนิคโครมาโทกราฟีแบบชั้นบาง ซึ่งเป็นวิธีมาตรฐานวิธีหนึ่ง

ในการบ่งบอกคุณภาพยาของสมุนไพร โดยการศึกษา
ได้นำดีป्लीที่ทำการเพาะปลูกตรวจสอบคุณภาพยาโดยเทคนิค
โครมาโทกราฟีแบบชั้นบาง ซึ่งพบว่ายังคงลายพิมพ์นิ้วมือ
หรือ Fingerprint เหมือนกับต้นพันธุ์ที่มีฤทธิ์ในการนำมา
ปรุงยา แสดงให้เห็นว่ารูปแบบการเพาะปลูกดีป्लीนี้ยังคง
ให้คุณภาพดีป्लीที่คงเดิมเช่นเดียวกับดีป्लीที่ใช้ปรุงยา

สรุปผลการวิจัย

การศึกษานี้พัฒนารูปแบบการเพาะปลูกดีป्ली
เพื่อนำผลของดีป्लीมาใช้ในการปรุงยารักษาโรคทางการ
แพทย์แผนไทย ซึ่งสามารถเพาะปลูกได้ในบริเวณที่มีพื้นที่
จำกัด หลีกเลี่ยงการเพาะปลูกในพื้นที่เกษตรเคมี ซึ่งจะ
ช่วยในการลดการปนเปื้อนทั้งโลหะหนักและเชื้อจุลินทรีย์
ได้ ซึ่งการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าทำการเพาะปลูกดีป्ली
ในกระถางรูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้า ขนาด 30x100x30 ซม.
โดยใช้ดินปรุงที่ปรุงขึ้นเองซึ่งมีปริมาณของโลหะหนักอยู่ใน
เกณฑ์มาตรฐานของคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ
ฉบับที่ 25 (พ.ศ. 2547) และมีการดูแลโดยการกำหนด
ช่วงเวลาให้น้ำและปุ๋ยคอก ซึ่งเมื่อครบเวลาเพาะปลูก
ประมาณ 6 เดือน ดีป्लीสามารถให้ผลผลิตที่สามารถ
นำไปใช้ปรุงยารักษาโรคทางการแพทย์แผนไทยได้ โดยไม่
พบการปนเปื้อนของโลหะหนักและเชื้อจุลินทรีย์ที่เกิน
มาตรฐาน นอกจากนี้การเพาะปลูกด้วยวิธีดังกล่าว ยังไม่มี
ผลต่อการเปลี่ยนแปลงของสารสำคัญหรือสารออกฤทธิ์
ทางยาของผลดีป्लीอีกด้วย

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยในครั้งนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจาก
วิทยาลัยการแพทย์พื้นบ้านและการแพทย์ทางเลือก
มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย ปีงบประมาณ พ.ศ. 2564

เอกสารอ้างอิง

- AOAC. 2019. **Official Methods of Analysis of AOAC INTERNATIONAL**. 21st Edition. Maryland: AOAC International. 2200 p.
- Food and Drug Administration. 2004. **Criteria for consideration of registration of traditional drug and microbial and heavy metal contamination standards**. [Online]. Available <https://www.fda.moph.go.th/sites/drug/download/manual-herbal-medicines.pdf> (January 29, 2022).
- Ministry of Education. 1999. **Phathayasastra Sangkhraha**. Bangkok: Kurusapa Printing Ladphrao. 50 p. [in Thai]
- Ministry of Industry. 2016. **Soil and water contamination criteria**. [Online]. Available <http://http://www.ratchakitcha.soc.go.th/DATA/PDF/2559/E/275/4.PDF> (January 30, 2022).
- Ministry of Public Health. 2021. **Methods for quality control and specifications of herbal products**. [Online]. Available http://https://www.fda.moph.go.th/Herbal/SitePages/law_herbal6.html (January 29, 2022).
- Ministry of Public Health, Department of Thai Traditional and Alternative Medicine. 2015. **Handbook of Herb Planting in Thai Pharmacy**. Bangkok: The War Veterans Organization of Thailand under Royal Patronage of His Majesty the King. 30 p. [in Thai]

- Ministry of Science and Technology, Pollution Control Department. 1999. **Mercury**. Bangkok: Integrated Communication Co.,Ltd. 499 p. [in Thai]
- Monkaew, P. 2020. A case study of arsenic poisoning. **Thai Journal of Hospital Pharmacy** 29(2): 103-117. [in Thai]
- Office of the Permanent Secretary Ministry of Public Health. 1998. **Thai Pharmacy**. Bangkok: Agricultural Cooperative Printing Demonstrations of Thai co., Ltd. 258 p. [in Thai]
- _____. 2006. **Thai Midwifery**. Bangkok: Agricultural Cooperative Printing Demonstrations of Thai co., Ltd. 320 p. [in Thai]
- Pollution Control Department. 2004. **Soil quality standards**. [Online]. Available [http:// www.pcd.go.th/laws](http://www.pcd.go.th/laws) (January 29, 2022).
- Pongmueangmun, S., N. Klaykeung and W. Wutthiadirek. 2016. Situation of microbial contamination in traditional medicine and herbal medicine during 2011-2015. **Thai Food and Drug Journal** 23(2): 25-33. [in Thai]
- Priprem, A., B. Sripanidkulchai, J. Julatas and P. Chitropas. 2006. Heavy metals in some Thai traditional drugs and herbal extract. **Isan Journal of Pharmaceutical Sciences** 2(1): 43-52. [in Thai]
- Tangpong, J., P. Hirsansai and C. Tanapop. 2013. Proteinuria of lead-exposed boatyard workers: the detection of renal dysfunction. **Journal of Public Health** 43(2): 164-174. [in Thai]
- Thanakitchanjaroen, K., N. Mekrunsimun and S. Srilamanechok. 2008. **Benefits and toxicology of cadmium**. [Online]. Available https://www.dss.go.th/images/st-article/cp_4_2551_Cadmium.pdf (January 29, 2022).

สารประกอบเชิงหน้าที่ในการเพิ่มมูลค่าของสาหร่ายพวงองุ่น *Caulerpa lentillifera* Functional Ingredients on Creating Value Added in Sea Grape, *Caulerpa lentillifera*

สิทธิกรณ อยู่แจ่ม¹ เกรียงศักดิ์ เม่งอำพัน² นริศรา ไล่เลิศ³ และดวงพร อมรเลิศพิศาล^{1,2*}

Sittikorn Yoojam¹, Kriangsak Mengumphan², Narissara Lailerd⁴ and Doungporn Amornlerdpison^{1,2*}

¹คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290

²ศูนย์ความเป็นเลิศด้านนวัตกรรมทางการเกษตรสำหรับบัณฑิตผู้ประกอบการ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290

³ภาควิชาสรีรวิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 50200

¹Faculty of Fisheries Technology and Aquatic Resources, Maejo University, Chiang Mai, Thailand 50290

²Center of Excellence in Agricultural Innovation for Graduate Entrepreneur, Maejo University, Chiang Mai, Thailand 50290

³Department of Physiology, Faculty of Medicine, Chiangmai University, Chiang Mai, Thailand 50200

*Corresponding author: doungpornfishtech@gmail.com

Received: September 04, 2021

Revised: May 20, 2022

Accepted: June 15, 2022

Abstract

Caulerpa lentillifera is a green seaweed that is found mainly in southern Thailand and is consumed fresh as a healthy food. However, it was found that the residues from trimming or grading accounted for 70-80% of the amount. Therefore, the objective of this study was to increase the value of the seaweed as a functional ingredient. Extracts of *C. lentillifera* were obtained using solvents such as water, ethanol, ethyl acetate, and hexane. The composition of active substances and pharmacological activities were tested. The results showed that water was the most suitable solvent due to the high yield and high active compounds while showing the lowest extraction cost and safe for consumers. The aqueous extract of the alga contained polysaccharides and phenolic compounds which were the main important substances. In addition, many amino acids have been found to be beneficial in stimulating the production of collagen in human skin. The potential benefit was possible to be developed as an extract in cosmetic product for anti-aging. For the antibacterial activity that causes skin disease, it was found that the aqueous extract of the alga was less active than the extracts with other organic solvents. In addition, the aqueous extract also exhibited the effect of stimulating the secretion of insulin and increased glucose uptake in isolated rat diaphragm. The efficacy of hypoglycemic and lipid-lowering effects should be tested for diabetes in both animals and humans in further study.

Keyword: *Caulerpa lentillifera*, functional ingredient, phenolic compound, polysaccharide
glucose uptake

บทคัดย่อ

สาหร่ายพวงองุ่นเป็นสาหร่ายทะเลสีเขียวที่พบมากในภาคใต้และผู้บริโภคนิยมนำมารับประทานสดเป็นอาหารสุขภาพ แต่พบว่ามีเศษเหลือจากการตัดแต่งหรือตกเกรดซึ่งคิดเป็นปริมาณมากถึงร้อยละ 70-80 ดังนั้นในการศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มมูลค่าสาหร่ายพวงองุ่นตกเกรดเป็นสารประกอบเชิงหน้าที่ โดยนำสาหร่ายมาสกัดด้วยตัวทำละลายน้ำ เอทานอล เอทิลอะซิเตต และเฮกเซน ทำการวิเคราะห์องค์ประกอบของสารสำคัญและทดสอบฤทธิ์ชีวภาพ ผลการทดลองพบว่า น้ำเป็นตัวทำละลายที่เหมาะสมที่สุด เนื่องจากให้ปริมาณผลผลิตและสารสำคัญในปริมาณสูง มีค่าใช้จ่ายในการสกัดต่ำที่สุด และมีความปลอดภัยกับผู้บริโภค โดยพบว่า สารสกัดด้วยน้ำของสาหร่ายพวงองุ่นมีสารกลุ่มพอลิแซ็กคาไรด์ และสารกลุ่มฟีนอลิกเป็นสารสำคัญหลัก นอกจากนี้ยังพบกรดอะมิโนหลายชนิดที่เป็นประโยชน์ในการกระตุ้นการสร้างคอลลาเจนให้กับผิวหนัง จึงมีศักยภาพในการนำไปพัฒนาเป็นสารสกัดในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางเพื่อลดริ้วรอยได้อย่างเหมาะสม ผลการทดสอบฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียก่อโรคผิวหนังพบว่า สารสกัดด้วยน้ำมีฤทธิ์น้อยกว่าสารสกัดด้วยตัวทำละลายอินทรีย์อื่นๆ นอกจากนี้สารสกัดด้วยน้ำยังมีฤทธิ์ในการกระตุ้นการหลั่งฮอร์โมนอินซูลิน และช่วยเพิ่มการดูดซึมกลูโคสเข้าสู่เซลล์ได้ดีในการทดสอบการพากลูโคสเข้าสู่กล้ามเนื้อกระบังลมของหนูขาว ซึ่งควรจะมีการทดสอบประสิทธิภาพในการออกฤทธิ์ลดน้ำตาลและไขมันเพื่อควบคุมโรคเบาหวานทั้งในสัตว์ทดลองและในมนุษย์ตามลำดับต่อไป

คำสำคัญ: สาหร่ายพวงองุ่น สารประกอบเชิงหน้าที่ สารฟีนอลิก พอลิแซ็กคาไรด์ ฤทธิ์เพิ่มการดูดซึมกลูโคสเข้าสู่เซลล์

คำนำ

สาหร่ายสีเขียวสกุล *Caulerpa* ที่พบได้มากในภาคใต้ของประเทศไทยได้แก่ *Caulerpa lentillifera*, *C. racemosa* และ *C. macrophysa* ในปี พ.ศ. 2556 กรมประมงมีการส่งเสริมการเลี้ยงสาหร่ายทะเลเชิงพาณิชย์ โดยมีสาหร่ายพวงองุ่นหรือกรีนคาร์เวียร์ (*C. lentillifera*) เป็นโครงการนำร่องการเพาะเลี้ยงสาหร่ายทะเลเพื่อเป็นอาหารสุขภาพ ปัจจุบันสาหร่ายชนิดนี้มีการกระจายตามชายฝั่งทะเลและมีแหล่งผลิตหลัก คือ เพชรบุรี กระบี่ ภูเก็ต และพังงา ซึ่งมีการเลี้ยงในบ่อดินอย่างแพร่หลาย ช่วยสร้างอาชีพและรายได้ เกิดห่วงโซ่การผลิตครบวงจร และเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคเรื่องรสชาติ รูปลักษณ์ที่สวยงาม และเป็นอาหารเพื่อสุขภาพ จากการสัมภาษณ์ ผู้อำนวยการศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งจังหวัดเพชรบุรี ได้ให้ข้อมูลการผลิตสาหร่ายพวงองุ่นที่ส่งเสริมให้เกษตรกรเพาะเลี้ยงในช่วงปี พ.ศ. 2560-2564 พบว่า มีผลผลิตจากการเลี้ยงระบบบ่อดิน 1 ต้นต่อไร่ กำลังผลิตไม่น้อยกว่า 25 ต้นต่อเดือน และ 350-500 ต้นต่อปี ซึ่งมีปริมาณเพียงพอสำหรับการขยายผล การแปรรูปในระดับอุตสาหกรรมได้

ในช่วงการระบาดของไวรัสโควิด 19 เกษตรกรผู้เพาะเลี้ยงประสบปัญหาด้านผลผลิตสาหร่ายล้นตลาดและขาดการแปรรูปเพิ่มมูลค่า เนื่องจากผู้บริโภคนิยมนำมารับประทานสด อีกทั้งสาหร่ายสดมีอายุการเก็บรักษาสั้นควรบริโภคให้หมดภายใน 3-7 วัน และยังประสบกับปัญหาระบบการขนส่งหยุดกิจการ รวมทั้งขาดแรงงานในการตัดแต่งซอสสาหร่ายให้มีรูปร่างสวยงามตามความต้องการของผู้บริโภค ดังนั้นผลผลิตที่จำหน่ายได้จึงมีเพียงร้อยละ 20-30 เท่านั้น เกิดเศษเหลือหรือผลพลอยได้จากการตัดแต่ง ไม่เป็นข้อ มีปริมาณสูงถึงร้อยละ 70-80 ของผลผลิตทั้งหมด หากจำหน่ายไม่ทันจะกลายเป็นของเหลือทิ้งและกำลังเป็นปัญหาของเกษตรกรในการกำจัด

เศษเหลือดังกล่าวอีกด้วย ดังนั้นที่วิจัยจึงมีแนวทางในการแปรรูปเพิ่มมูลค่าสาหร่ายสกุลนี้เป็นสารประกอบเชิงหน้าที่ (Functional ingredient) เพื่อนำไปใช้เป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์อาหารสุขภาพและเวชสำอางต่อไป

สาหร่ายพวงองุ่น (*Caulerpa lentillifera*) เป็นสาหร่ายที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง ประกอบไปด้วยแร่ธาตุ กากใย วิตามินเอ วิตามินซี และกรดไขมันที่ไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน รวมทั้งพบกรดอะมิโนจำเป็นอีกหลายชนิด (Matanjun *et al.*, 2010) นอกจากนี้ยังพบกลุ่มสารประกอบฟีนอลิกที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ โดยมีความสามารถในการขจัดอนุมูลอิสระชนิด DPPH ในสาหร่ายพวงองุ่น (Yangthong and Towatanam, 2014) พบสารสำคัญกลุ่มโพลีฟีนอลที่มีฤทธิ์ในการช่วยป้องกันภาวะเบาหวานอีกด้วย (Matanjun *et al.*, 2010; Nguyen *et al.*, 2011) โดยสารสกัดเอทานอลของสาหร่ายพวงองุ่นสามารถช่วยเพิ่มการหลั่งฮอร์โมนอินซูลิน และช่วยเพิ่มการดูดซึมกลูโคสเข้าเซลล์ได้ดีขึ้น และยังมีรายงานการวิจัยพบว่า สาหร่ายพวงองุ่นมีสารสำคัญกลุ่มพอลิแซ็กคาไรด์ที่มีฤทธิ์ในการกระตุ้นการสร้างภูมิคุ้มกันของร่างกาย (Maeda *et al.*, 2012a) จึงมีศักยภาพในการนำมารับประทานเป็นอาหารเสริมในผู้ป่วยที่มีภูมิคุ้มกันต่ำ นอกจากนี้ยังพบว่ามีสารกลุ่มโอลิโกแซ็กคาไรด์จากสาหร่ายพวงองุ่นมีฤทธิ์ต้านเซลล์มะเร็งเต้านมได้อีกด้วย (Maeda *et al.*, 2012b)

จากฤทธิ์ชีวภาพของสาหร่ายพวงองุ่นข้างต้นในการศึกษาครั้งนี้จึงนำสาหร่ายพวงองุ่นที่ตกเกรดหรือเศษเหลือจากการตัดแต่งมาสกัดเป็นสารประกอบเชิงหน้าที่ (Functional ingredient) แล้วนำไปวิเคราะห์สารสำคัญและฤทธิ์ชีวภาพเพื่อการขยายผลเชิงอุตสาหกรรม ผลการวิจัยในครั้งนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการเพิ่มมูลค่าสาหร่ายพวงองุ่นที่มีการเพาะเลี้ยงเพิ่มมากขึ้นในหลายจังหวัดทางภาคใต้ของประเทศไทย โดยนำสารสกัดไปเป็นส่วนผสมสำคัญในผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร และเครื่องสำอางที่มีมูลค่าสูง ซึ่งนอกจากจะช่วยรองรับปริมาณผลผลิตสาหร่ายสดที่มีมากเกินไปเกินความต้องการของผู้บริโภคแล้ว

ยังช่วยเพิ่มมูลค่าสาหร่ายที่ตกเกรดที่ต้องทิ้งในแต่ละรอบของการผลิตได้อีกด้วย

อุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมสารสกัดสาหร่ายพวงองุ่น

นำสาหร่ายพวงองุ่นสดตกเกรดที่เก็บมาจากโครงการฟาร์มทะเลตัวอย่าง และศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งเพชรบุรี ตำบลแหลมผักเบี้ย อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี มาล้างด้วยน้ำประปาหลาย ๆ ครั้ง จนสะอาด จากนั้นนำมาทำแห้งด้วยการอบลมร้อนด้วยอุณหภูมิหลายชั้น เพื่อช่วยเร่งอัตราการถ่ายเทมวล ความชื้นออกจากสาหร่ายสด ด้วยการใช้อุณหภูมิตั้งที่ 70°C. ในช่วงที่การอบแห้งที่ 1 ชั่วโมง และลดอุณหภูมิเหลือ 60°C. อบต่อจนแห้งที่ความชื้นไม่เกินร้อยละ 10 ซึ่งสามารถรักษาสมบัติทางกายภาพ เคมี และคุณค่าทางโภชนาการไว้ใกล้เคียงกับผลผลิตสด จากนั้นสกัดสาหร่ายด้วยตัวทำละลายที่แตกต่างกัน คือ น้ำ เอทานอล เอทิลอะซิเตต และเฮกเซน ในอัตราส่วนสาหร่ายแห้ง 50 กรัม นำมาแช่ในตัวทำละลายแต่ละชนิดปริมาตร 500 มิลลิลิตร ทำการสกัดโดยทิ้งไว้เป็นเวลา 2 วัน และทำการเขย่าทุกวัน เมื่อครบกำหนดนำตัวทำละลายไปแยกตะกอนสาหร่ายออกโดยผ่านกระดาษกรอง จากนั้นนำสารละลายที่ได้ไประเหยตัวทำละลายออกด้วยเครื่อง Rotary evaporator ส่วนสารสกัดนำไปทำแห้งต่อด้วยเครื่อง Freeze dry

การวิเคราะห์สารสำคัญจากสารสกัดสาหร่ายพวงองุ่น

1) การวิเคราะห์ปริมาณสารสำคัญกลุ่มฟีนอลิกตามวิธีการดัดแปลงจาก Hammerschmidt and Pratt (1978) โดยผสม Folin-ciocalteu ร้อยละ 10 ปริมาตร 1,000 ไมโครลิตร สารละลาย Na_2CO_3 ร้อยละ 7.5 ปริมาตร 800 ไมโครลิตร และสารทดสอบปริมาตร 200 ไมโครลิตร ผสมให้เข้ากันและตั้งทิ้งไว้ 1 ชั่วโมง จากนั้นนำไปวัดความยาวคลื่นที่ 765 นาโนเมตร คำนวณปริมาณกลุ่มสารประกอบฟีนอลิกโดยเทียบกับสารมาตรฐานกรด

แกลลิก (Gallic acid) ต่อน้ำหนักสารสกัดปริมาณ 1 กรัม โดยรายงานผลเป็น มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อกรัมของสารสกัด

2) วิเคราะห์ปริมาณพอลิแซ็กคาไรด์ โดยตัดแปลงจากวิธีของ Paradossi *et al* (1999) ดังนี้ นำสารสกัดด้วยน้ำจากสาหร่ายมาตกตะกอนด้วยเอทานอลร้อยละ 95 ในอัตราส่วนสารสกัดต่อเอทานอล 1:2 โดยปริมาตร แล้วนำไปแช่ในอ่างควบคุมอุณหภูมิ 55°ซ. เป็นเวลา 1 ชั่วโมง จากนั้นนำไปแช่ที่ 4°ซ. เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บตะกอนพอลิแซ็กคาไรด์โดยการปั่นเหวี่ยงด้วยเครื่องปั่นเหวี่ยงความเร็ว 4,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 นาที แล้วนำตะกอนที่ได้ไปให้แห้งที่ 55°ซ. คำนวณหาร้อยละของพอลิแซ็กคาไรด์ที่ได้

3) การวิเคราะห์กรดอะมิโนในสารสกัดสาหร่ายพวงองุ่น โดยส่งตัวอย่างสารสกัดไปวิเคราะห์ ณ บริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) สาขาเชียงใหม่ โดยใช้ Gas Chromatography–Mass Spectroscopy (GC-MS) ซึ่งใช้วิธีทดสอบอ้างอิงจาก AOAC official method 994.12,988.15 (2000)

การทดสอบฤทธิ์ยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคผิวหนัง

โดยวิธี Agar disc diffusion method ทำการเพาะเลี้ยงเชื้อแบคทีเรียที่ก่อโรคบริเวณผิวหนัง *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Propionibacterium acnes* ในอาหาร Nutrient broth ปริมาตร 5 มล. ที่อุณหภูมิ 37°ซ. นาน 24 ชั่วโมง ยกเว้น *P. acnes* ทำการเพาะเลี้ยงในสภาวะสุญญากาศโดยใช้ภาชนะที่มีฝาปิดสนิททำการบ่มนาน 72 ชั่วโมง เมื่อครบกำหนดเวลานำมาปรับความขุ่นให้เทียบเท่ากับ MaFarland standard No.0.5 (เซลล์ประมาณ 10^8 เซลล์/มล.) นำไม้พันก้านสำลีที่ปราศจากเชื้อจุ่มลงใน

หลอดเพาะเชื้อแล้วนำมาเกลี่ยบนผิวหน้าอาหาร Nutrient agar นำตัวอย่างสารสกัดสาหร่าย หยดลงบนกระดาษกรองปริมาตร 30 ไมโครลิตร จากนั้นนำไปวางบนผิวหน้าอาหาร โดยใช้ตัวทำลายที่ทำการสกัดเป็น Negative control และใช้ยาปฏิชีวนะ Tetracycline ความเข้มข้น 5 มก./มล. เป็น Positive control และตัวทำลายจะใช้ Dimethyl sulfoxide (DMSO) ในอัตราส่วน 1:1 เพื่อช่วยให้สารสกัดและตัวทำลายละลายได้ดีขึ้น นำจานอาหารบ่มที่ 37°ซ. นาน 24 ชั่วโมง (ยกเว้น *P. acnes* บ่มนาน 72 ชั่วโมง ในกล่องสุญญากาศ) เมื่อครบกำหนดเวลานำมาบันทึกผล โดยการวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของวงใสที่เกิดขึ้นเปรียบเทียบกับยาปฏิชีวนะ Tetracycline

การประเมินฤทธิ์การพากลูโคสเข้าสู่กล้ามเนื้อของหนูขาวของสารสกัดสาหร่ายพวงองุ่น

ตัดแปลงจากวิธีการของ Thabet *et al.* (2008) ดังนี้ ทำการเลาะกล้ามเนื้อกระบังลม (Hemi-diaphragm) อย่างรวดเร็วและแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ล้างกล้ามเนื้อกระบังลมด้วยสารละลาย Balanced salt solution (BSS) จากนั้นกล้ามเนื้อกระบังลมจะถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ใส่ในขวดรูปชมพู่ (Conical flask) ที่บรรจุด้วยส่วนสกัดน้ำของสาหร่ายพวงองุ่น ในสารละลาย BSS และกลูโคส ทั้งในสภาวะที่ไม่มีและมียินซูลิน เพื่อประเมินการพากลูโคสเข้าสู่กล้ามเนื้อกระบังลมในภาวะพัก (Basal glucose uptake) และภาวะที่กระตุ้นด้วยอินซูลิน (Insulin-stimulated glucose uptake) ตามลำดับ กล้ามเนื้อกระบังลมจะถูกบ่มเพาะด้วย CO₂ ร้อยละ 5 และ O₂ ร้อยละ 95 ใน Shaking water bath เป็นเวลา 90 นาที จากนั้นคำนวณหาค่าการพากลูโคสเข้าสู่กล้ามเนื้อกระบังลม จากสูตร

$$\text{Glucose uptake} = \frac{[\text{Glucose concentration before incubation} - \text{Glucose concentration after incubation}]}{\text{Weight of diaphragm (g)}}$$

การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลแสดงในรูปของค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (mean±SD.) ในการทดสอบหาปริมาณสารสำคัญกลุ่มฟีนอลิกใช้สถิติ Pair t-test ค่า $p<0.05$ แสดงความแตกต่างอย่างมีระดับนัยสำคัญทางสถิติ และฤทธิ์ชีวภาพข้อมูลถูกเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มทดลอง 3-5 กลุ่มทดลอง ใช้สถิติ Analysis of Variance (ANOVA) ตามด้วยการเปรียบเทียบภายหลังหรือ Post hoc test ด้วยวิธีสถิติของ Duncan 's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ค่า $p<0.05$ แสดงความแตกต่างอย่างมีระดับนัยสำคัญทางสถิติ

ผลการวิจัยและวิจารณ์

สารสกัดสาหร่ายพวงองุ่น

จากการสกัดสาหร่ายพวงองุ่นด้วยน้ำและตัวทำละลายอินทรีย์ 3 ชนิด ได้แก่ เอทานอล เอทิลอะซิเตต และเฮกเซน พบว่าได้ปริมาณสารสกัด หรือ %yield คิดเป็น 24.72, 19.60, 15.24 และ 11.68% ตามลำดับ โดยสารสกัดน้ำ (Aqueous extract) มีสีเขียวอมเหลือง เป็นผงแห้ง ส่วนสารสกัดเอทานอลมีสีเขียวเข้มและเหนียวข้น

จึงได้คัดเลือกเฉพาะสารสกัดน้ำและสารสกัดเอทานอลไปวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกเปรียบเทียบกันเพื่อใช้ในการพิจารณาการนำไปใช้เป็น Functional extract ในอาหาร ส่วนสารสกัดเอทิลอะซิเตตและเฮกเซน ได้นำไปทดสอบฤทธิ์ต้านแบคทีเรียก่อโรคในผิวหนังเพื่อนำไปประยุกต์ในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง

ผลของสารสำคัญจากสารสกัดสาหร่ายพวงองุ่น

1) ปริมาณสารสำคัญกลุ่มฟีนอลิก

จากการวิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิกรวมของสารสกัดจากตัวทำละลาย 2 ชนิด ได้แก่ น้ำ และเอทานอล โดยเปรียบเทียบกับสารมาตรฐานกรด Gallic พบว่าปริมาณฟีนอลิกรวมในสารสกัดน้ำจากสาหร่ายพวงองุ่นมีค่าสูงกว่าสารสกัดเอทานอล (Table 1) ซึ่งจากระดับความเข้มข้นที่ต่างกันของตัวทำละลายจะส่งผลต่อการละลายหรือการสกัดสารที่มีองค์ประกอบทางเคมีประเภทต่าง ๆ รวมถึงสารประกอบฟีนอลิกออกมาจากตัวอย่างสาหร่าย ดังนั้นในการสกัดตัวอย่างสาหร่ายพวงองุ่นด้วยน้ำที่มีความเข้มข้นสูงจะให้สารชีวภาพกลุ่มฟีนอลิกรวมในปริมาณสูง ซึ่งนอกจากจะปลอดภัยแล้วยังมีต้นทุนในการสกัดต่ำกว่าตัวทำละลายอินทรีย์อื่น ๆ อีกด้วย

Table 1 Comparison of phenolic content in various types of *Caulerpa lentillifera* extraction

Type of extraction	mgGAE/g extract
Aqueous extract	5.18±0.06 ^a
Ethanol extract	3.44±0.06 ^b

Values are expressed as means±standard deviation (n=3).

a, b values with different superscript annotations show significantly different ($p<0.05$).

2) ปริมาณพอลิแซ็กคาไรด์จากสารสกัดด้วยน้ำของสาหร่ายพวงองุ่น

สารสกัดด้วยน้ำหรือ Aqueous extract ของสาหร่ายพวงองุ่น พบว่าองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นสารกลุ่มพอลิแซ็กคาไรด์ร้อยละ 84.10 ซึ่งสอดคล้องกับรายงานการวิจัยของ Maeda *et al* (2012a; 2012b) ที่พบว่าสารพอลิแซ็กคาไรด์ในสาหร่ายพวงองุ่นมีฤทธิ์ในการกระตุ้นการสร้างภูมิคุ้มกันของร่างกาย และฤทธิ์ต้านเซลล์มะเร็งเต้านมได้อีกด้วย ดังนั้นสารสกัดน้ำสามารถนำไปเป็นสารประกอบเชิงหน้าที่ในผลิตภัณฑ์เสริมอาหารได้

อย่างไรก็ตามการนำสารสกัดน้ำนี้ไปใช้ประโยชน์ดังกล่าว จะได้มีการศึกษาการประเมินความปลอดภัยในการบริโภค และทดสอบทางคลินิกต่อไป

3) ปริมาณกรดอะมิโนในสารสกัดน้ำของสาหร่ายพวงองุ่น

ผลจากการวิเคราะห์ปริมาณกรดอะมิโน 20 ชนิด พบว่า สารสกัดน้ำสาหร่ายพวงองุ่นมีกรดอะมิโนปริมาณเรียงจากมากไปน้อยดังนี้ Phenylalanine, Leucine, Lysine, Tyrosine, Glutamic acid, Isoleucine และ Aspartic acid แสดงรายละเอียดใน Table 2

Table 2 Amino acid profile of aqueous extract of *Caulerpa lentillifera*

Amino acid	mg/100 g	Amino acid	mg/100 g
Alanine	565	Leucine ²	1,912
Arginine	<5.00	Lysine ³	1,746
Aspartic acid	1,005 ⁷	Methionine	314
Cystine	420	Phenylalanine ¹	2,274
Glutamic acid	1,184 ⁵	Proline	518
Glycine	425	Serine	295
Histidine	546	Threonine	376
Hydroxylysine	<5.00	Tryptophen	115
Hydroxyproline	<5.00	Tyrosine ⁴	1,205
Isoleucine	1,163 ⁶	Valine	836

¹⁻⁶express high to low amounts of amino acid, respectively

กรดอะมิโนมีความสำคัญต่อมนุษย์โดยเป็นทั้งโครงสร้างของผิวหนังและยังควบคุมเมแทบอลิซึมหรือการเผาผลาญของโปรตีนในร่างกาย การเกิดริ้วรอยของผิวที่มีอายุมากขึ้นโดยเฉพาะรอยเหี่ยวย่นและหย่อนคล้อยของผิวเกิดมาจากปัจจัยหลายอย่าง ได้แก่ รังสีอัลตราไวโอเล็ต (UV) การถูกกระตุ้นด้วยสารเคมี การได้รับสารอาหารไม่เพียงพอ และการได้รับอนุมูลอิสระที่มากเกินไปจนสมดุล โดยเฉพาะ UV ที่ส่งผลทำลายโปรตีนและคอลลาเจน

ที่ผิวหนังทำให้เกิดริ้วรอยหรือผิวหนังเหี่ยวย่น มีรายงานพบว่า Glutamine และ Proline เป็นกรดอะมิโนที่สำคัญในการสร้างคอลลาเจน โดยไปเพิ่มการสังเคราะห์คอลลาเจนใน Fibroblast cells สามารถช่วยฟื้นฟูการสร้างคอลลาเจนของผิวหนังที่ถูกทำลายด้วยแสง UV ได้ (Hitoshi *et al*, 2012) นอกจากนี้ยังมีรายงานการวิจัยพบว่า Arginine, Ornithine และ Leucine เป็นกรดอะมิโนที่ช่วยกระตุ้นการหายของแผลอีกด้วย (Shi *et al*, 2002; Shi *et al*,

2003; Stechmiller *et al*, 2005; Zhang *et al*, 2004) ดังนั้นสารสกัดด้วยน้ำจึงสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางบำรุงผิวลดริ้วรอยได้

ผลการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียก่อโรคผิวหนังด้วยสารสกัดสาหร่ายพวงองุ่น

จากการทดสอบฤทธิ์ยับยั้งเชื้อแบคทีเรียก่อโรคผิวหนังทั้งหมด 3 ชนิด ได้แก่ *Staphylococcus aureus*, *S. epidermidis* และ *P. acnes* ด้วยวิธี Agar disc diffusion method โดยใช้สารสกัดสาหร่ายด้วยน้ำและตัวทำละลายอินทรีย์ 3 ชนิด ได้แก่ เอทานอล เอทิลอะซิเตต และเฮกเซน

ที่ความเข้มข้น 50 มก./มล. ผลการทดลองแสดงใน Table 3 พบว่า สารสกัดที่ใช้ตัวทำละลายเอทานอล เอทิลอะซิเตต และเฮกเซน มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียก่อโรคผิวหนังทั้ง 3 ชนิด ไม่แตกต่างกัน ส่วนสารสกัดด้วยน้ำมีฤทธิ์น้อยที่สุด ซึ่งจากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าสาหร่ายพวงองุ่นมีฤทธิ์ในการต้านเชื้อแบคทีเรียที่ก่อโรคผิวหนังได้ แต่ควรเลือกตัวทำละลายในการสกัดเป็นสารอินทรีย์ จากผลการทดลองในครั้งนี้ ควรเลือกใช้ตัวทำละลายเอทานอลเนื่องจากมีราคาถูก สามารถกำจัดได้ง่าย และมีความปลอดภัยสูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับเอทิลอะซิเตตและเฮกเซน

Table 3 Effect of different extractions of *Caulerpa lentillifera* on antibacterial activity against skin pathogens

Type of extraction (50 mg/mL)	Clear zone (cm)		
	<i>S. aureus</i>	<i>S. epidermidis</i>	<i>P. acnes</i>
Aqueous extract	0.67±0.058 ^c	0.63±0.058 ^c	0.63±0.057 ^c
Ethanol extract	0.80±0.000 ^b	0.70±0.000 ^b	0.68±0.115 ^b
Ethyl acetate extract	0.90±0.000 ^b	0.73±0.058 ^b	0.66±0.115 ^b
Hexane extract	0.87±0.115 ^b	0.77±0.058 ^b	0.63±0.057 ^b
Tetracycline (5 mg/mL)	2.77±0.115 ^a	2.77±0.265 ^a	2.87±0.152 ^a

Values are expressed as means±standard deviation (n=3).

a, b, c values with different superscript annotations show significantly different ($p < 0.05$)

ผลของสารสกัดน้ำของสาหร่ายพวงองุ่นต่อการพากลูโคสเข้าสู่กล้ามเนื้อของหนูขาว

Figure 1 แสดงผลการทดลองการพากลูโคสเข้าสู่กล้ามเนื้อเนื้อกระบังลมซึ่งเป็นกล้ามเนื้อลายของหนูขาว พบว่าในภาวะที่ไม่มีฮอร์โมนอินซูลิน ค่าของ Basal glucose uptake ในกลุ่มที่ให้สารสกัดน้ำของสาหร่ายพวงองุ่นที่ความเข้มข้นต่าง ๆ คือ ร้อยละ 0.25-2.0 มีค่าไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ส่วนในภาวะที่มีฮอร์โมนอินซูลิน ขนาด 25 ยูนิต/

มล. (IU/mL) พบว่าค่าของ Insulin-stimulated glucose uptake ในกลุ่มที่ให้สารสกัดน้ำของสาหร่ายพวงองุ่นความเข้มข้นร้อยละ 2 มีค่าสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับผลของ Delta glucose uptake ที่บ่งบอกภาวะการกระตุ้นการทำงานของฮอร์โมนอินซูลิน จึงสรุปได้ว่าสารสกัดสาหร่ายมีผลเพิ่มการทำงานของฮอร์โมนอินซูลินในการพากลูโคสเข้าสู่กล้ามเนื้อลาย

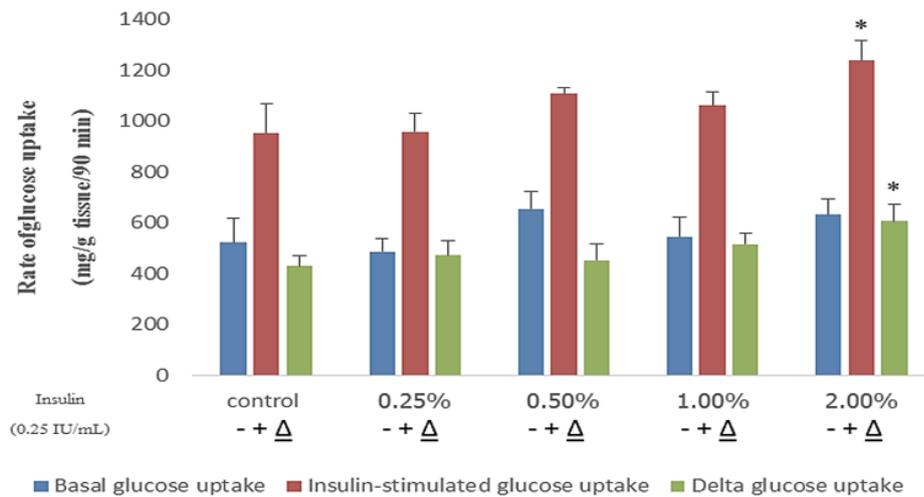


Figure 1 Effect of aqueous extract of *Caulerpa lentillifera* on glucose uptake and insulin sensitivity in rat diaphragm

จากการที่สารสกัดน้ำของสาหร่ายพวงองุ่นมีฤทธิ์ในการพากลูโคสเข้าสู่กล้ามเนื้อลาย ซึ่งจะส่งผลในการลดระดับน้ำตาลในเลือดได้ โดยในภาวะปกติเมื่อระดับน้ำตาลกลูโคสในเลือดเพิ่มสูงขึ้นในภาวะหลังมื้ออาหาร ร่างกายจะมีกลไกที่สำคัญในการควบคุมระดับระดับน้ำตาลกลูโคสในเลือดให้อยู่ในระดับปกติหรือ Normal physiological level โดยการหลั่งฮอร์โมนอินซูลินจากตับอ่อนออกมาสู่กระแสเลือดเพิ่มขึ้น ฮอร์โมนอินซูลินนี้จะช่วยลดระดับน้ำตาลกลูโคสในเลือด โดยกระตุ้นการพากลูโคสเข้าสู่กล้ามเนื้อลายหรือที่เรียกว่า Glucose uptake ซึ่งพบว่าร้อยละ 70 ของน้ำตาลกลูโคสในเลือดในภาวะหลังมื้ออาหารจะถูกนำเข้าสู่กล้ามเนื้อลาย ซึ่งผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับงานวิจัยก่อนหน้าที่พบว่า สารสกัดเอทานอลของสาหร่ายพวงองุ่นสามารถช่วยเพิ่มการหลั่งฮอร์โมนอินซูลิน (Insulin secretion) และช่วยเพิ่มการดูดซึมกลูโคสเข้าเซลล์ได้ดีขึ้น (Glucose uptake) จึงช่วยป้องกันภาวะเบาหวานได้ โดยฤทธิ์มาจากสารสำคัญกลุ่มฟีนอลิกที่พบมากในสาหร่ายชนิดนี้ (Matanjun *et al*, 2010; Nguyen *et al*, 2011) ผลจากการวิจัยในครั้งนี้ได้แสดงศักยภาพของสารสกัดจากสาหร่ายพวงองุ่น

ที่จะนำไปศึกษาต่อยอดเพื่อช่วยในการควบคุมระดับน้ำตาลกลูโคสในเลือดได้ต่อไป

สรุปผลการวิจัย

สาหร่ายพวงองุ่นที่ตากแดดและเป็นเศษเหลือจากการตัดแต่งถูกนำมาเพิ่มมูลค่าเป็นสารประกอบเชิงหน้าที่ โดยการสกัดด้วยตัวทำละลายน้ำ เอทานอล เอทิลอะซิเตต และเฮกเซน เพื่อคัดเลือกตัวทำละลายที่เหมาะสม และนำไปขยายผลในระดับอุตสาหกรรม พบว่าน้ำเป็นตัวทำละลายที่เหมาะสมที่สุด เนื่องจากให้ปริมาณผลผลิตและสารสำคัญที่มีฤทธิ์ชีวภาพในปริมาณสูง อีกทั้งมีค่าใช้จ่ายในการสกัดต่ำที่สุด มีความปลอดภัยกับผู้บริโภคและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมอีกด้วย โดยพบว่าสารสกัดด้วยน้ำของสาหร่ายพวงองุ่นให้สารสำคัญกลุ่มพอลิแซ็กคาไรด์ และสารกลุ่มฟีนอลิก ในปริมาณมาก นอกจากนี้ยังพบกรดอะมิโนหลายชนิดที่เป็นประโยชน์ในการกระตุ้นการสร้างคอลลาเจนให้กับผิวหนัง โดยพบกรดอะมิโนชนิด Phenylalanine, Leucine, Lysine, Tyrosine, Glutamic acid, Isoleucine และ Aspartic acid

สูงอีกด้วย ซึ่งมีศักยภาพในการนำไปพัฒนาเป็นสารสกัดในผลิตภัณฑ์บำรุงผิวหน้าเพื่อลดริ้วรอยได้อย่างเหมาะสม อีกทั้งมีชีวภาพที่น่าสนใจของสารสกัดน้ำจากสาหร่ายพวงองุ่น คือ ฤทธิ์ในการกระตุ้นการหลั่งฮอร์โมนอินซูลิน และช่วยเพิ่มการดูดซึมกลูโคสเข้าสู่เซลล์ได้ดี ส่วนฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียก่อโรคผิวหนังพบว่า สารสกัดน้ำของสาหร่ายพวงองุ่นมีฤทธิ์น้อยกว่าสารสกัดด้วยตัวทำละลายอินทรีย์อื่น ๆ

จากการวิเคราะห์ตลาดธุรกิจ อาหารเสริมในปัจจุบันพบว่า อาหารเสริมสำหรับผู้ที่ต้องการลดน้ำหนัก หรือมีภาวะอ้วนลงพุง และอาหารเสริมเพื่อผิวสวยมีอัตราการเติบโตสูงมาก จึงเป็นโอกาสของสารสกัดชีวภาพจากสาหร่ายพวงองุ่นในการนำไปใช้เป็นส่วนผสมที่สำคัญในผลิตภัณฑ์ดังกล่าว ซึ่งจะต้องมีการประเมินความปลอดภัยในระดับยีน และทดสอบประสิทธิภาพในการออกฤทธิ์ลดน้ำตาลและไขมันเพื่อควบคุมโรคเบาหวานทั้งในสัตว์ทดลองและในมนุษย์ตามลำดับต่อไป ซึ่งสาหร่ายชนิดนี้มีความพร้อมด้านผลผลิตมีเพียงพอที่จะขยายกำลังการผลิตในระดับอุตสาหกรรมได้โดยแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์มูลค่าสูงในรูปแบบสารประกอบเชิงหน้าที่ (Functional ingredient) ผลจากงานวิจัยนี้นอกจากจะสร้างองค์ความรู้ด้านวิชาการด้านการใช้ประโยชน์สาหร่ายอย่างคุ้มค่าโดยไม่มีเศษเหลือ ยังช่วยเพิ่มมูลค่าให้กับสาหร่ายทะเลแบบครบวงจรตามยุทธศาสตร์ BCG economy ของรัฐบาล ซึ่งส่งผลกระทบต่อเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมได้อย่างยั่งยืนต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ทีมวิจัยขอขอบคุณสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) สำหรับทุนสนับสนุนการวิจัยระดับปริญญาเอก ภายใต้โครงการพัฒนานักวิจัยและงานวิจัยเพื่ออุตสาหกรรม (พวอ.) รหัสโครงการ PHD6010083 ร่วมกับบริษัทเอส.ที.ดี เมดิกส์ จำกัด ขอขอบคุณคณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ และศูนย์ความเป็นเลิศด้านนวัตกรรมทางการเกษตรสำหรับบัณฑิตผู้ประกอบการ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ สำหรับการสนับสนุนด้านสถานที่และอุปกรณ์ในการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- AOAC. 2000. **Official Method of Analytical Chemists**. 17th edition. Maryland: Association of Analytical Communities. 2200 p.
- Hammerschmidt, P.A. and D.E. Pratt. 1978. Phenolic antioxidants of dried soybeans. **Journal of Food Science** 43(2): 556-559.
- Hitoshi, M., S. Kazutaka, I. Yoshiko, T. Yoshinobu, and K. Hisamine. 2012. Importance of amino acid composition to improve skin collagen protein synthesis rates in UV-irradiated mice. **Amino Acids** 42: 2481-2489. DOI 10.1007/s00726-011-1059-z.
- Maeda, R., T. Ida, H. Ihara and T. Sakamoto. 2012a. Immunostimulatory activity of polysaccharides isolated from *Caulerpa lentillifera* on macrophage cells. **Bioscience Biotechnology and Biochemistry** 1203012829-1203012829.
- _____. 2012b. Induction of apoptosis in MCF-7 cells by β -1, 3-xylooligosaccharides prepared from *Caulerpa lentillifera*. **Bioscience Biotechnology and Biochemistry** 76(5): 1032-1034.
- Matanjun, P., S. Mohamed, K. Muhammad and N.M. Mustapha. 2010. Comparison of cardiovascular protective effects of tropical seaweeds, *Kappaphycus alvarezii*, *Caulerpa lentillifera*, and *Sargassum polycystum*, on high-cholesterol/high-fat diet in rats. **Journal of Medicinal Food** 13(4): 792-800.

- Nguyen, V.T., J.P. Ueng and G.J. Tsai. 2011. Proximate composition, total phenolic content, and antioxidant activity of seagrape (*Caulerpa lentillifera*). **Journal of Food Science** 76(7): C950-C958.
- Paradossi, G., F. Cavalieri, L. Pizzoferrato and A.M. Liquori. 1999. A physico-chemical study on the polysaccharide Ulvan from hot water extraction of the macroalga Ulva. **International Journal of Biological Macromolecul** 25(4): 309-315.
- Shi, H.P., R.S. Fishel, D.T. Efron, J.Z. Williams, M.H Fishel and A. Barbul. 2002. Effect of supplemental ornithine on wound healing. **Journal of Surgical Research** 106(2): 299-302.
- Shi, H.P., D. Most, D.T. Efron, M.B Witte and A. Barbul. 2003. Supplemental L-arginine enhances wound healing in diabetic rats. **Wound Repair and Regeneration** 11(3): 198-203.
- Stechmiller, J.K., B. Childress and L. Cowan. 2005. Arginine supplementation and wound healing. **Nutrition in Clinical Practice** 20(1): 52-61.
- Thabet, H.S., N.K. Saleh, S.S. Thabet, M. Abdel-Aziz and N.K. Kalleney. 2008. Decreased basal non-insulin-stimulated glucose uptake by diaphragm in streptozotocin-induced diabetic mice infected with *Schistosoma mansoni*. **Parasitology Research** 103(3): 595-601.
- Yangthong, M. and N. Towatana. 2014. Total phenolic contents, DPPH radical-scavenging activities of six seaweeds from the southern coast of Thailand. **Journal of Fisheries Technology Research** 8(1): 93-104. [in Thai]
- Zhang, X., D.L. Chinkes and R.R. Wolfe. 2004. Leucine supplementation has an anabolic effect on proteins in rabbit skin wound and muscle. **The Journal of Nutrition** 134(12): 3313-3318.

ประสิทธิภาพของสารอัลลีโลพาธีจากหญ้าก้านจ้ำขาว (*Bidens pilosa* L.) ในการควบคุมวัชพืช Efficiency of Allelopathy from Hairy Beggarticks (*Bidens pilosa* L.) in Weed Control

เจนจิรา หม่องอัน* และกุลชา ชयरพ

Jenjira Mongon* and Kullacha Chayarop

หลักสูตรอารักขาพืช คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290

Program of Plant Protection, Faculty of Agricultural Production, Maejo University, Chiang Mai, Thailand 50290

*Corresponding author: jenjira_mg@mju.ac.th

Received: December 28, 2020

Revised: April 04, 2022

Accepted: May 31, 2022

Abstract

Hairy beggarticks (*Bidens pilosa* L.) is an invasive weed widely distributed in tropical and sub-tropical regions of the world. It causes losses in crop more than 40 countries and exhibits allelopathic effects on numerous crops. The objectives of this study were to determine application methods of allelopathy from *B. pilosa* on weed control and to estimate mechanisms of action of allelopathic chemicals. Allelopathic materials were prepared by collected fully expanded leaves of *B. pilosa* and oven dried at 45 °C for 72 hr, then were ground finely in an electric grinder. Soil and *B. pilosa* powder were mixed with the varying ratios of 10:0, 8:2, 6:4, 4:6 and 2:8 (w/w). Whilst seeds of *Cyperus iria*, *Echinochloa colona* and *Phaseolus lathyroides* were germinated in these soil ratio for 7 days. The results showed that seed germination of three weeds species was over 50% decreasing at the ratio of 8:2 and completely decreased at the ratio of 6:4. Then, the aqueous extract of *B. pilosa* were produced to test on three weeds species. The extracts were applied at the concentrations of 0, 12.5, 25, 50, and 100 mg/ml by seed soaking for 7 days. The results represented that seed germination of *C. iria*, *E. colona* and *P. lathyroides* was significantly decreased at the concentration of 25, 50, and 100 mg/ml, respectively. The same concentrations of extracts were used as foliar application to 7 d-old seedlings of tested weeds to investigate phytotoxic symptoms. Three days after foliar application, there were no severe injury in weed seedlings indicating low efficacy of the extracts on leaf cell penetration. Therefore, the allelopathy of *B. pilosa* could suppress seed germination by using powder and extract application, nevertheless it could not suppress seedling growth by using foliar application.

Keywords: *Bidens pilosa*, allelopathy, aqueous extract, weed control

บทคัดย่อ

หญ่ก้นจ้าขาว (*Bidens pilosa* L.) เป็นวัชพืช ร้ายแรงที่แพร่ระบาดไปทั้งเขตร้อนและเขตอบอุ่นทั่วโลก เป็นสาเหตุของการสูญเสียผลผลิตกว่า 40 ประเทศ และ สร้างผลกระทบทางอัลลีโลพาธีแก่พืชปลูกอีกหลายชนิด การศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบวิธีการใช้ สารอัลลีโลพาธีจากหญ่ก้นจ้าขาวต่อการควบคุมวัชพืช และประเมินกลไกการทำงานของสารอัลลีโลพาธี ดำเนินการเตรียมใบหญ่ก้นจ้าขาวเพื่อใช้ทดสอบโดย เลือกใบที่แผ่ขยายเต็มที่นำไปอบในตู้อบลมร้อนอุณหภูมิ 45°C. เป็นเวลา 72 ชั่วโมง จากนั้นจึงบดเป็นผงด้วยเครื่อง บดไฟฟ้า ผงหญ่ก้นจ้าขาวจะถูกนำไปคลุกดินในอัตรา ส่วนผสมที่แตกต่างกันของดินต่อผงหญ่ก้นจ้าขาว 10:0, 8:2, 6:4, 4:6 และ 2:8 (w/w) นำเมล็ดกกทราย (*Cyperus iria*) หญ่ก้นสีชมพู (*Echinochloa colona*) และถั่วฝัก (Phaseolus lathyroides) เพาะในดินอัตราดังกล่าว 7 วัน ผลการทดลองพบว่าอัตราส่วน 8:2 สามารถลดการงอก ของวัชพืชได้มากกว่า 50% และการงอกลดลงอย่างมี ประสิทธิภาพที่อัตราส่วน 6:4 เป็นต้นไป จากนั้นนำผง หญ่ก้นจ้าขาวสกัดด้วยน้ำเพื่อทดสอบกับวัชพืชทั้งสาม ชนิด โดยการแช่เมล็ดวัชพืชในสารสกัดอัตราความเข้มข้น 0, 12.5, 25, 50, และ 100 มก./มล. เป็นเวลา 7 วัน พบว่าที่ ความเข้มข้น 25, 50, และ 100 มก./มล. มีประสิทธิภาพสูงในการลดการงอกของกกทราย หญ่ก้น สีชมพู และถั่วฝัก ตามลำดับ จากนั้นนำสารสกัดความเข้มข้น เดียวกันฉีดพ่นต้นกล้าวัชพืชอายุ 7 วัน และสังเกตอาการ ความเสียหายของหญ่ก้นจ้าขาวจากสารสกัด หลังจากฉีดพ่น 3 วัน ไม่พบความเสียหายจากวัชพืชทดสอบแสดงว่า สารสกัดไม่สามารถซึมผ่านเข้าไปในใบวัชพืชได้ ดังนั้นสาร อัลลีโลพาธีจากหญ่ก้นจ้าขาวมีประสิทธิภาพในการยับยั้ง การงอกของวัชพืชได้โดยการใช้แบบผงและแบบสารสกัด อย่างไรก็ตามสารอัลลีโลพาธีนี้ไม่สามารถยับยั้งการ เจริญเติบโตของต้นกล้าวัชพืชได้โดยการฉีดพ่นทางใบ

คำสำคัญ: หญ่ก้นจ้าขาว อัลลีโลพาธี สารสกัดจากน้ำ การกำจัดวัชพืช

คำนำ

หญ่ก้นจ้าขาว (*Bidens pilosa* L.) เป็นวัชพืช วงศ์ Asteraceae ที่พบมากในภาคเหนือของประเทศไทย เป็นหนึ่งในวัชพืชร้ายแรงของโลกที่แพร่ระบาดอย่าง กว้างขวาง และเป็นสาเหตุของการสูญเสียผลผลิตทาง การเกษตรมากกว่า 40 ประเทศทั่วโลก นอกจากนี้ยังเป็น พืชอาหารในประเทศอุกันดา ออสเตรเลีย และหมู่เกาะ ฮาวาย และนำมาใช้ประโยชน์ทางยาในประเทศแถบ แอฟริกาใต้ (Khanh et al., 2009) เนื่องจากเป็นพืชที่ ผลิต สารทุ ตย ภูมิ ที่ หลากหลาย ทั้งในกลุ่ม Polyacetylenes, Phenolics และ Terpenoids ซึ่งแยก สารประกอบจากส่วนต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นดอก ใบ ลำต้น และรากออกมาได้ถึง 63 ชนิด โดยพบปริมาณสารมาก ที่สุดในใบและดอก สารสำคัญในหญ่ก้นจ้าขาวจึงถูก นำมาใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ รวมถึงด้านการเกษตร เนื่องจากมีคุณสมบัติในการเป็นอัลลีโลพาธีสูง (Khanh et al., 2009; Cheng and Cheng, 2015) มีรายงานพบว่ การใช้ส่วนเหนือดินของหญ่ก้นจ้าขาวปริมาณ 320 กก./ไร่ สามารถลดความหนาแน่นของวัชพืชในแปลงได้ถึง 84.9% ลดน้ำหนักแห้งของวัชพืชลง 81.8% และสามารถ ควบคุมวัชพืชโรทาล่าแดง (*Rotala indica*) ผักปราบนา (*Commelina diffusa*) และเทียนนา (*Jussiaea decurrens*) ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Khanh et al., 2009) และการ ใช้เศษซากของหญ่ก้นจ้าขาวอัตรา ≥ 0.1 กก./ตร.ม. สามารถลดการเจริญเติบโตของแห้วหมู (*Cyperus rotundus*) 54-61% และลดจำนวนหัวใต้ดิน 58-71% ที่ความหนาแน่นแห้วหมู 3 ต้น/กระถาง (ขนาด เส้นผ่าศูนย์กลาง 13.5 ซม.) แต่ประสิทธิภาพของหญ่ ก้นจ้าขาวลดลงเมื่อความหนาแน่นแห้วหมูเพิ่มขึ้นเป็น 6 และ 9 ต้น/กระถาง ตามลำดับ (Hsueh et al., 2020)

อัลลีโลพาตี (Allelopathy) หมายถึงปรากฏการณ์ทางชีวเคมีที่พืชชนิดหนึ่งสร้างผลกระทบที่ก่อให้เกิดความอันตรายหรือความเป็นประโยชน์ทั้งทางตรงและทางอ้อมต่ออีกพืชชนิดหนึ่งโดยผ่านทางสารเคมีที่ปลดปล่อยสู่สภาพแวดล้อมด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น การระเหยจากใบ การปลดปล่อยจากราก การถูกชะล้างจากน้ำฝน และการย่อยสลายของเศษซากพืช (Rice, 1984) ประสิทธิภาพของสารอัลลีโลพาตีนั้นขึ้นอยู่กับตำแหน่งการเข้าสู่ต้นพืช สารอัลลีโลพาตีที่เข้าทางดินสามารถเคลื่อนย้ายเข้าสู่ภายในต้นพืชผ่านทางรากและยอดใต้ดิน หรือถูกดูดซึมโดยเมล็ดเหง้าหรือหัวพืช ส่วนสารอัลลีโลพาตีบางชนิดเข้าสู่ต้นพืชทางปากใบผ่านเข้าไปสู่ต้นพืช จากนั้นสารจะเคลื่อนย้ายเข้าสู่ตำแหน่งที่เกิดปฏิกิริยาเพื่อก่อให้เกิดความเป็นพิษต่อพืชหรือส่งเสริมการเจริญเติบโตของต้นพืช ทั้งนี้สารอัลลีโลพาตีบางชนิดเคลื่อนย้ายภายในต้นพืชได้แต่บางชนิดเคลื่อนย้ายไม่ได้ ดังนั้นในการพิจารณาถึงความเป็นสารกำจัดวัชพืชชีวภาพ (Bioherbicide) จึงต้องพิจารณาถึงกลไกการทำงานของสารอัลลีโลพาตีด้วยว่ามีปฏิกิริยาต่อพืชอย่างไร เช่น ยับยั้งการสังเคราะห์แสงระบบ I หรือระบบ II โดยเฉพาะการขนส่งอิเล็กตรอนในระบบการสังเคราะห์แสง ขัดขวางกระบวนการหายใจและการสังเคราะห์ Adenosine triphosphate ขัดขวางการกำจัดอนุมูลอิสระ ยับยั้งการสังเคราะห์กรดอะมิโนและฮอร์โมนที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโต เช่น ออกซินและจิบเบอเรลลิน ยับยั้งกระบวนการ Tubulin polymerization และการสังเคราะห์ RNA polymerase เป็นต้น (Rice, 1984; Trezzi *et al.*, 2016)

การนำปรากฏการณ์อัลลีโลพาตีมาปรับใช้ทางการเกษตรนั้น มีวัตถุประสงค์เพื่อลดการใช้สารเคมีทางการเกษตรและลดผลกระทบของสารเคมีต่อสิ่งแวดล้อมเพื่อการทำเกษตรกรรมอย่างยั่งยืน ระบบผลิตพืชที่ผ่านมามีการใช้ปรากฏการณ์อัลลีโลพาตีในรูปแบบของการปลูกพืชหมุนเวียน การปลูกพืชแซม การปลูกพืชคลุมดิน และการใช้ปุ๋ยพืชสดเพื่อลดการแข่งขันของวัชพืชกับพืชปลูก (Cheng and Cheng, 2015) แม้ปัจจุบันได้มีการศึกษาถึงโครงสร้าง

ของสารอัลลีโลพาตีที่มีประสิทธิภาพและกลไกการทำงานที่เฉพาะเจาะจง สามารถพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ที่สะดวกต่อการนำไปใช้มากขึ้นแต่กลับมีราคาที่สูงเกินไปจนเกษตรกรบางกลุ่มหันมาเลือกใช้สารเคมีกำจัดวัชพืชที่มีราคาต่ำกว่า ดังนั้นการปรับวิธีการใช้สารอัลลีโลพาตีเพื่อกำจัดวัชพืชอย่างมีประสิทธิภาพ มีต้นทุนต่ำ และวิธีการไม่ซับซ้อนจึงอาจเป็นแนวทางการส่งเสริมให้เกษตรกรหันมาเลือกใช้วิธีการกำจัดวัชพืชที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมได้มากขึ้น การทดลองครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบวิธีการใช้สารอัลลีโลพาตีจากหญ้าก้านจ้ำขาวต่อการควบคุมวัชพืชและประเมินกลไกการทำงานเบื้องต้นของสารอัลลีโลพาตี

อุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมผงตัวอย่างและสารสกัด

เก็บและรวบรวมใบของหญ้าก้านจ้ำขาวจากพื้นที่ในมหาวิทยาลัยแม่โจ้ อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ คัดเลือกใบที่มีลักษณะสมบูรณ์ปราศจากร่องรอยการเข้าทำลายของโรคและแมลง นำมาล้างทำความสะอาดด้วยน้ำประปา 2 ครั้ง และน้ำกรอง 1 ครั้ง จากนั้นนำไปอบให้แห้งในตู้อบลมร้อนด้วยอุณหภูมิ 45°ซ. เป็นเวลา 72 ชั่วโมง ใบแห้งจะถูกนำไปบดละเอียดจนเป็นผงด้วยเครื่องบดละเอียดไฟฟ้าจะได้ผงแห้งสำหรับการทดลอง ผงแห้งอีกส่วนหนึ่งจะถูกนำไปสกัดด้วยน้ำกลั่น โดยนำผงแห้งแช่ในน้ำกลั่นสัดส่วน 10:100 (w/v) โดยเขย่าให้เป็นเนื้อเดียวกัน ปิดฝาให้สนิท เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 14°ซ. เป็นเวลา 72 ชั่วโมง จากนั้นนำมากรองด้วยผ้าขาวบางและกระดาษกรอง (Whatman No.1) จะได้สารสกัดที่มีความเข้มข้น 100 มก./มล. (Poonpaiboonpipat, 2017)

ศึกษาประสิทธิภาพของหญ้าก้านจ้ำขาว

ทดสอบศักยภาพของหญ้าก้านจ้ำขาวในรูปแบบของสารสกัดและผงแห้งต่อประสิทธิภาพการควบคุมการเจริญเติบโตของวัชพืช 3 ชนิด คือ กกทราย (*Cyperus iria*) หญ้านกสีชมพู (*Echinochloa colona*) และถั่วผี

(*Phaseolus lathyroides*) ทำการทดลอง ณ สาขาวิชา
อารักขาพืช คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้

การทดลองที่ 1 การทดสอบผงแห้งกับเมล็ดวัชพืช

นำเมล็ดวัชพืชทดสอบเพาะในกระถางพลาสติก
ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 ซม. สูง 8 ซม. ที่บรรจุวัสดุ
ปลูกที่มีส่วนผสมของดินต่อผงแห้งก้านจำข้าวสาคั่วส่วน
10:0, 8:2, 6:4, 4:6 และ 2:8 (w/w) อัตรา 50 เมล็ด/
กระถาง สำหรับกกทรายและหญ้านกสีชมพู และ 20
เมล็ด/กระถาง สำหรับถั่วฝัก จำนวน 5 ซ้ำ/การทดลอง วาง
กระถางในโรงเรือนหลังคาพลาสติกใส รดน้ำให้วัสดุปลูก
ชุ่มชื้นเป็นเวลา 7 วัน จึงบันทึกอัตราการงอกของเมล็ด
วัชพืช คำนวณเปอร์เซ็นต์การงอกและเปอร์เซ็นต์การ
ยับยั้ง (Khan *et al.*, 2017; Piyatida and Kato-Noguchi,
2010) ดังนี้

$$\%Germination = \left(\frac{\text{Germinated seeds}}{\text{Total seed}} \right) \times 100$$

$$\%Inhibition = 1 - \left(\frac{\%Germination \text{ of treatment}}{\%Germination \text{ of control}} \right) \times 100$$

การทดลองที่ 2 การทดสอบสารสกัดกับเมล็ดวัชพืช

นำเมล็ดวัชพืชล้างด้วยน้ำประปา 2 ครั้ง น้ำ
กรอง 1 ครั้ง ซับเมล็ดให้แห้งด้วยกระดาษทิชชูแล้วนำไป
แช่ในสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ ความเข้มข้น 0.1%
เป็นเวลา 30 วินาที ล้างด้วยน้ำกรอง 2 ครั้ง ซับเมล็ด
ให้แห้งแล้วจึงนำไปวางบนจานเพาะขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง
9 ซม. ที่รองด้วยกระดาษเพาะ จำนวน 50 เมล็ด/จาน
สำหรับกกทรายและหญ้านกสีชมพู และ 20 เมล็ด/จาน
สำหรับถั่วฝัก จำนวน 5 ซ้ำ/การทดลอง แต่ละจานเพาะ
เติมสารสกัดปริมาตร 10 มล. ของความเข้มข้น 0, 12.5,
25, 50 และ 100 มก./มล. ตามลำดับ จานเพาะทั้งหมด
จะถูกนำมาวางในตู้บ่มอุณหภูมิ 28°C. ภายใต้แสงจาก
หลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด Cool White Fluorescent

ความเข้มแสง 22,200 ลักซ์ 13 ชั่วโมง/วัน เป็นเวลา 7 วัน
จากนั้นบันทึกความยาวราก ความสูงต้น คำนวณ
เปอร์เซ็นต์การงอกและเปอร์เซ็นต์การยับยั้งเช่นเดียวกับ
การทดลองที่ 1 และคำนวณดัชนีความแข็งแรงของ
ต้นกล้า (Zhao *et al.*, 2016) ดังนี้

$$\text{Vigorous index} = \text{Germination} \times (\text{Shoot length} + \text{Root length})$$

การทดลองที่ 3 การทดสอบสารสกัดกับต้นกล้าวัชพืช

นำต้นกล้าของกกทราย หญ้านกสีชมพู และถั่วฝัก
ที่มีอายุ 7 วันหลังงอก ย้ายปลูกในกระถางพลาสติกขนาด
เส้นผ่าศูนย์กลาง 10 ซม. สูง 8 ซม. จำนวน 5 ต้น/กระถาง
จำนวน 5 ซ้ำ วางกระถางในโรงเรือนหลังคาพลาสติกใส
และเพาะเลี้ยงให้เจริญเติบโตต่อไปอีก 7 วัน จากนั้น
ฉีดพ่นต้นกล้าวัชพืชด้วยสารสกัดความเข้มข้น 0, 12.5,
25, 50 และ 100 มก./มล. ปริมาตรกระถางละ 10 มล.
หลังจากฉีดพ่นเป็นเวลา 3 วัน ประเมินความเป็นพิษต่อ
วัชพืชด้วยวิธีมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale)
จำนวน 4 ระดับ คือ 1 = ระดับต่ำ (Poor) มีอาการเหี่ยว
หรือไหม้ไม่น้อยกว่า 60%, 2 = ระดับยับยั้ง (Suppression)
มีอาการเหี่ยวหรือไหม้ 60-79%, 3 คือ ระดับดี (Good) มี
อาการเหี่ยวหรือไหม้ 80-90% และ 4 คือ ระดับดีมาก
(Very good) มีอาการเหี่ยวหรือไหม้ 91-100%
(Canadian Weed Science Society, 2018)

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วางแผนการทดลองแบบ Completely
Randomized Design (CRD) ข้อมูลจากการทดลองที่ 1
และ 2 จะถูกนำมาวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (Analysis
of Variance: ANOVA) และเปรียบเทียบค่าความแตกต่าง
ทางสถิติด้วยวิธี Least Significant Difference (LSD)
ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปที่ระดับนัยสำคัญ 95% และการ
ทดลองที่ 3 วิเคราะห์ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ของระดับความเป็นพิษต่อวัชพืช

ผลการวิจัย

การคลุกดินกับผงกล้วยากันจ้ำขาวในอัตราส่วนต่าง ๆ โดยน้ำหนัก ส่งผลให้วัชพืชทั้ง 3 ชนิดมีเปอร์เซ็นต์การงอกที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $P < 0.05$ โดยพบว่าที่อัตราส่วน 8:2 กกทราย กล้วยากันจ้ำ และถั่วฝัก มีเปอร์เซ็นต์การงอกลดลงอย่างมากเมื่อเปรียบเทียบกับอัตราส่วน 10:0 หรือคิดเป็นเปอร์เซ็นต์การยับยั้ง 77.2, 96.5 และ 45.7% ตามลำดับ (Table 1) ในอัตราส่วน 6:4 พบว่ากกทราย กล้วยากันจ้ำ และถั่วฝัก มีเปอร์เซ็นต์การงอกต่ำมากเพียง 0.4, 0.5 และ 5.3% ตามลำดับ แสดงถึงประสิทธิภาพในการยับยั้งการงอกของเมล็ดวัชพืชทั้ง 3 ชนิดได้เป็นอย่างดีเพราะมีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งถึง 99.3, 99.5 และ 94.4% ตามลำดับ ขณะที่อัตราส่วน 4:6 และ 2:8 สามารถยับยั้งการงอกของวัชพืชทั้ง 3 ชนิดได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Table 1)

สารสกัดจากใบกล้วยากันจ้ำขาวที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ส่งผลต่อการงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้าวัชพืชอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $P < 0.05$ ด้านการงอกพบว่ากกทรายมีความอ่อนแอต่อสารสกัดมากกว่ากล้วยากันจ้ำและถั่วฝัก โดยที่ความเข้มข้น 25 มก./มล. เป็นต้นไป เมล็ดของกกทรายมีความงอก 0% ซึ่งหมายถึงสามารถยับยั้งการงอกได้ 100% ขณะที่กล้วยากันจ้ำและถั่วฝักนั้นพบว่าการตอบสนองตรงกันข้ามกับกกทราย โดยที่ระดับความเข้มข้นต่ำคือ 12.5 มก./มล. มีผลกระตุ้นการงอกของวัชพืชทั้ง 2 ชนิดเล็กน้อย แต่สามารถยับยั้งการงอกของกล้วยากันจ้ำที่ความเข้มข้น ≥ 50 มก./มล. และยับยั้งการงอกของถั่วฝักที่ความเข้มข้น ≥ 100 มก./มล. (Table 2) สำหรับการเจริญเติบโตของต้นกล้าวัชพืชพบว่าความยาวของต้นและรากของกกทรายเป็นผล

ให้มีดัชนีความแข็งแรงของต้นกล้าที่ความเข้มข้น 12.5 มก./มล. ต่ำกว่าความเข้มข้น 0 มก./มล. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กล้วยากันจ้ำมีการเจริญเติบโตลดลงตามความเข้มข้นสารสกัดที่เพิ่มขึ้น โดยมีความยาวต้นลดลงที่ความเข้มข้น 25 มก./มล. และความยาวรากลดลงที่ความเข้มข้น 12.5 มก./มล. เป็นต้นไป ส่งผลให้ดัชนีความแข็งแรงของต้นกล้าที่ความเข้มข้น 12.5 และ 25 มก./มล. ต่ำกว่าที่ความเข้มข้น 0 มก./มล. ประมาณ 0.5 และ 6.3 เท่า ตามลำดับ ถั่วฝักอ่อนข้างมีความต้านทานต่อสารสกัด โดยมีความยาวต้นไม่แตกต่างกัน ยกเว้นที่ความเข้มข้น 100 มก./มล. ที่มีความยาวต้นลดลง และมีความยาวรากไม่แตกต่างกันจึงทำให้มีดัชนีความแข็งแรงของต้นกล้าไม่แตกต่างกันที่ระดับความเข้มข้น 0-50 มก./มล. และต่ำที่สุดที่ความเข้มข้น 100 มก./มล. (Table 2)

เมื่อทำการฉีดพ่นสารสกัดจากใบกล้วยากันจ้ำขาวกับต้นกล้าวัชพืชที่มีอายุ 7 วัน และประเมินอาการของต้นกล้า เช่น ใบเหี่ยว ใบเหลือง หรือใบจุดสีน้ำตาล หลังจากฉีดพ่นเป็นเวลา 3 วัน พบว่ากกทรายมีอาการของต้นกล้าที่ทุกความเข้มข้นอยู่ในระดับ 1.00-1.75 ซึ่งหมายถึง สารสกัดดังกล่าวมีประสิทธิภาพในการเข้าทำลายระดับต่ำ ขณะที่กล้วยากันจ้ำและถั่วฝักมีการตอบสนองต่อการฉีดพ่นสารสกัดคล้ายคลึงกัน ที่ความเข้มข้น 0-50 มก./มล. มีอาการของต้นกล้าอยู่ในระดับ 1.00-1.75 ซึ่งหมายถึง สารสกัดดังกล่าวมีประสิทธิภาพในการเข้าทำลายระดับต่ำ แต่ที่ความเข้มข้น 100 มก./มล. มีอาการของต้นกล้าอยู่ในระดับ 1.76-2.05 ซึ่งหมายถึงสารสกัดมีประสิทธิภาพในระดับยับยั้ง อย่างไรก็ตามผลการทดลองนี้พบว่าสารสกัดจากใบกล้วยากันจ้ำขาวไม่สามารถควบคุมการเจริญเติบโตของต้นกล้าวัชพืชได้ และยังสร้างความเสียหายแก่ต้นกล้าวัชพืชได้ในระดับต่ำ (Table 3)

Table 1 Effect of soil and *Bidens pilosa* powder ratio on seed germination of three weed species after sowing the seeds for 7 days

Weed species	Germination (%)					F-test	C.V. (%)
	Soil : <i>Bidens pilosa</i> powder ratio (w/w)						
	10:0	8:2	6:4	4:6	2:8		
<i>Cyperus iria</i>	55.3±6.4 ^b	12.6±6.8 ^{ab}	0.4±0.1 ^a	0.0±0.0 ^a	0.0±0.0 ^a	*	8.7
<i>Echinochloa colona</i>	94.7±14.7 ^b	3.3±0.9 ^a	0.5±0.1 ^a	0.0±0.0 ^a	0.0±0.0 ^a	*	14.5
<i>Phaseolus lathyroides</i>	95.2±12.2 ^c	51.7±3.3 ^b	5.3±1.0 ^a	0.7±0.2 ^a	0.0±0.0 ^a	*	16.6
Weed species	Inhibition (%)					F-test	C.V. (%)
<i>Cyperus iria</i>	-	77.2±6.8 ^a	99.3±0.1 ^b	100.0±0.0 ^b	100.0±0.0 ^b	*	9.2
<i>Echinochloa colona</i>	-	96.5±0.9 ^a	99.5±0.1 ^b	100.0±0.0 ^b	100.0±0.0 ^b	*	8.5
<i>Phaseolus lathyroides</i>	-	45.7±3.3 ^a	94.4±1.0 ^{bc}	99.3±0.2 ^c	100.0±0.0 ^c	*	12.6

ns=not significantly different; *=significantly different at $P<0.05$; mean±S.D. followed by the same letter of the same row do not significantly different at $P<0.05$.

Table 2 Effect of *Bidens pilosa* aqueous extract with varying concentrations on growth parameters of three weed species after soaking the seeds for 7 days

Extract concentration (mg/ml)	Growth parameters				
	Germination (%)	Inhibition (%)	Shoot length (cm)	Root length (cm)	Seedling vigor Index
<i>Cyperus iria</i>					
0	77.5±12.6 ^b	-	2.2±0.6 ^b	3.9±1.3 ^b	457.8±120.4 ^c
12.5	35.0±10.0 ^b	54.8±17.2 ^a	1.2±0.5 ^b	1.3±0.2 ^b	92.5±41.8 ^b
25	0.0±0.0 ^a	100.0±0.0 ^b	0.0±0.0 ^a	0.0±0.0 ^a	0.0±0.0 ^a
50	0.0±0.0 ^a	100.0±0.0 ^b	0.0±0.0 ^a	0.0±0.0 ^a	0.0±0.0 ^a
100	0.0±0.0 ^a	100.0±0.0 ^b	0.0±0.0 ^a	0.0±0.0 ^a	0.0±0.0 ^a
F-test	*	*	*	*	*
CV (%)	9.4	10.0	2.6	7.8	28.5

Table 2 (Continued)

Extract concentration (mg/ml)	Growth parameters				
	Germination (%)	Inhibition (%)	Shoot length (cm)	Root length (cm)	Seedling vigor Index
<i>Echinochloa colona</i>					
0	92.5±9.6 ^b	-	9.6±1.2 ^c	11.7±2.1 ^c	1970.9±388.7 ^d
12.5	99.0±0.1 ^b	-8.1±11.9 ^a	9.1±4.2 ^c	3.9±0.4 ^b	1303.8±454.0 ^c
25	86.0±11.0 ^b	7.0±22.2 ^a	2.4±0.6 ^b	0.7±0.2 ^a	269.0±86.7 ^b
50	0.0±0.0 ^a	100.0±0.0 ^b	0.0±0.0 ^a	0.0±0.0 ^a	0.0±0.0 ^a
100	0.0±0.0 ^a	100.0±0.0 ^b	0.0±0.0 ^a	0.0±0.0 ^a	0.0±0.0 ^a
F-test	*	*	*	*	*
CV (%)	12.6	20.1	11.3	14.1	32.3
<i>Phaseolus lathyroides</i>					
0	93.8±2.5 ^b	-	3.2±0.3 ^b	0.9±0.1	377.5±40.7 ^b
12.5	95.0±4.1 ^b	-1.3±2.6 ^a	3.9±0.6 ^b	1.0±0.4	466.5±64.7 ^b
25	88.8±10.3 ^b	5.3±13.1 ^a	3.8±0.3 ^b	0.9±0.3	415.6±46.7 ^b
50	81.3±4.8 ^b	13.3±5.2 ^a	3.7±0.5 ^b	0.7±0.2	358.8±66.3 ^b
100	21.3±4.8 ^a	77.4±4.7 ^b	0.4±0.1 ^a	0.1±0.0	10.0±3.5 ^a
F-test	*	*	*	ns	*
CV (%)	19.3	22.7	13.2	14.5	12.4

ns= not significantly different; * = significantly different at $P < 0.05$; mean±S.D. followed by the same letter of the same column do not significantly different at $P < 0.05$.

Table 3 Effect of *Bidens pilosa* aqueous extract with different concentrations on phytotoxic efficacy of weed seedlings after spraying for 3 days

Extract concentration (mg/ml)	<i>Cyperus iria</i>		<i>Echinochloa colona</i>		<i>Phaseolus lathyroides</i>	
	Symptom level	Meaning	Symptom level	Meaning	Symptom level	Meaning
0	1.00±0.00 ¹	Poor ²	1.00±0.00	Poor	1.00±0.00	Poor
12.5	1.00±0.00	Poor	1.00±0.00	Poor	1.00±0.00	Poor
25	1.08±0.28	Poor	1.16±0.37	Poor	1.12±0.33	Poor
50	1.12±0.33	Poor	1.68±0.48	Poor	1.36±0.49	Poor
100	1.48±0.51	Poor	2.12±0.33	Suppression	2.08±0.40	Suppression

¹mean±S.D.; ²Meaning of symptom level: 1.00-1.75 = poor; 1.76-2.50 = suppression; 2.51-3.25 = good; 3.26-4.00 = very good

วิจารณ์ผลการวิจัย

หญ้าก้านจ้ำขาว (*Bidens pilosa*) เป็นวัชพืชที่สังเคราะห์สารทุติยภูมิ (Secondary metabolites) ได้หลายชนิด เช่น Phenolics, Saponins, Flavonoids, Flavones glycosides, Polyacetylenes, Terpenes Chalcone glucosides, Phenylpropanoid glucosides และ Terpenoids โดยเฉพาะอย่างยิ่ง Phenylheptatriene และอนุพันธ์ของสารดังกล่าวนี้พบในปริมาณที่สูงและมีบทบาทสำคัญในกิจกรรมการเกิดอัลลีโลพาธี (Khanh *et al.*, 2009) มีการทดลองใช้ส่วนเหนือดินแห้งของหญ้าก้านจ้ำขาวในพื้นที่นาอัตราร้อยละ 2 ต้น/ไร่ พบว่าสามารถกำจัดวัชพืชได้กว่า 80% และสามารถเพิ่มผลผลิตข้าว 20% (Khanh *et al.*, 2009; Lim *et al.*, 2019) และมีการใช้สาบเสือ (*Chromolaena odoratum*) ต้นสดคลุกกับดินนาในกระถางทดลองที่อัตรา 1.6, 3.2, 4.8 และ 6.4 ต้น/ไร่ พบว่าสามารถลดจำนวนวัชพืชได้ 77.5, 81.9, 85.7 และ 87.2% ตามลำดับ (Wattanachaiyingchareon *et al.*, 2016) สอดคล้องกับผลการทดลองที่พบว่าการคลุกดินด้วยผงหญ้าก้านจ้ำขาวที่อัตรา 8:2, 6:4, 4:6 และ 2:8 โดยน้ำหนัก หรือคิดเป็น 0.4, 0.8, 1.2 และ 1.6 ต้น/ไร่ โดยประมาณ สามารถยับยั้งการงอกของเมล็ดกทราญหญ้าก้านจ้ำขาว และถั่วฝัก ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่ปริมาณ 0.8 ต้น/ไร่ เป็นต้นไป (Table 1) แสดงให้เห็นว่าการใช้หญ้าก้านจ้ำขาวในรูปของมวลชีวภาพสามารถควบคุมการงอกของวัชพืชในดินได้โดยการจัดการให้พืชดังกล่าวปลดปล่อยสารสำคัญออกมาจากกลไกการย่อยสลายของพืชซึ่งเป็นกระบวนการหนึ่งของการปรากฏการณ์อัลลีโลพาธี (Jabran *et al.*, 2015)

การสกัดสารอัลลีโลพาธีจากพืชโดยใช้ตัวทำละลายประเภทต่าง ๆ เป็นวิธีการนำสารสำคัญออกมาใช้ในรูปแบบที่สะดวกและหลากหลายมากขึ้น การใช้สารสกัดจากหญ้าก้านจ้ำขาวโดยมีน้ำเป็นตัวทำละลาย (Aqueous extract) เพื่อทดสอบประสิทธิภาพการควบคุมวัชพืช 3 ชนิด พบว่ามีการตอบสนองต่อการงอกและการ

เจริญเติบโตอย่างแตกต่างกัน โดยกทราญและหญ้านกสีชมพูถูกยับยั้งกระบวนการงอกตั้งแต่ความเข้มข้นระดับต่ำ คือ 12.5-25 มก./มล. ซึ่งแตกต่างจากถั่วฝักที่เปอร์เซ็นต์การงอกไม่ลดลงจนกระทั่งที่ความเข้มข้น 100 มก./มล. (Table 2) แสดงว่าประสิทธิภาพการยับยั้งการงอกของสารสกัดขึ้นอยู่กับขนาดของเมล็ดวัชพืชด้วย การมีเมล็ดขนาดใหญ่ทำให้ทนทานต่อสารสกัดมากขึ้นเมื่อใช้ในความเข้มข้นเท่ากัน ความสัมพันธ์ดังกล่าวยังถูกพบในหญ้าข้าวนกที่ทนทานกว่าฝักโคม (Poonpaiboonpipat, 2017) หรือถั่วฝักที่ทนทานกว่าหญ้านก (Laosinwattana *et al.*, 2009) เป็นต้น

การทำงานของสารอัลลีโลพาธีประกอบด้วยหลายกลไกขึ้นอยู่กับชนิดของสารอัลลีโลพาธีและการตอบสนองพืช เช่น การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของเซลล์ (กระตุ้นให้เซลล์ทำงานผิดปกติ เพิ่มจำนวนแควิวโอล หรือทำให้รากสั้นลง) การยับยั้งการแบ่งเซลล์และการยืดขยายเซลล์ (ขัดขวางการสังเคราะห์ DNA หรือขัดขวางกระบวนการ Mitosis) การเพิ่มประสิทธิภาพการผ่านเข้าผนังเซลล์ (ก่อให้เกิดความเสียหายภายในเซลล์พืช) และการขัดขวางการสังเคราะห์แสงของพืช เป็นต้น (Cheng and Cheng, 2015) เมื่อเปรียบเทียบกลไกการทำงานของสารสกัดจากหญ้าก้านจ้ำขาว พบว่ามีลักษณะของการยับยั้งการงอกหรือขัดขวางการเจริญเติบโตของปลายยอดปลายรากมากกว่าการดูดซึมเข้าทำลายภายในเซลล์พืช เนื่องจากวิธีการฉีดพ่นด้วยสารสกัดความเข้มข้นเดียวกันนั้นสร้างความเสียหายแก่ต้นกล้าวัชพืชน้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการแช่เมล็ด (Table 2 และ 3) ประสิทธิภาพในการยับยั้งการงอกของหญ้าก้านจ้ำขาวไม่เพียงแต่พบในวัชพืชเท่านั้น แต่ยังสามารถยับยั้งการงอกของถั่วเหลือง ถั่วเขียว ข้าว ข้าวโพด ข้าวฟ่าง ถั่วลิสง แตงกวา และฝักกาด ได้อีกด้วย (Khanh *et al.*, 2009) แสดงว่าหญ้าก้านจ้ำขาวมีศักยภาพในการยับยั้งการงอกสูงและไม่เลือกทำลาย ดังนั้นการนำไปใช้เพื่อควบคุมวัชพืชจึงเหมาะสมกับช่วงเตรียมแปลงปลูกพืชมากกว่าหลังปลูกพืช

สรุปผลการวิจัย

การใช้อัลลีโลพาธีจากหญ้าก้านจาวแบบผงแห้งที่อัตรา 6:4 (w/w) หรือปริมาณ 0.8 ตัน/ไร่ และแบบสารสกัดด้วยน้ำความเข้มข้น 25-50 มก./มล. สามารถควบคุมการงอกของกกทรายและหญ้าก้านจาวที่มีเมล็ดขนาดเล็กได้ดีมาก แต่จะมีประสิทธิภาพลดลงในหญ้าที่มีเมล็ดขนาดใหญ่ทำให้ต้องใช้ผงแห้งในอัตราที่สูงหรือใช้สารสกัดที่มีความเข้มข้นสูงขึ้นไปถึง 100 มก./มล. และการฉีดพ่นสารสกัดไม่สามารถสร้างความเสียหายแก่ต้นกล้าวัชพืชได้อย่างมีประสิทธิภาพ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2562 รหัสโครงการวิจัย มจ.3-62-015

เอกสารอ้างอิง

Canadian Weed Science Society. 2018. **CWSS-SCM rating scale: description of 0-100 rating scale for herbicide efficacy and crop phytotoxicity.** [Online]. Available <https://weedsociety.ca/cwss-visual-ratings-scale/> (June 10, 2020).

Cheng, F. and Z. Cheng. 2015. Research progress on the use of plant allelopathy in agriculture and the physiological and ecological mechanisms of allelopathy. **Frontiers in Plant Science** 6: 1020.

Hsueh, M.T., C. Fan and W.L. Chang. 2020.

Allelopathic effects of *Bidens Pilosa* L. var. *radiata* Sch. Bip. on the tuber sprouting and seedling growth of *Cyperus rotundus* L. **Plans** 9: 742. doi:10.3390/plants9060742.

Jabran, K., G. Mahajan, V. Sardana and B.S. Chauhan. 2015. Allelopathy for weed control in agricultural systems. **Crop Protection** 72: 57-65.

Khan, A.U., F. Ullah, S. Mehmood, M. Irshad and F.U. Khan. 2017. Allelopathic effects of *Jatropha curcas* L. leaf aqueous extract on early seedling growth of *Parthenium hysterophorus* L. **Pakistan Journal of Agricultural Research** 30: 1.

Khanh, T.D., L.C. Cong, T.D. Xuan, Y. Uezato, F. Deba, T. Toyama and S. Tawata. 2009. Allelopathic plants: 20 hairy beggarticks (*Bidens pilosa* L.). **Allelopathy Journal** 24(2): 243-254.

Laosinwattana, C., T. Poonpaiboonpipat, M. Teerarak, W. Phuwiwat, T. Mongkolaussavaratana and P. Charoenying. 2009. Allelopathic potential of Chinese rice flower (*Aglaia odorata* Lour.) as organic herbicide. **Allelopathy Journal** 24(1): 45-54.

Lim, C.J., C.K. Lim and G.C.L. Ee. 2019. Allelopathic invasive plants as phytoinhibitor biosource material in weed control: a review. **Agriculture and Natural Resources** 53: 439-448.

- Piyatida, P. and H. Kato-Noguchi. 2010. Screening of allelopathic activity of eleven Thai medicinal plants on seedling growth of five test plant species. **Asian Journal of Plant Sciences** 9(8): 486-491.
- Poonpaiboonpipat, T. 2017. Allelopathic effect of *Barleria lupulina* Lindl. on germination and seedling growth of pigweed and barnyardgrass. **Naresuan University Journal: Science and Technology** 25(4): 44-50.
- Rice, E.L. 1984. **Allelopathy**. 2nd Edition. New York: Academic Press. 422 p.
- Trezzi, M.M., R.A. Vidal, A.A. Balbinot Junior, H.H. Bittencourt and A.P. Siva Souza Fiho. 2016. Allelopathy: driving mechanisms governing its activity in agriculture. **Journal of Plant Interactions** 11(1): 53-60.
- Wattanachaiyingchareon, D., T. Poonpaiboonpipattana and K. Boonthaworn. 2016. Effect of *Chromolaena odoratum* aqueous extract on bioassay plant and its soil incorporation for weed suppression in paddy field. **Thai Agricultural Research Journal** 34(3): 244-252. [in Thai]
- Zhao, X., J.C. Joo, D. Kim, J.K. Lee and J.Y. Kim. 2016. Estimation of the seedling vigor of sunflowers treated with various heavy metals. **Journal of Bioremediation and Biodegradation** 7: 353.

สภาวะที่เหมาะสมต่อการผลิตแคโรทีนอยด์โดย *Rhodotorula rubra* MJU11
ร่วมกับเชื้อ *Lactobacillus acidophilus* KK-03 ในปลาป่น
Optimal Conditions for Carotenoids Production by *Rhodotorula rubra* MJU11
in Combination with *Lactobacillus acidophilus* KK-03 in Fish Meal

ณัฐพร จันทร์ฉาย* เยาวพา พุกการะเวก และณัฐรี นาระกันทา

Nuttaporn Chanchay*, Yaowapha Pukkarawake and Nutnaree Naragunta

สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ แพร่ 54140

Department of Biotechnology, Maejo University Phrae Campus, Phrae, Thailand 54140

*Corresponding author: nuttapornchanchay@gmail.com

Received: January 18, 2021

Revised: February 23, 2022

Accepted: April 18, 2022

Abstract

This study aims to determine the optimum conditions for the production of carotenoids from *Rhodotorula rubra* MJU11 after fermentation of fish meal in combination with *Lactobacillus acidophilus* KK-03 to eliminate contaminated microorganisms in fish meal. The conditions examined were optimal timing, humidity, carbon source, and nitrogen source for *R. rubra* MJU11 growth. The result showed that at 48 hours, *R. rubra* MJU11 had the highest growth with 2.3198 grams dry cell weight and carotenoids content was 14.8987 $\mu\text{g/g}$ dry weight. Optimal moisture content was 40 percent and found that fish meal already contained sufficient nutrients for the yeast, thus eliminating the need for additional carbon and nitrogen sources. It was also found that fermentation of fish meal by using *L. acidophilus* KK-03 reduced the microbial contamination in fish meal. From the research results, it can be developed into animal feed formulas to add value to animal feed products at the feed industry level further.

Keywords: carotenoid, *Rhodotorula rubra* MJU11, *Lactobacillus acidophilus* KK-03, probiotic, fish meal

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมต่อการผลิตแคโรทีนอยด์จากเชื้อ *Rhodotorula rubra* MJU11 หลังจากการหมักปลาป่นร่วมกับเชื้อ *Lactobacillus acidophilus* KK-03 เพื่อทำลายจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในปลาป่น โดยสภาวะที่ได้ทำการศึกษาได้แก่ระยะเวลาที่เหมาะสมกับการเจริญของเชื้อ *R. rubra*

MJU11 ความชื้น แหล่งคาร์บอน และแหล่งไนโตรเจน พบว่าชั่วโมงที่ 48 เชื้อ *R. rubra* MJU11 มีการเจริญเติบโตสูงสุด โดยมีน้ำหนักเซลล์แห้งเท่ากับ 2.3198 กรัม และมีปริมาณแคโรทีนอยด์เท่ากับ 14.8987 ไมโครกรัมต่อกรัม น้ำหนักแห้ง ซึ่งมีปริมาณความชื้นที่เหมาะสมเท่ากับ 40 เปอร์เซ็นต์ และพบว่าในปลาป่นมีสารอาหารที่เพียงพอสำหรับยีสต์อยู่แล้วจึงไม่จำเป็นต้องเติมแหล่งคาร์บอนและแหล่งไนโตรเจนเพิ่มเติม นอกจากนี้ยังพบว่าการหมักปลา

ปนโดยใช้เชื้อ *L. acidophilus* KK-03 สามารถลดปริมาณ จุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในปลาปนได้ และทำให้เชื้อ *R. rubra* MJU11 ผลิต แครอทินอยด์ได้ในปริมาณสูง จากผลการวิจัย ที่ได้สามารถนำไปพัฒนาเป็นสูตรอาหารสัตว์เพื่อเพิ่มมูลค่า ให้ผลิตภัณฑ์อาหารสัตว์ในระดับอุตสาหกรรมอาหารสัตว์ ต่อไปได้

คำสำคัญ: แครอทินอยด์, *Rhodotorula rubra* MJU11
Lactobacillus acidophilus KK-03
โปรไบโอติก ปลาปน

คำนำ

อุตสาหกรรมการเลี้ยงสัตว์ในปัจจุบันนี้มีระบบ ป้องกันรักษาสุขภาพของสัตว์ที่ดี มีการใช้ยาปฏิชีวนะและ สารเคมีที่เติมลงในอาหารสัตว์ เพื่อให้สัตว์สามารถให้ ผลผลิตที่มีประสิทธิภาพสูง แต่ผลของการใช้ยาและสารเคมี นี้ทำให้เกิดปัญหาสารตกค้างในเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์จาก สัตว์ จึงมีการใช้สารเสริมชีวณะ (Probiotics) และอาหาร เสริมชีวณะ (Prebiotics) มาทดแทน เนื่องจากมีความ ปลอดภัยในการใช้สูง (Lakkhun *et al.*, 2013) นอกจากนี้ สารเสริมชีวณะยังมีความสามารถในการยับยั้งเชื้อก่อโรค และเพิ่มภูมิคุ้มกันอีกด้วย อย่างไรก็ตามเมื่อกล่าวถึง อาหารสัตว์ที่ผลิตในระดับอุตสาหกรรมมีความแตกต่างกัน ไปตามวัตถุประสงค์การใช้และประเภทของสัตว์ ซึ่งวัตถุดิบ เกษตรที่สำคัญสำหรับอุตสาหกรรมอาหารสัตว์ ได้แก่ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ กากถั่วเหลือง ปลาปน กระดุกปน มันสำปะหลังอัดเม็ด โดยถ้าหากเก็บวัตถุดิบเหล่านี้ไว้นาน จะเกิดการย่อยสลายและเกิดเชื้อรา แบคทีเรีย ซึ่งส่งผล ต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์อันจะนำไปสู่ผลกระทบต่อสัตว์ ที่บริโภคอาหารสัตว์ได้ในอุตสาหกรรมอาหารสัตว์จึงมักมี การฆ่าเชื้อวัตถุดิบเหล่านี้ก่อนด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น กระบวนการให้ความร้อน ซึ่งการฆ่าเชื้อที่ปนเปื้อนแบบนี้มี ความยุ่งยาก และอาจมีค่าใช้จ่ายสูง ด้วยเหตุนี้จึงมีความ

จำเป็นในการพัฒนาวิธีการฆ่าเชื้อวัตถุดิบด้วยวิธีที่ง่ายและ ประหยัดมากขึ้น โดยการหมักวัตถุดิบร่วมกับสารเสริม ชีวณะในสภาวะกรดเพื่อกำจัดจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนหลังการ จัดเตรียมวัตถุดิบ และเพิ่มสารสีให้กับอาหารสัตว์เพื่อเพิ่ม คุณภาพของเนื้อสัตว์และไข่ไก่ โดยเน้นไปที่สารสีกลุ่ม แครอทินอยด์ เพื่อลดการนำเข้าแครอทินอยด์สังเคราะห์ จากต่างประเทศซึ่งมีมูลค่าสูง (Simova *et al.*, 2003; Chanchay, 2016) แครอทินอยด์ที่ได้จากธรรมชาติจึงมี ความสำคัญ โดยเฉพาะแครอทินอยด์ที่ผลิตได้จากจุลินทรีย์ เพื่อนำไปสู่การแก้ไขปัญหาและประยุกต์ใช้จริงในระดับ อุตสาหกรรมสัตว์ในอนาคต

ในการผลิตแครอทินอยด์ทางเทคโนโลยีชีวภาพจาก การใช้ของเสียจากอุตสาหกรรมเกษตรเป็นอีกทางเลือกหนึ่ง ที่ช่วยเพิ่มมูลค่าของของเสียที่ใช้แล้วและลดผลกระทบต่อ สิ่งแวดล้อม ส่งผลดีต่อสุขภาพของผู้บริโภคและมีศักยภาพ ในเชิงพาณิชย์มากขึ้น (Besarab *et al.*, 2018; Cipolatti *et al.*, 2019; Silva *et al.*, 2020); Chanchay (2016) ได้ ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมต่อการผลิตแครอทินอยด์โดย *Rhodotorula rubra* MJU11 ร่วมกับสารเสริมชีวณะ (แลคติก) จากเชื้อ *Lactobacillus acidophilus* ในฟუნ ข้าวโพดอาหารสัตว์ พบว่าหลังจากหมักฟუნข้าวโพดร่วมกับ *L. acidophilus* ที่สภาวะกรดแล้วสามารถป้องกันเชื้อจุลินทรีย์ อื่น ๆ ที่ปนเปื้อนในฟუნข้าวโพดได้ และให้ปริมาณแครอทินอยด์ สูงสุด และจากงานวิจัยของ Simova *et al.* (2003) ได้ทำ การทดลองการใช้ประโยชน์จากการหมักเชื้อ Lactic acid bacteria ร่วมกับยีสต์ที่สามารถสร้างแครอทินอยด์ได้

ดังนั้นการศึกษานี้มุ่งเน้นการผลิตสารสีแครอทินอยด์จากเชื้อ *R. rubra* MJU11 จากการหมักปลาปนแบบ อาหารแข็งร่วมกับสารเสริมชีวณะ *L. acidophilus* KK-03 เพื่อทำลายจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในปลาปนและเพื่อสร้างกรด แลคติกในระดับห้องปฏิบัติการ พร้อมศึกษาสภาวะ ที่เหมาะสมต่อการผลิตแครอทินอยด์ของ *R. rubra* MJU11 ได้แก่ ระยะเวลาในการเจริญเติบโต ความชื้น แหล่งคาร์บอน และแหล่งไนโตรเจน

อุปกรณ์และวิธีการ

การหาระยะเวลาที่เหมาะสมของการเจริญ

ของ *L. acidophilus* KK-03

เพาะเลี้ยงเชื้อแบคทีเรีย *Lactobacillus acidophilus* KK-03 บนอาหารแข็ง MRS บ่มที่สภาวะไร้อากาศเป็นเวลา 48 ชั่วโมง เมื่อเชื้อเจริญบนอาหารแข็งคัดเลือกมาประมาณ 5-10 โคโลนี กระจายลงในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้น 0.85% (w/v) จากนั้นนำไปวัดค่าความขุ่นของสารละลายที่ความยาวคลื่น 600 นาโนเมตร (OD_{600}) ให้มีความขุ่นของเชื้อจุลินทรีย์เท่ากับค่า McFarland standard No. 0.5 โดยเจือจางสารละลายให้มีค่าดูดกลืนแสงเท่ากับ 0.09-0.1 ซึ่งจะมีจำนวนเชื้อเท่ากับ 10^8 CFU/มิลลิลิตร ปิเปตถ่ายเชื้อดังกล่าวที่ 10 % (v/v) ลงในอาหารเหลว MRS ปริมาตร 200 มิลลิลิตร จำนวน 3 ข้ำ ในถังไร้ออกซิเจน ที่อุณหภูมิ 35°C. และทำการเก็บตัวอย่างชั่วโมงที่ 0, 12, 24, 36, 48, 60 และ 72 ชั่วโมง จากนั้นทำการคัดเลือกเชื้อด้วยวิธีการ Spread plate ในอาหารแข็ง MRS และตรวจหาปริมาณเชื้อว่าที่ชั่วโมงใดมีการเจริญเติบโตมากที่สุด

การยับยั้งจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในปลาปนด้วยเชื้อ

L. acidophilus KK-03 ในการหมักเชื้อ

L. acidophilus KK-03 ร่วมกับปลาปน

นำหัวเชื้อ *L. acidophilus* KK-03 ที่เตรียมตามระยะเวลาในข้อที่ 1 ปริมาตร 50 มิลลิลิตร หมักร่วมกับปลาปนจำนวน 500 กรัม (10 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักต่อปริมาตร) ในถังหมักไร้ออกซิเจน ที่อุณหภูมิ 37°C. และมีการปรับความชื้นด้วยน้ำกลั่น เพื่อให้ได้ความชื้นเริ่มต้นเท่ากับ 40-45 เปอร์เซ็นต์ (Phromthep, 2010) จากนั้นทำการตรวจสอบจุลินทรีย์ในปลาปนเริ่มต้นและหัวเชื้อเริ่มต้นก่อนทำการหมัก จากนั้นทำการเก็บตัวอย่างตามระยะเวลาที่เหมาะสมในข้อที่ 1 มาทำการตรวจสอบเชื้อ *L. acidophilus* KK-03 และเชื้ออื่น ๆ ในอาหาร PCA

(Plate count agar) และอาหาร MRS วัดค่า pH และวิเคราะห์ปริมาณแคโรทีนอยด์เริ่มต้น

การหาระยะเวลาที่เหมาะสมกับการเจริญของเชื้อ *R. rubra* MJU11 ภายหลังหมักร่วมกับ *L. acidophilus* KK-03 จากข้อที่ 2

เตรียมหัวเชื้อเริ่มต้นของ *R. rubra* MJU11 (McFarland standard No. 0.5) โดยการเพาะเลี้ยงเชื้อในอาหารสูตรมาตรฐาน (Basal medium) ปริมาตร 300 มิลลิลิตร ในขวดรูปชมพู่ ขนาด 500 มิลลิลิตร จำนวน 3 ขวด ๆ ละ 100 มิลลิลิตร ปรับค่า pH ให้เท่ากับ 5.5 บ่มที่อุณหภูมิห้อง ในเครื่องเขย่า (Shaker) ที่ความเร็วรอบ 200 rpm เป็นเวลา 48 ชั่วโมง (Chanchay, 2013) จากนั้นวิเคราะห์เชื้อเริ่มต้นด้วยอาหาร PCA

ศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมสำหรับการหมัก *R. rubra* MJU11 เพื่อผลิตแคโรทีนอยด์ โดยทำการเติมหัวเชื้อ *R. rubra* MJU11 10 เปอร์เซ็นต์ (McFarland standard No. 0.5) ในปลาปนที่ผ่านการหมักด้วยเชื้อ *L. acidophilus* KK-03 และทำการยับยั้งการเจริญของเชื้อดังกล่าวแล้ว ปริมาตร 100 กรัม ในถุงพลาสติก ปรับความชื้นมาตรฐานเท่ากับ 50 เปอร์เซ็นต์ เก็บตัวอย่างที่ 0, 24, 48, 72 และ 96 ชั่วโมง เพื่อวิเคราะห์ปริมาณแคโรทีนอยด์ ปริมาณน้ำหนักเซลล์แห้ง และเลือกระยะเวลาที่เหมาะสมที่สุดเพื่อนำไปศึกษาสภาวะความชื้นที่เหมาะสมต่อไป

การหาสภาวะความชื้นที่เหมาะสมในการหมักเชื้อ

R. rubra MJU11 ร่วมกับปลาปนที่ผ่านการหมักด้วยเชื้อ *L. acidophilus* KK-03 ในระยะเวลาที่เหมาะสมที่สุด

ทำการศึกษาความชื้นที่เหมาะสมโดยกำหนดเปอร์เซ็นต์ความชื้นที่ 40, 45, 50, 55 และ 60 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้เวลาที่เหมาะสมจากข้อ 3 เพื่อวิเคราะห์ปริมาณแคโรทีนอยด์ และวิเคราะห์ปริมาณน้ำหนักเซลล์แห้ง จากนั้นเลือกสภาวะความชื้นที่เหมาะสมที่สุด เพื่อศึกษาหาปริมาณแหล่งคาร์บอนจากน้ำตาลกลูโคสที่เหมาะสมต่อไป

การหาปริมาณแหล่งคาร์บอนที่เหมาะสมในการหมัก *R. rubra* MJU11 ร่วมกับปลาป่นภายหลังการหมักด้วย *L. acidophilus* KK-03 เพื่อผลิตแคโรทีนอยด์

ทำการศึกษาปริมาณแหล่งคาร์บอนจากน้ำตาลกลูโคส โดยกำหนดปริมาณน้ำตาลกลูโคสที่ 0, 5, 10, 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ ที่เวลาที่เหมาะสมในข้อ 3 และ ความชื้นที่เหมาะสมในข้อ 4 จากนั้นวิเคราะห์ปริมาณแคโรทีนอยด์ วิเคราะห์ปริมาณน้ำหนักรเซลล์แห้ง และเลือกปริมาณแหล่งคาร์บอนที่เหมาะสมที่สุด เพื่อศึกษาหาปริมาณแหล่งไนโตรเจนที่เหมาะสมต่อไป

การหาปริมาณแหล่งไนโตรเจนที่เหมาะสมในการหมัก *R. rubra* MJU11 ร่วมกับปลาป่นเพื่อผลิตแคโรทีนอยด์กับปลาป่นหมักภายหลังการหมักด้วย *L. acidophilus* KK-03

ทำการศึกษาปริมาณแหล่งไนโตรเจนจาก Fish soluble โดยกำหนดปริมาณ Fish soluble ที่ 0, 0.5, 1.0, 1.5 และ 2.0 เปอร์เซ็นต์ ตามระยะเวลาที่เหมาะสมในข้อ 3 ความชื้นที่เหมาะสมในข้อ 4 และปริมาณแหล่งคาร์บอนจากน้ำตาลกลูโคสที่เหมาะสมในข้อ 5 จากนั้นเก็บตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์ปริมาณแคโรทีนอยด์ และวิเคราะห์ปริมาณน้ำหนักรเซลล์แห้ง

วิธีการวิเคราะห์

วิเคราะห์น้ำหนักรเซลล์แห้งโดยการชั่งน้ำหนักสด หลังหมัก จากนั้นนำไปอบ และชั่งน้ำหนักแห้งหลังอบ วิเคราะห์หาน้ำหนักรเซลล์แห้ง และวิเคราะห์ปริมาณแคโรทีนอยด์โดยตามวิธีการของ Foss *et al.* (1984)

ผลการวิจัย

ระยะเวลาที่เหมาะสมของการเจริญเติบโตของ

L. acidophilus KK-03

จากการศึกษาการเจริญของเชื้อ *L. acidophilus* KK-03 พบว่าในช่วงเวลาที่ 0 มีจำนวนเชื้อเท่ากับ 2.8×10^7 โคโลนีต่อมิลลิลิตร ช่วงเวลาที่ 12 มีจำนวนเชื้อเท่ากับ 1.26×10^9 โคโลนีต่อมิลลิลิตร ช่วงเวลาที่ 24 มีจำนวนเชื้อเท่ากับ 1.37×10^9 โคโลนีต่อมิลลิลิตร ช่วงเวลาที่ 36 มีจำนวนเชื้อเท่ากับ 6.57×10^9 โคโลนีต่อมิลลิลิตร ช่วงเวลาที่ 48 มีจำนวนเชื้อเท่ากับ 7.67×10^9 โคโลนีต่อมิลลิลิตร ช่วงเวลาที่ 60 มีจำนวนเชื้อเท่ากับ 2.8×10^9 โคโลนีต่อมิลลิลิตร และช่วงเวลาที่ 72 มีจำนวนเชื้อเท่ากับ 1.0×10^9 โคโลนีต่อมิลลิลิตร (Figure 1) และเมื่อนำมาทดสอบการย่อยสลายพบว่าเชื้อเป็นแกรมบวก มีลักษณะเป็นท่อนเดี่ยว และเรียงตัวเป็นคู่

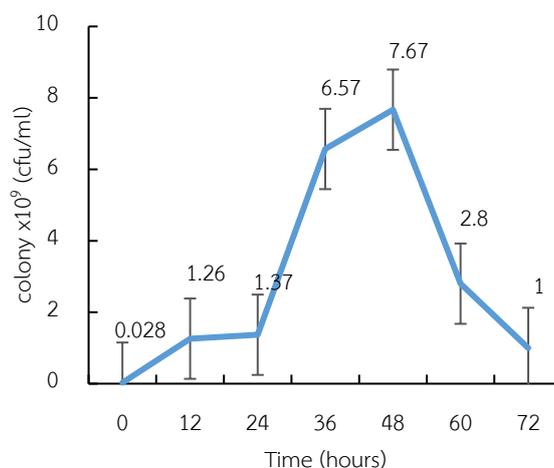


Figure 1 Growth curve of *L. acidophilus* KK-03

การยับยั้งจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในปลาปนด้วยเชื้อ *L. acidophilus* KK-03 ในการหมักเชื้อ *L. acidophilus* KK-03 ร่วมกับปลาปน

จากการศึกษาพบว่าเมื่อนำตัวอย่างปลาปนมา สกัดด้วย NaCl ความเข้มข้น 0.85 เปอร์เซ็นต์ และ เพาะเลี้ยงบนอาหาร PCA เป็นเวลา 24 ชั่วโมง มีจุลินทรีย์ ที่ปนเปื้อนในปลาปน เท่ากับ 1.8×10^{10} โคโลนีต่อกรัม ซึ่ง เมื่อศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของโคโลนีจุลินทรีย์ พบว่าเชื้อส่วนใหญ่มีโคโลนีสีขาว ขนาดใหญ่ ขอบหยัก มีลักษณะเหนียว และมีวงกลมตรงกลาง

จากการเก็บตัวอย่างปลาปนหมักเพื่อดูปริมาณ เชื้อ *L. acidophilus* KK-03 บนอาหารแข็ง MRS พบว่า ชั่วโมงที่ 48 มีจำนวนเชื้อเท่ากับ 1.7×10^8 โคโลนีต่อกรัม ค่า pH เท่ากับ 6.56 และปริมาณแคโรทีนอยด์เริ่มต้น คือ 10.47 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง และเมื่อนำมา ทดสอบการย้อมสีแกรม พบว่าเชื้อมีลักษณะเป็นท่อน เดียว เรียงตัวเป็นคู่ และเป็นแกรมบวก ซึ่งพบว่าจุลินทรีย์ ที่ปนเปื้อนในปลาปนมีจำนวน เท่ากับ 8.0×10^7 โคโลนีต่อ กรัม ซึ่งมีการปนเปื้อนน้อยลงจากปลาปนเริ่มต้น ซึ่ง สามารถแยกเชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนได้ 3 ชนิด จาก ลักษณะโคโลนีที่สังเกตได้ด้วยตาเปล่า ซึ่งมีลักษณะโคโลนี สีขาวขุ่น ขนาดใหญ่ ขอบหยัก ขอบใส ลักษณะเหนียว มีวงกลมตรงกลางสูง ที่ความชื้นในการหมัก 50 เปอร์เซ็นต์

ระยะเวลาที่เหมาะสมกับการเจริญของเชื้อ *R. rubra* MJU11 ภายหลังกัมกับ *L. acidophilus* KK-03

จากการศึกษาพบว่าเชื้อ *R. rubra* MJU11 ใน หัวเชื้อเริ่มต้นในอาหารสูตรมาตรฐาน มีจำนวนเชื้อ เท่ากับ 1.56×10^8 โคโลนีต่อมิลลิลิตร และลักษณะ โคโลนีที่เจริญบนอาหาร PCA มีสีชมพู มั่นเยิ้ม ขอบวาว ทั้งหมด เมื่อศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมสำหรับการ ผลิตแคโรทีนอยด์ และเจริญเติบโตของเชื้อ *R. rubra* MJU11 (Table 1) พบว่าที่ระยะเวลา 48 ชั่วโมง *R. rubra* MJU11 มีความสามารถในการผลิตแคโรทีนอยด์ ได้มากที่สุด โดยมีปริมาณแคโรทีนอยด์ 13.80 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง รองลงมาคือ ชั่วโมงที่ 0 และชุดควบคุม ซึ่งมีปริมาณแคโรทีนอยด์ เท่ากับ 12.59 และ 10.47 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติพบว่ามีความ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แต่ชุด ควบคุมและชั่วโมงที่ 72 ให้ผลไม่แตกต่างกันอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ยังพบว่าชั่วโมงที่ 48 มีปริมาณน้ำหนักเซลล์แห้งมากที่สุด เท่ากับ 2.32 กรัม รองลงมาคือ ชั่วโมงที่ 0 และชุดควบคุม ซึ่งมีปริมาณ น้ำหนักเซลล์แห้ง คือ 2.17 และ 2.10 กรัม ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$)

Table 1 Optimal timing for carotenoids production of *R. rubra*

Hours	Dry cell weight (g)	Carotenoids content (µg/g dry weight)
0	2.17±0.01 ^{ab}	12.59±0.32 ^b
24	1.70±0.01 ^e	7.88±0.15 ^e
48	2.32±0.02 ^a	13.80±0.06 ^a
72	2.09±0.01 ^{bc}	10.19±0.16 ^c
96	1.93±0.00 ^d	9.14±0.10 ^d
control	2.10±0.01 ^{bc}	10.47±0.01 ^c

The control unit is an unfilled fish meal with *R. Rubra*.

ความชื้นที่เหมาะสมในการหมักเชื้อ *R. rubra* MJU11 ร่วมกับปลาป่น ที่ผ่านการหมักด้วยเชื้อ *L. acidophilus* KK-03 ในระยะเวลาที่เหมาะสมที่สุด

จากการศึกษาความชื้นที่เหมาะสมในการผลิตแคโรทีนอยด์ (Table 2) พบว่าที่ปริมาณความชื้น 40 เปอร์เซ็นต์ *R. rubra* MJU11 สามารถผลิตแคโรทีนอยด์ได้มากที่สุด เท่ากับ 14.89 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง รองลงมาคือที่ 50 เปอร์เซ็นต์ และ 45 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณแคโรทีนอยด์ เท่ากับ 13.80 และ 12.76 ไมโครกรัม

ต่อกรัมน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติแล้วพบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$) นอกจากนี้พบว่าที่ปริมาณความชื้น 40 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณน้ำหนักเซลล์แห้งมากที่สุดเท่ากับ 2.60 กรัม รองลงมาคือที่ความชื้น 50 เปอร์เซ็นต์ และชุดควบคุม มีปริมาณน้ำหนักเซลล์แห้งเท่ากับ 2.37 และ 2.10 กรัม ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติแล้วพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

Table 2 Optimum moisture determination for *R. rubra* MJU11 carotenoids production

Moisture content (percent)	Dry cell weight (g)	Carotenoids content ($\mu\text{g/g}$ dry weight)
40	2.60 \pm 0.03 ^a	14.89 \pm 0.26 ^a
45	2.16 \pm 0.01 ^c	12.76 \pm 0.07 ^c
50	2.37 \pm 0.02 ^b	13.80 \pm 0.02 ^b
55	1.94 \pm 0.01 ^d	10.40 \pm 0.28 ^d
60	1.80 \pm 0.04 ^c	7.43 \pm 0.56 ^e
control	2.10 \pm 0.01 ^c	10.47 \pm 0.01 ^d

The control unit is an unfilled fish meal with *R. rubra* MJU11.

ปริมาณแหล่งคาร์บอนที่เหมาะสมในการหมัก *R. rubra* MJU11 ร่วมกับปลาป่น เพื่อผลิตแคโรทีนอยด์กับปลาป่นหมักภายหลังการหมักด้วย *L. acidophilus* KK-03

จากผลการศึกษาปริมาณแหล่งคาร์บอนจากกลูโคสที่เหมาะสมในการผลิตแคโรทีนอยด์ (Table 3) พบว่าสถานะที่ไม่เติมน้ำตาลกลูโคส *R. rubra* MJU11 มีความสามารถในการผลิตแคโรทีนอยด์ได้มากที่สุด โดยมีปริมาณแคโรทีนอยด์ เท่ากับ 14.89 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง รองลงมาคือ สถานะที่เติมน้ำตาลกลูโคส 5

และ 10 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณแคโรทีนอยด์ เท่ากับ 11.61 และ 11.26 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติแล้วพบว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) นอกจากนี้ยังพบว่าที่ปริมาณกลูโคส 20 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณน้ำหนักเซลล์แห้งมากที่สุดเท่ากับ 2.78 กรัม รองลงมาคือ ที่ปริมาณกลูโคส 15 และ 10 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณน้ำหนักเซลล์แห้งเท่ากับ 2.73 และ 2.69 กรัม ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติแล้วพบว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นกัน ($p \geq 0.05$)

Table 3 Carbon sources for *R. rubra* MJU11 carotenoids production

Glucose content (percent)	Dry cell weight (g)	Carotenoids content ($\mu\text{g/g}$ dry weight)
0	2.60 \pm 0.02 ^d	14.90 \pm 0.26 ^a
5	2.63 \pm 0.01 ^{cd}	11.61 \pm 0.05 ^b
10	2.69 \pm 0.00 ^{bc}	11.24 \pm 0.17 ^b
15	2.73 \pm 0.00 ^{ab}	9.50 \pm 0.05 ^d
20	2.78 \pm 0.01 ^a	7.44 \pm 0.20 ^e
control	2.10 \pm 0.01 ^e	10.47 \pm 0.01 ^c

The control unit is an unfilled fish meal with *R. rubra* MJU1.

ปริมาณแหล่งไนโตรเจนที่เหมาะสมในการหมัก *R. rubra* ร่วมกับปลาป่น เพื่อผลิตแคโรทีนอยด์กับปลาป่น ภายหลังกการหมักด้วย *L. acidophilus* KK-03

จากการศึกษาปริมาณแหล่งไนโตรเจนจาก Fish soluble ที่เหมาะสมในการผลิตแคโรทีนอยด์ (Table 4) พบว่าที่ปริมาณ fish soluble ไม่มีผลต่อการผลิตแคโรทีนอยด์เช่นเดียวกับกลูโคส คือ สภาวะที่ไม่เติม Fish soluble สามารถผลิตแคโรทีนอยด์ได้มากที่สุด คือ 14.90 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง รองลงมาคือ สภาวะที่มีการเติม Fish soluble 0.5 และ 1.0 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณ

แคโรทีนอยด์ เท่ากับ 13.50 และ 12.44 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติแล้วพบว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และพบว่าที่ปริมาณ Fish soluble 2.0 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณน้ำหนักเซลล์แห้งมากที่สุด คือ 2.64 กรัม รองลงมาคือ ที่ปริมาณ Fish soluble 1.5 และ 0 เปอร์เซ็นต์ คือ 2.62 และ 2.60 กรัม ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติแล้วพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$)

Table 4 Nitrogen sources for *R. rubra* MJU11 carotenoids production

Fish soluble content (percent)	Dry cell weight (g)	Carotenoids content ($\mu\text{g/g}$ dry weight)
0	2.60 \pm 0.02 ^{abc}	14.90 \pm 0.27 ^a
0.5	2.47 \pm 0.03 ^{cd}	13.50 \pm 0.16 ^b
1.0	2.57 \pm 0.04 ^c	12.44 \pm 0.21 ^c
1.5	2.62 \pm 0.00 ^{ab}	12.08 \pm 0.05 ^{cd}
2.0	2.64 \pm 0.04 ^a	11.80 \pm 0.40 ^d
control	2.10 \pm 0.01 ^e	10.47 \pm 0.00 ^e

The control unit is an unfilled fish meal with *R. rubra* MJU11.

วิจารณ์ผลการวิจัย

จากผลการศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมต่อการเจริญของเชื้อ *L. acidophilus* KK-03 พบว่าชั่วโมงที่ 48 มีจำนวนเชื้อสูงที่สุดเท่ากับ 7.67×10^9 โคโลนีต่อมิลลิตร ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Rooj *et al.* (2010) ที่ได้ทำการศึกษาการผลิตเมตาบอไลต์โดยโพรไบโอติก *Lactobacilli* เพื่อเพิ่มการดูดซึมกลูโคสโดยเซลล์ Caco-2 ผลการทดลองพบว่า *L. acidophilus* ที่เลี้ยงในอาหารเหลว MRS บ่มที่ 37°C. มีการเจริญมากที่สุดที่ 48 ชั่วโมง เช่นเดียวกัน

จากนั้นทำการหมักปลาปนร่วมกับเชื้อ *L. acidophilus* KK-03 เพื่อศึกษาการยับยั้งจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในปลาปนด้วยเชื้อ *L. acidophilus* KK-03 เป็นเวลา 48 ชั่วโมง พบว่ามีจำนวนเชื้อที่ปนเปื้อนในปลาปนเท่ากับ 1.7×10^8 โคโลนีต่อกรัม ซึ่งลดลงจากปริมาณเริ่มต้น คือ 8.0×10^7 โคโลนีต่อกรัม ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Dinev *et al.* (2017) ที่ได้ศึกษาฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อก่อโรคในพืชและทำให้อาหารเน่าเสียของ *L. acidophilus* ผลการทดลองพบว่าเชื้อจุลินทรีย์ส่วนใหญ่ที่ *L. acidophilus* สามารถยับยั้งได้ คือ แบคทีเรียแกรมลบ เช่น *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella*, *Salmonella*, *Shigella* spp. เป็นต้น และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Charoenjiratakul *et al.* (1996) ที่ได้ทำการคัดแยก *Lactobacillus* spp. จากนมเปรี้ยว ผลการทดลองพบว่าได้เชื้อจากการแยก 5 ไอโซเลท คือ *L. acidophilus* 2 ไอโซเลท *L. casei* 2 ไอโซเลท และ *L. delbrueckii* spp. *bulgaricus* 1 ไอโซเลท ซึ่งเชื้อ *Lactobacillus* spp. ที่แยกได้นี้สามารถยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* ได้ ดี กว่า *Salmonella typhimurium* และ *Escherichia coli*

จากผลการวิจัยสภาวะความชื้นที่เหมาะสมในการหมัก *R. rubra* MJU11 ร่วมกับปลาปน คือ ที่ปริมาณความชื้น 40 เปอร์เซ็นต์ และรองลงมาคือ ที่ปริมาณความชื้น 50 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัย

Chanchay and Boonkerd (2016) ที่ได้ทำการศึกษาการผลิตแคโรทีนอยด์จากยีสต์ *R. rubra* MJU11 บนฝุ่นข้าวโพด แบบการหมักแห้ง โดยการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการเจริญ และผลที่ได้ในการผลิตแคโรทีนอยด์ด้วยการออกแบบการทดลองแบบ CCD (Central composite design) ผลการทดลองพบว่า ปริมาณความชื้นที่เหมาะสม คือ 50 เปอร์เซ็นต์เช่นเดียวกัน แต่เนื่องมาจากการทดลองนี้เป็นการหมักร่วมกับฝุ่นข้าวโพดแบบการหมักแห้ง ความชื้นที่เหมาะสมจึงแตกต่างจากในงานวิจัยที่ทำการหมักร่วมกับปลาปนเล็กน้อย รวมถึงสภาพของภาชนะที่บรรจุ อาจทำให้เชื้อได้รับอากาศที่ไม่เพียงพอ และสภาพแวดล้อมอื่น ๆ เช่น อุณหภูมิห้อง ที่ทำการหมักไม่คงที่และแสงที่ไม่สามารถควบคุมได้ แต่ในการทดลองทั้งสองนี้ให้ปริมาณแคโรทีนอยด์ที่ไม่แตกต่างกันมากนัก

จากการศึกษาปริมาณแหล่งคาร์บอนจากน้ำตาลกลูโคส และแหล่งไนโตรเจนจาก Fish soluble พบว่าสภาวะที่ไม่เติมกลูโคสให้ปริมาณแคโรทีนอยด์มากที่สุด เนื่องจากในปลาปนหลังจากการหมักร่วมกับเชื้อ *L. acidophilus* KK-03 มีปริมาณของแหล่งคาร์บอนและแหล่งไนโตรเจนที่เพียงพอต่อการผลิตแคโรทีนอยด์ของ *R. rubra* MJU11 แล้ว เมื่อมีการเติมน้ำตาลกลูโคสเพิ่ม อาจจะทำให้เกิดการยับยั้งการผลิตแคโรทีนอยด์ของ *R. rubra* MJU11 (Substrate inhibition) หรือเชื้อ *R. rubra* MJU11 อาจต้องการแหล่งคาร์บอนจากน้ำตาลชนิดอื่นแทน และแหล่งไนโตรเจนจาก Fish soluble ที่ปริมาณต่าง ๆ ให้ปริมาณแคโรทีนอยด์ไม่แตกต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Bhosale and Gadre (2001) ที่ได้ทำการศึกษาการผลิตเบต้า-แคโรทีนจากเชื้อ *R. glutinis* สายพันธุ์กลาย พบว่าอัตราส่วนปริมาณแหล่งคาร์บอนต่อแหล่งไนโตรเจนไม่ส่งผลต่อการสะสมเม็ดสีแคโรทีนอยด์ของเซลล์ยีสต์ นอกจากนี้จะเห็นได้ว่าปริมาณของแคโรทีนอยด์ไม่แปรผันกับน้ำหนักเซลล์แห้งที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากการเพิ่มปริมาณน้ำตาลกลูโคสมากขึ้นจะทำให้ได้เซลล์มากขึ้น แต่ไม่มีการผลิตแคโรทีนอยด์

จึงทำให้ปริมาณแคโรทีนอยด์ไม่สัมพันธ์กับปริมาณกลูโคส ในการผลิตแคโรทีนอยด์ทางเทคโนโลยีชีวภาพจากการใช้ ของเสียจากอุตสาหกรรมเกษตรเป็นอีกทางเลือกหนึ่ง ที่ช่วยเพิ่มมูลค่าของของเสียที่ใช้แล้วและลดผลกระทบต่อ สิ่งแวดล้อม และมีศักยภาพในเชิงพาณิชย์มากขึ้น (Besarab *et al.*, 2018; Cipolatti *et al.*, 2019; Silva *et al.*, 2020) ในปัจจุบันองค์ความรู้การศึกษาการผลิต แคโรทีนอยด์จากจุลินทรีย์ ทั้งการศึกษาสภาวะ ที่เหมาะสมในการผลิต การใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทาง คณิตศาสตร์ในการวางแผนการผลิต การหาแหล่งอาหาร ใหม่ ๆ ในการผลิตทั้งจากของเสียทางการเกษตรและ ภาควอุตสาหกรรมต่าง ๆ มีมากขึ้นทั้งการนำไปใช้ ประโยชน์และศึกษาหน้าที่ของแคโรทีนอยด์ที่หลากหลาย ขึ้น สอดคล้องกับ Besarab *et al.* (2018) กล่าวว่า การ ค้นพบหน้าที่ที่สำคัญใหม่ ๆ ของสารประกอบแคโรทีนอยด์ที่ตัดแปลงอวัยวะต้นแรงจูงใจในการผลิตตรงควัตถุ ที่หลากหลายทางชีวภาพและขยายขอบเขตของ การเพาะเลี้ยงจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีการผลิต

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมต่อการผลิต แคโรทีนอยด์โดย *R. rubra* MJU11 ร่วมกับสารเสริมชีวิตนะ จากเชื้อ *L. acidophilus* KK-03 ในปลาป่น คือ ความชื้น มาตรฐาน 40 เปอร์เซ็นต์ ไม่เติมแหล่งคาร์บอนและแหล่ง ไนโตรเจน ระยะเวลา 48 ชั่วโมง โดยสภาวะนี้จะทำให้ *R. rubra* MJU11 มีการเจริญและสามารถผลิตสารสีแคโรทีนอยด์ได้สูงที่สุด แต่เนื่องจากในระดับอุตสาหกรรม อาหารสัตว์นั้นต้องมีความปลอดภัยต่อสัตว์สูงมาก จึงควร ใช้กรดแลคติกที่มีประสิทธิภาพที่เพียงพอ ในปริมาณที่ไม่ เป็นอันตรายต่อสัตว์ หรือใช้การหม่าเชื้อระบบอื่นร่วมด้วย เพื่อไม่ให้เป็นอันตรายต่อสัตว์และไม่สะสมในร่างกายสัตว์ ในระยะยาว โดยสภาวะที่เหมาะสมดังกล่าวนี้สามารถ พัฒนาเป็นสูตรอาหารสำหรับสัตว์เพื่อเพิ่มมูลค่าของ ผลิตภัณฑ์ให้มีมูลค่ามากยิ่งขึ้น และสามารถใช้เป็นแหล่ง

อาหารสำหรับการผลิตแคโรทีนอยด์จาก *R. rubra* MJU11 เพื่อพัฒนาเป็นวัตถุดิบในการผลิตอาหารสัตว์ต่อไปได้

เอกสารอ้างอิง

- Besarab, N.V., K.M. Gerasimovich, A.V. Kanterova and G.I. Novik. 2018. Biosynthetic production of carotenoids using yeast strains of genus *Rhodotorula* on the ceap beer wort substrate. **Microbiol Biotech Food Sci.** 7(4): 383-386.
- Bhosale, P.B. and R.V. Gadre. 2001. Production of β -carotene by a mutant of *Rhodotorula glutinis*. **Applied Microbiology and Biotechnology** 55(4): 423-427.
- Chanchay, N. 2013. **Optimal Condition for Growth of *Rhodotorula rubra* and Antioxidation Characteristics of Its Carotenoids.** Doctoral Dissertation. Chiangmai University. 135 p.
- _____. 2016. Optimal condition for carotenoid production by *Rhodotorula rubra* in conjunction with probiotic from *Lactobacillus acidophilus* by using corn dust as substrates. **Phrawarun Agriculture Journal** 13(1): 61-69. [in Thai]
- Chanchay, N. and S. Boonkerd. 2016. Carotenoid production by the *Rhodotorula rubra* MJU11 on corn dust through solid state fermentation. **King Mongkut's Agricultural Journal** 34(2): 122-132. [in Thai]

- Charoenjiratakul, W., M. Ongsakul and P. Singchai. 1996. The Inhibition Effect of *Lactobacillus* spp. from Drinking Yogurt to *Staphylococcus aureus*, *Salmonella typhimurium* and *Escherichia coli*. pp. 301-305. **In Proceedings of the 18th Congress on Science and Technology of Thailand.** Songkla: Prince of Songkla University. [in Thai]
- Cipolatti, E.P., R.D. Remedi, C.S. Sa, A.B. Rodrigues, J.M.C. Ramos, C.A.V. Burkert, E.B. Furlong, and J.F.M. Burkert. 2019. Use of agroindustrial byproducts as substrate for production of carotenoids with antioxidant potential by wild yeasts. **Biocatal. Agric. Biotechnol.** 20: 1014-1019.
- Dinev, T., G. Beev, S. Denev, D. Dermendzhieva, M. Tzanova, and E. Valkova. 2017. Antimicrobial activity of *Lactobacillus acidophilus* against pathogenic and food spoilage microorganisms: a review. **Agricultural Science and Technology** 9(1): 3-9.
- Foss, P., T. Storebakken, K. Schiedt, S. Laaen-Jensen, E. Austreng and K. Streiff. 1984. Carotenoid in diets for salmonids, I: pigmentation of rainbow trout with the individual optical isomers of astaxanthin in comparison with canthaxanthin. **Aquaculture** 41(3): 213-226.
- Lakkhun, A., P. Prasom, C. Phucharoen, T. Lorwatcharasopon, J. Phayom and N. Leksawat, 2013. **Production Technology of Animal Pellets.** 8 p. *In* Research Report. Chiang Mai: Chiangmai University. [in Thai]
- Phromthep, K. 2010. **Survival of *Lactobacillus acidophilus* and *L. casei* in So-hjurt drink.** Master Thesis. Khon Kaen University. 94 p. [in Thai]
- Rooj, K.A., K. Yasuhino and K.R. Buddington 2010. Metabolites produced by probiotic *Lactobacilli* rapidly increase glucose uptake by Caco-2 cells. **BMC Microbiology** 10(16): 1-10.
- Silva, J., F.L.H. Silvab and J.E.S. Ribeiro. 2020. Effect of supplementation, temperature and pH on carotenoids and lipids production by *Rhodotorula mucilaginosa* on sisal bagasse hydrolysate. **Biocatalysis and Agricultural Biotechnology** 30(2020): 101847.
- Simova, D.E., I.G. Frengova and M.D. Beshkova. 2003. Effect of aeration on the production of carotenoid pigments by *Rhodotorula rubra-lactobacillus Casei* subsp. *casei* co-cultures in whey ultrafiltrate. **Journal of Biosciences** 58(3-4): 225-229.

ผลของวิธีการทำแห้งต่อองค์ประกอบทางเคมี กรดอะมิโนและค่าการย่อยได้ของโปรตีน
ในหลอดทดลองของหนอนแมลงวันลาย (*Hermetia illucens*)
Effect of Drying Method on Chemical Composition, Amino Acids
and *In Vitro* Protein Digestibility of Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*)

ธนกร วิชัยวงศ์¹ ชามา อินซอน² และชาญวิทย์ แก้วตาปี^{1*}

Thanakorn Wichaiwong¹, Chama Inson² and Chanwit Kaewtapee^{1*}

¹ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

²ภาควิชากีฏวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

¹Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok, Thailand 10900

²Department of Entomology, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok, Thailand 10900

*Corresponding author: agrcwk@ku.ac.th

Received: July 22, 2022

Revised: November 19, 2022

Accepted: December 29, 2022

Abstract

Drying method using heat treatment has a major impact on nutritional value of black soldier fly larvae (*Hermetia illucens*; BSFL) as an excessive processing (80-100°C) may destroy amino acids, resulting in low digestible value. The objective of this research was to determine effect of the drying method of BSFL on chemical composition, amino acids and *in vitro* protein digestibility. Two drying methods were used as follows: 1) hot air oven at 60°C 48 hours (BSFL-O) and 2) microwave at 500-550 watt for 10 to 12 minutes (BSFL-M). The results showed that dry matter (DM) was greater ($P<0.05$) in BSFL-O (97.39% DM) than in BSFL-M (93.03% DM), but ether extract was greater ($P<0.05$) in BSFL-M (32.01% DM) than in BSFL-O (31.83% DM). Furthermore, crude fiber was greater ($P<0.05$) in BSFL-O (5.77% DM) than in BSFL-M (5.58% DM), whereas neutral detergent fiber (NDF) and NDF-linked protein were greater ($P<0.05$) in BSFL-O (15.30 and 5.22% DM, respectively) than in BSFL-M (14.85 and 2.82% DM, respectively). However, there was no difference ($P>0.05$) in crude protein between BSFL-O (46.51% DM) and BSFL-M (46.62% DM). For amino acids, contents of histidine, threonine, aspartic acid, serine and tyrosine were greater ($P<0.05$) in BSFL-M than in BSFL-O. Moreover, *in vitro* protein digestibility was greater ($P<0.05$) in BSFL-M (88.69% DM) than in BSFL-O (86.80% DM). In conclusion, drying method using microwave can reduce the denature of amino acids, resulting in greater protein digestibility of BSFL. Therefore, microwave can be considered as an alternative drying method to improve the BSFL quality for industrial animal production.

Keywords: black soldier fly larvae, chemical composition, digestibility, hot air oven, microwave

บทคัดย่อ

การทำแห้งด้วยความร้อนส่งผลกระทบต่อคุณค่าทางโภชนาการในหนอนแมลงวันลาย เนื่องจากกระบวนการให้ความร้อนสูงเกินไป (80-100°C) จะทำลายกรดอะมิโน มีผลให้ค่าการย่อยได้ลดลง งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอิทธิพลของวิธีการทำแห้งหนอนแมลงวันลาย ต่อองค์ประกอบทางเคมี กรดอะมิโนและการย่อยได้ของโปรตีนในหลอดทดลอง การทำแห้งมี 2 วิธี ดังนี้ 1) อบด้วยลมร้อนที่อุณหภูมิ 60°C. ระยะเวลา 48 ชั่วโมง (BSFL-O) และ 2) อบด้วยไมโครเวฟกำลังไฟ 500-550 วัตต์ ระยะเวลา 10-12 นาที (BSFL-M) ผลการศึกษาพบว่า วัตถุแห้ง (DM) มีค่าสูง ($P < 0.05$) ใน BSFL-O (97.39% DM) เปรียบเทียบกับ BSFL-M (93.03% DM) แต่ไขมันมีค่าสูง ($P < 0.05$) ใน BSFL-M (32.01% DM) เปรียบเทียบกับ BSFL-O (31.83% DM) นอกจากนี้พบว่า เยื่อใยมีค่าสูง ($P < 0.05$) ใน BSFL-O (5.77% DM) เปรียบเทียบกับ BSFL-M (5.58% DM) ขณะที่เยื่อใยที่ไม่ละลายในสารละลายที่เป็นกลาง (NDF) และ NDF ที่จับกับโปรตีนมีค่าสูง ($P < 0.05$) ใน BSFL-O (15.30 และ 5.22% DM, ตามลำดับ) เปรียบเทียบกับ BSFL-M (14.85 และ 2.82% DM, ตามลำดับ) อย่างไรก็ตามค่าโปรตีนไม่มีความแตกต่างกัน ($P > 0.05$) ระหว่าง BSFL-O (46.51% DM) และ BSFL-M (46.62% DM) สำหรับค่ากรดอะมิโน พบว่าฮิสติดีน ทรีโอนีน กรดแอสพาทิก เซอรีนและไทโลซีนมีค่าสูง ($P < 0.05$) ใน BSFL-M เปรียบเทียบกับ BSFL-O นอกจากนี้พบว่าค่าการย่อยได้ของโปรตีนในหลอดทดลองมีค่าสูงกว่า ($P < 0.05$) ใน BSFL-M (88.69% DM) เปรียบเทียบกับ BSFL-O (86.80% DM) กล่าวโดยสรุปการทำแห้งโดยใช้ไมโครเวฟสามารถลดการทำลายกรดอะมิโนและส่งผลให้ค่าการย่อยได้ของโปรตีนของหนอนแมลงวันลายมีค่าสูง ดังนั้นไมโครเวฟจึงเป็นอีกหนึ่งทางเลือกของวิธีการทำแห้งเพื่อเพิ่มคุณภาพหนอนแมลงวันลายสำหรับผลิตสัตว์ในระดับอุตสาหกรรม

คำสำคัญ: หนอนแมลงวันลาย องค์ประกอบทางเคมี การย่อยได้ อบลมร้อน ไมโครเวฟ

คำนำ

ปัจจุบันในอุตสาหกรรมปศุสัตว์ทั่วโลกมีความต้องการอาหารสัตว์มากกว่าหนึ่งพันล้านตันต่อปี (Alltech, 2021) ส่งผลให้ความต้องการวัตถุดิบแหล่งโปรตีนในอาหารสัตว์เพิ่มขึ้นโดยเฉพาะกากถั่วเหลือง อย่างไรก็ตาม มากกว่า 95% ของการปลูกถั่วเหลืองมีความเกี่ยวข้องกับการใช้ที่ดิน และปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม (Van Huis *et al.*, 2013) จากปัญหาดังกล่าวจึงมีศึกษาหาแหล่งโปรตีนทางเลือกเพื่อความมั่นคงยั่งยืนของอาหารในอนาคต ซึ่งแมลงจัดเป็นหนึ่งในวัตถุดิบที่น่าสนใจและสามารถนำมาใช้เลี้ยงสัตว์ได้ เนื่องจากเป็นแหล่งอาหารที่อุดมไปด้วยโปรตีน ไขมัน วิตามินและแร่ธาตุ (Ravindran and Blair, 1993) และใช้เป็นวัตถุดิบทดแทนกากถั่วเหลืองในอาหารสัตว์ได้ (Makkar *et al.*, 2014)

หนอนแมลงวันลาย (Black soldier fly larvae: BSFL; *Hermetia illucens*) เป็นแมลงชนิดหนึ่งที่มีวงจรชีวิตสั้น เลี้ยงง่าย โตเร็ว และสามารถเลี้ยงโดยใช้วัตถุดิบคุณภาพต่ำเปลี่ยนไปเป็นตัวหนอนที่มีคุณค่าทางอาหารสูง (Oonincx and Boer, 2012) จากการศึกษาข้อมูลพบว่า หนอนแมลงวันลายมีค่าโปรตีน 35-57% และไขมัน 6-32% โดยความผันแปรของค่าโภชนาการในตัวหนอนขึ้นกับคุณภาพของอาหารที่นำมาเลี้ยง (Kim *et al.*, 2021) นอกจากนี้กระบวนการผลิตหนอนแมลงวันลายแห้งยังมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของค่าโภชนาการไม่ว่าจะเป็นการอบลมร้อน การบีบอัด การสลายไขมัน หรือการสกัดไขมัน (Ottoboni *et al.*, 2017; Schiavone *et al.*, 2017) ซึ่งกระบวนการทำแห้งโดยใช้ความร้อนเป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่กระทบต่อองค์ประกอบทางเคมีและคุณค่าทางโภชนาการในตัวหนอน (Huang *et al.*, 2019) ซึ่งการให้ระดับความร้อนสูงและระยะเวลาที่เพิ่มขึ้นจะมีผลทำให้กรดอะมิโนในวัตถุดิบ

ถูกทำลายและส่งผลให้ค่าการย่อยได้ในตัวสัตว์ลดลง (Kaewtapee *et al.*, 2017) ทั้งนี้กระบวนการให้ความร้อนแบบอบลมร้อน (Hot air oven) จะใช้เวลานานและส่งผลต่อค่าโภชนะลดลงในผลิตภัณฑ์ (Figiel, 2010; Sunjka *et al.*, 2004) ในขณะที่กระบวนการทำแห้งด้วยไมโครเวฟ (Microwave) เป็นการใช้หลักการคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ความถี่สูงไปกระตุ้นโมเลกุลของผลิตภัณฑ์ให้เกิดการสั่นและเสียดสีกันจนเกิดพลังงานความร้อนทำให้ผลิตภัณฑ์สุกและเกิดการระเหยของน้ำ โดยที่ใช้ระยะเวลาที่สั้นและมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าองค์ประกอบทางเคมีในผลิตภัณฑ์น้อย (Giri and Prasad, 2007; Lenaerts *et al.*, 2018) โดยจากการศึกษาการทำหมอนแมลงวันลายแห้งด้วยไมโครเวฟพบว่ามีปริมาณกรดอะมิโนสูงกว่าการอบด้วยเตาอบลมร้อน (Purnamasari *et al.*, 2021) เช่นเดียวกับการอบแห้งจึงหรีดโดยการใช้ไมโครเวฟมีผลทำให้ปริมาณของไขมัน แร่ธาตุและวิตามินบีสูงกว่าการใช้เตาอบลมร้อน (Bawa *et al.*, 2020) อย่างไรก็ตามยังไม่มีการศึกษาหาค่าการย่อยได้ของโภชนะของหมอนแมลงวันลายแห้งที่ใช้ไมโครเวฟเปรียบเทียบกับการอบด้วยลมร้อน การศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของกระบวนการทำแห้งด้วยวิธีการอบลมร้อนและไมโครเวฟต่อองค์ประกอบทางเคมี กรดอะมิโนและค่าการย่อยได้ของโปรตีนในหลอดทดลอง (*In Vitro* protein digestibility) ของหมอนแมลงวันลายสำหรับใช้เป็นแนวทางในการผลิตหมอนแมลงวันลายแห้งที่มีคุณภาพเพื่อใช้เป็นอาหารสัตว์

อุปกรณ์และวิธีการ

หมอนแมลงวันลายที่ใช้ในงานทดลองเลี้ยงด้วยอาหารไก่ โดยวัตถุดิบหลัก คือ ข้าวโพดและกากถั่วเหลือง ทำการเก็บหมอนสดที่อายุ 14 วันหลังจากฟักออกจากไข่ (Figure 1 A) จากนั้นนำไปแช่แข็งที่อุณหภูมิประมาณ -20°C . เพื่อร่อนนำไปทดลองต่อไป ในการทดลองจะนำหมอนออกมา

ละลายแล้วแบ่งหมอนออกเป็น 2 ชุด ๆ ละ 500 กรัม เพื่อนำไปทำแห้งแห้ง ดังนี้ Treatment 1 (T1) หมอนแมลงวันลายอบแห้งด้วยลมร้อน (Black soldier fly larvae drying by oven; BSFL-O) ด้วยตู้อบ (ED115-E2, BINDER GmbH, Tuttlingen, Germany) ที่อุณหภูมิ 60°C . เป็นระยะเวลา 48 ชั่วโมง (Figure 1 B) (De Marco *et al.*, 2015; Maurer *et al.*, 2016) และ Treatment 2 (T2) หมอนแมลงวันลายอบแห้งด้วยไมโครเวฟ (Black soldier fly larvae drying by microwave; BSFL-M) โดยใช้เครื่องไมโครเวฟ (EMM20K18GW, Electrolux AB Ltd., Stockholm, Sweden) ที่กำลังไฟ 500-550 วัตต์ ระยะเวลา 10-12 นาที (Figure 1 C) โดยอบให้หมอนแมลงวันลายแห้งจากนั้นจะถูกนำไปบดผ่านตะแกรงขนาด 0.5 มม. แช่เย็นที่อุณหภูมิ 4°C . จากนั้นทำการเตรียมตัวอย่างหมอนทั้ง 2 แบบโดยแบ่งออกเป็น 3 ซ้ำ เพื่อใช้ในการทดลอง

วิธีการทำการย่อยได้ในหลอดทดลอง (*In Vitro* digestibility)

ขั้นตอน อุปกรณ์ และวิธีการทำการย่อยได้ในหลอดทดลอง (*In Vitro* digestibility) จะทำตามวิธีของ Boisen and Fernández (1997) โดยนำตัวอย่างใส่ในหลอดทดลองจำนวน 3 ซ้ำต่อตัวอย่างจากนั้นเติมสารบัฟเฟอร์เพื่อจำลองสภาวะในกระเพาะอาหารโดยมีการปรับ pH ให้ได้ 2.0 จากนั้นเติมเอนไซม์เปปซิน (Pepsin) ทำการเขย่าด้วยเครื่อง Water bath (FWS-30, Faithful Instrument Co., Ltd., Hebei, China) ที่อุณหภูมิ 40°C . เป็นเวลา 6 ชั่วโมง จากนั้นปรับ pH เป็น 6.8 เพื่อจำลองสภาวะในลำไส้แล้วเติมเอนไซม์แพนครีเอติน (Pancreatin) เขย่าต่อด้วยเครื่อง Water bath ที่อุณหภูมิ 40°C . เป็นเวลา 18 ชั่วโมง แล้วกรองตัวอย่างด้วยถุงไนลอน (Nylon bag) จากนั้นนำตัวอย่างที่อยู่ไนลอนที่ไม่ผ่านการย่อยไปวิเคราะห์หาค่าโปรตีนโดยวิธี Kjeldahl method และนำค่าที่ได้มาคำนวณหาค่าการย่อยได้ต่อไป



Figure 1 A: Black soldier fly larvae (BSFL), B: Black soldier fly larvae drying by hot air oven (BSFL-O), C: Black soldier fly larvae drying by microwave (BSFL-M)

การวิเคราะห์ทางเคมี

หนอนแมลงวันลายทั้งสองแบบจะถูกแบ่งเป็นชนิดละ 3 ซ้ำ โดยนำไปวิเคราะห์หาค่าโภชนะด้วยวิธีการ Proximate analysis (AOAC, 2005) ประกอบด้วยวัตถุแห้ง (Dry matter; DM) โปรตีน (Crude protein) ไขมัน (Ether extract) เยื่อใย (Crude fiber) และเถ้า (Ash) วิเคราะห์หากรดอะมิโนด้วยเครื่อง Ultra-high performance liquid chromatography (UHPLC; 1100 Series LC system, Agilent Technologies, Santa Clara, CA) และวิเคราะห์หาเยื่อใยที่ไม่ละลายในสารละลายที่เป็นกลาง (Neutral detergent fiber; NDF) และส่วนของผนังเซลล์ที่ไม่ละลายในกรด (Acid detergent fiber; ADF) ตามวิธีของ Van Soest *et al.* (1970) ทั้งนี้มีการวิเคราะห์หาค่าโปรตีนและเถ้าที่รวมอยู่ในองค์ประกอบของ NDF และ ADF ซึ่งจะได้ค่า NDF-link protein, ADF-link protein และ ADF-ash จากนั้นจะนำมาคำนวณหาค่าไคตินตามวิธีของ Marono *et al.* (2015) จากสมการ $\text{Chitin (\%)} = \text{Ash free ADF (\%)} - \text{ADF-linked protein (\%)}$

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ค่าองค์ประกอบทางเคมี กรดอะมิโนและค่าการย่อยได้ของหนอนแมลงวันลายแสดงในรูปแบบค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

(Standard deviation) จากนั้นเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของทั้ง 2 กลุ่มด้วย Paired T-Test และกำหนดความแตกต่างที่ระดับนัยสำคัญ $P < 0.05$ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SAS Studio (SAS Inst. Inc., Cary, NC)

ผลการวิจัย

ค่าองค์ประกอบทางเคมีและกรดอะมิโน

ผลการศึกษาค่าองค์ประกอบทางเคมี (Table 1) พบว่าค่าวัตถุแห้งของ BSFL-O (97.39% DM) มีค่าสูงกว่า BSFL-M (93.03% DM) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) เช่นเดียวกับค่าไขมัน BSFL-M (32.01% DM) สูงกว่า ($P < 0.05$) BSFL-O (31.83% DM) ในขณะที่ค่าเยื่อใยใน BSFL-M (5.58% DM) มีค่าต่ำกว่า ($P < 0.05$) BSFL-M (5.77% DM) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) อย่างไรก็ตามค่าโภชนะอื่น ๆ ได้แก่ โปรตีน เถ้า ADF ADF-linked protein ADF-ash และ ash free ADF ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) นอกจากนี้เมื่อพิจารณาค่า NDF พบว่า BSFL-M (14.85% DM) มีค่าต่ำกว่า ($P < 0.05$) BSFL-O (15.30% DM) เช่นเดียวกันกับค่า NDF-link protein ใน BSFL-M (2.82 % DM) ที่มีค่าต่ำกว่า ($P < 0.05$) BSFL-O (5.22% DM) แต่ค่าไคตินไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) โดย BSFL-O และ BSFL-M มีค่าเท่ากับ 2.29 และ 2.17% DM ตามลำดับ

Table 1 Chemical composition (%DM) of the black soldier fly from two drying methods

Item	BSFL-O (n=3)	BSFL-M (n=3)	<i>P</i> -value
Dry mater (%DM)	97.39±0.03 ^a	93.09±0.17 ^b	<0.05
Crude protein (%DM)	46.51±0.17	46.62±0.32	0.86
Ether extract (%DM)	31.83±0.06 ^b	32.01±0.06 ^a	<0.05
Crude fiber (%DM)	5.77±0.02 ^a	5.58±0.04 ^b	<0.05
Ash (%DM)	6.23±0.02	6.18±0.04	0.15
Neutral detergent fiber (NDF; %DM)	15.30±0.04 ^a	14.85±0.09 ^b	<0.05
Acid detergent fiber (ADF; %DM)	6.44±0.03	6.04±0.13	0.08
NDF-linked protein ¹	5.22±0.48 ^a	2.82±0.36 ^b	<0.05
ADF-linked protein ²	3.68±0.05	3.50±0.05	0.33
ADF-ash ³	0.47±0.03	0.37±0.05	0.06
Ash free ADF ⁴	5.97±0.03	5.67±0.13	0.14
Chitin ⁵	2.29±0.02	2.17±0.04	0.33

BSFL-O: Black soldier fly drying by oven, BSFL-M: Black soldier fly drying by microwave

¹NDF-linked protein: Neutral detergent fiber combined with protein; ²ADF-linked protein: Acid detergent fiber combined with protein; ³ADF-ash: Acid detergent fiber combined with ash; ⁴ash free ADF: Acid detergent fiber non combined with ash (ADF-ADF-ash); ⁵Chitin: ash free ADF-ADF-linked protein values within the same raw carrying different superscript letters (a, b) are statistically significant at *P*-value<0.05 by Paired T-Test.

สำหรับปริมาณกรดอะมิโน (Table 2) พบว่า BSFL-O มีค่ากรดอะมิโนจำเป็นระหว่าง 0.50-3.47% DM และ BSFL-M มีค่าระหว่าง 0.78-3.79% DM โดยที่ ฮิสติดีน และทรีโอนีนของ BSFL-M (1.54 และ 0.50% DM ตามลำดับ) มีค่าสูงกว่า (*P*<0.05) BSFL-O (1.41 และ 0.78% DM ตามลำดับ) ขณะที่กรดอะมิโนไม่จำเป็น ของ BSFL-O มีค่าระหว่าง 1.05-5.12% DM และ BSFL-M มีค่าระหว่าง 0.94-5.43% DM โดยที่กรดแอสปาดิก เซอรีน และไทโลซีนของ BSFL-M (5.11, 1.93 และ 3.69% DM ตามลำดับ) มีค่าสูงกว่า (*P*<0.05) BSFL-O (4.47, 1.70 และ 3.00% DM ตามลำดับ)

Table 2 Amino acids (%DM) of black soldier fly from two drying methods

Item	BSFL-O (n=3)	BSFL-M (n=3)	P-Value
Essential amino acid			
Arginine	3.47±0.11	3.79±0.15	0.41
Histidine	1.41±0.06 ^b	1.54±0.14 ^a	<0.05
Isoleucine	1.50±0.05	1.52±0.09	0.65
Leucine	2.84±0.10	3.02±0.03	0.09
Lysine	2.02±0.05	2.06±0.08	0.78
Methionine	2.90±0.10	2.91±0.61	0.88
Phenylalanine	1.39±0.06	1.48±0.11	0.22
Threonine	0.50±0.13 ^b	0.78±1.77 ^a	<0.05
Valine	0.60±0.02	0.63±0.06	0.06
Non-essential amino acid			
Alanine	3.75±0.19	4.00±0.04	0.37
Aspartic acid	4.47±0.19 ^b	5.11±0.03 ^a	<0.05
Cystine	1.05±0.08	0.94±0.01	0.32
Glycine	1.14±0.04	1.26±0.02	0.09
Glutamic acid	5.12±0.24	5.43±0.25	0.12
Proline	2.62±0.05	2.50±0.01	0.36
Serine	1.70±0.08 ^b	1.93±0.01 ^a	<0.05
Tyrosine	3.00±0.14 ^b	3.69±0.07 ^a	<0.05

BSFL-O: black soldier fly drying by oven, BSFL-M: black soldier fly drying by microwave

Values within the same raw carrying different superscript letters (a, b) are statistically significant at P -value<0.05 by Paired T-Test.

ค่าการย่อยได้ในหลอดทดลอง (*In vitro* digestibility)

ค่าการย่อยได้ของโปรตีน วัสดุแห้ง และ อินทรีย์วัตถุในหลอดทดลอง (Table 3) พบว่า ค่าการย่อยได้ของโปรตีนใน BSFL-O (86.80%) ต่ำกว่า (P <0.05) BSFL-M (88.69%) เช่นเดียวกับค่าการย่อย

ได้วัตถุแห้งใน BSFL-O (88.77%) ต่ำกว่า (P <0.05) BSFL-M (91.05 %) อย่างไรก็ตามค่าการย่อยได้ อินทรีย์วัตถุใน BSFL-O และ BSFL-M ไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P >0.05)

Table 3 *In vitro* digestibility (%) of black soldier fly two drying methods

<i>In vitro</i> digestibility	BSFL-O (n=3)	BSFL-M (n=3)	<i>P</i> -value
Dry matter	88.77±0.26 ^b	91.05±0.22 ^a	<0.05
Crude protein	86.80±0.32 ^b	88.69±0.02 ^a	<0.05
Organic matter	87.39±1.44	88.64±1.15	0.36

BSFL-O: black soldier fly drying by oven, BSFL-M: black soldier fly drying by microwave, SEM: standard error of mean

Values within the same raw carrying different superscript letters (a, b) are statistically significant at *P*-value<0.05 by Paired T-Test.

วิจารณ์ผลการวิจัย

จากผลการศึกษาค่าผลของการอบแห้งด้วยวิธีการอบลมร้อนและไมโครเวฟของหนอนแมลงวันลายต่อค่าโภชนะ พบว่ามีค่าโปรตีนไม่แตกต่างกันเนื่องจากความร้อนไม่มีผลต่อปริมาณไนโตรเจนซึ่งใช้ในการคำนวณหาค่าโปรตีน สอดคล้องกับงานทดลองของ Purnamasari *et al.* (2021) ที่ศึกษาการทำหนอนแห้งพบว่า การใช้เตาอบไม่แตกต่างจากการใช้ไมโครเวฟมีค่าโปรตีน 37.77 และ 37.71% DM ตามลำดับ ในขณะที่ค่าวัตถุแห้งใน BSFL-O มีค่าสูงกว่าใน BSFL-M อาจเป็นผลมาจากการอบใช้เวลานานจนทำให้มีการสูญเสียน้ำหนักออกไปมากซึ่งการอบด้วยเตาอบสูญเสียน้ำหนักถึง 63% และยังทำให้หนอนมีสีเข้ม เนื้อเหนียวและแข็ง (Purnamasari *et al.*, 2021) สอดคล้องกับงานทดลองในครั้งนี้ที่พบว่าหนอนที่อบด้วยลมร้อนมีสีน้ำตาลเข้ม ตัวหนอนเหนียวและแข็ง ในขณะที่การอบด้วยไมโครเวฟมีสีเหลือง ตัวหนอนพองตัวและเนื้อไม่แข็ง เนื่องจากไมโครเวฟเป็นการให้ความร้อนที่ช่วยให้การระเหยความชื้นได้ดีและป้องกันการหดตัว รวมไปถึงลดการสูญเสียน้ำหนักของผลิตภัณฑ์ได้ (Guiné, 2018; Rakesh and Datta, 2011) สำหรับค่าไขมันใน BSFL-O (31.83% DM) มีค่าต่ำกว่าใน BSFL-M (32.01% DM) เนื่องจากการให้ความร้อนเป็นเวลานานของการอบลมร้อนทำให้ไขมันสลายหรือละลายออกมามาก สอดคล้องกับการศึกษาของ Purnamasari *et al.* (2021) พบว่าหนอนแมลงวัน

ลายที่อบลมร้อนมีไขมันต่ำกว่าไมโครเวฟ (25.62 และ 36.00% DM ตามลำดับ) เช่นเดียวกันกับการศึกษาของ Tschirner and Simon (2015) พบว่าการสกัดไขมันของหนอนแมลงวันลายด้วยความร้อน 60°C. จะทำให้ไขมันออกมามากกว่าที่ให้ความร้อน 50°C. และเมื่อให้ความร้อนในระยะเวลาที่เพิ่มขึ้นปริมาณไขมันที่สกัดได้จะมีปริมาณมากขึ้น ส่งผลให้ไขมันในหนอนแมลงลายมีแนวโน้มลดลง

สำหรับปริมาณกรดอะมิโนในหนอนแมลงวันลายจะเป็นตัวชี้วัดคุณภาพของโปรตีนได้ โดยกระบวนการทำแห้งด้วยการอบลมร้อนและไมโครเวฟอาจส่งผลต่อปริมาณของกรดอะมิโน จากการทดลองพบว่ากรดอะมิโนฮิสติดีน ทรีโอนีน กรดแอสปาดิก เซอรีนและไทโลซีนของ BSFL-O มีค่าต่ำกว่าใน BSFL-M ซึ่งอาจเป็นผลมาจากการให้ความร้อนเป็นเวลานานทำให้โครงสร้างของกรดอะมิโนถูกทำลายด้วยความร้อนและมีผลกระตุ้นให้เกิดการรวมตัวกับน้ำตาลรีดิวซ์ (Reducing sugar) เช่น กลูโคส ในปฏิกิริยาที่เรียกว่า Maillard reaction (Nursten, 2005) ส่งผลให้ปริมาณกรดอะมิโนลดลงและมีสารที่เรียกว่า Maillard reaction products เพิ่มขึ้น (Desrosiers and Savoie, 1991; Yeung *et al.*, 2006) สอดคล้องกับการทดลองของ Purnamasari *et al.* (2021) ที่ปริมาณของกรดอะมิโนของหนอนแมลงวันลายที่อบด้วยเตาอบลมร้อน (Oven) มีค่าต่ำกว่าที่อบด้วยไมโครเวฟ

การหาค่าการย่อยได้ในหลอดทดลองเป็นการจำลองการย่อยของสัตว์เพื่อใช้ในการประเมินคุณภาพของวัตถุดิบและการย่อยได้ของโภชนะเบื้องต้น จากผล

การศึกษาพบว่าค่าการย่อยได้โปรตีนของ BSFL-O มีค่าต่ำกว่า BSFL-M ซึ่งอาจเป็นผลมาจากการอบลมร้อนนั้นให้ความร้อนเป็นระยะเวลาสั้นกว่าไมโครเวฟซึ่งมีผลทำให้กลูโคสที่เป็นองค์ประกอบในโครงสร้างของ NDF ไปทำปฏิกิริยากับกรดอะมิโน (Goering *et al.*, 1973; Newkirk *et al.*, 2003) ทำให้ส่วนของไนโตรเจนของโปรตีนรวมเข้ากับส่วนของน้ำตาลรีดิวซ์ที่อยู่ในโครงสร้างของ NDF ส่งผลให้ ปริมาณ NDF และ NDF-link protein เพิ่มขึ้น (Pastuszeska *et al.*, 2003) สอดคล้องกับการทดลองในครั้งนี้ที่พบว่าการอบลมร้อนมีผลทำให้ NDF และ NDF-link protein ใน BSFL-O เพิ่มขึ้นสูงกว่าการใช้ไมโครเวฟ ทั้งนี้เอนไซม์เปปซินและแพนครีเอตินที่จะไม่สามารถย่อยโปรตีนที่รวมอยู่กับ NDF และ NDF-link protein ส่งผลให้ค่าการย่อยได้โปรตีนในตัวสัตว์ลดลง (Kaewtapee *et al.*, 2017)

สรุปผลการวิจัย

กระบวนการให้ความร้อนมีผลต่อต่อลักษณะทางกายภาพและคุณค่าทางโภชนาการ รวมถึงค่าการย่อยได้ของโปรตีนในหลอดทดลอง การอบด้วยตู้อบลมร้อนจะทำให้เกิดการสูญเสียลักษณะทางกายภาพและการอบเป็นระยะเวลาสั้นจะทำให้ปริมาณกรดอะมิโนลดลง ในขณะที่การอบแห้งโดยใช้ไมโครเวฟช่วยคงลักษณะทางกายภาพและลดการสูญเสียกรดอะมิโน ลดการเกิดปฏิกิริยา Maillard reaction ทำให้มีปริมาณ NDF-link protein ที่ต่ำส่งผลให้ค่าการย่อยได้ของโปรตีนในหลอดทดลองเพิ่มสูงขึ้น ดังนั้นกระบวนการทำแห้งด้วยไมโครเวฟจึงเป็นอีกหนึ่งแนวทางในการผลิตหนอนแมลงวันลายที่มีคุณภาพสำหรับใช้เป็นอาหารสัตว์ในระดับอุตสาหกรรม อย่างไรก็ตามควรมีการศึกษาหาค่าการย่อยได้ในตัวสัตว์และหาระดับการเสริมที่เหมาะสมสำหรับใช้เป็นแหล่งโปรตีนในอาหารต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยและนวัตกรรมจากสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.) และขอขอบคุณภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ในการทำวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- Alltech. 2021. **Alltech annual global feed survey**. [Online]. Available <https://one.alltech.com/2021-global-feed-survey/> (April 25, 2022).
- AOAC. 2005. **Official Methods of Analysis**, 18th (eds). Washington, DC: Association of Official Analytical Chemists. 246 p.
- Bawa, M., S. Songsermpong, C. Kaewtapee and W. Chanput. 2020. Effects of microwave and hot air oven drying on the nutritional, microbiological load, and color parameters of the house crickets (*Acheta domesticus*). **Journal of Food Processing and Preservation** 44(5): e14407.
- Boisen, S. and J.A. Fernández. 1997. Prediction of the total tract digestibility of energy in feedstuffs and pig diets by *In Vitro* analyses. **Animal Feed Science and Technology** 68(3-4): 277-286.

- De Marco, M., S. Martínez, F. Hernandez, J. Madrid, F. Gai, L. Rotolo, M. Belforti, D. Bergero, H. Katz, S. Dabbou, A. Kovitvadhi, I. Zoccarato, L. Gasco and A. Schiavone. 2015. Nutritional value of two insect larval meals (*Tenebrio molitor* and *Hermetia illucens*) for broiler chickens: apparent nutrient digestibility, apparent ileal amino acid digestibility and apparent metabolizable energy. **Animal Feed Science and Technology** 209: 211-218.
- Desrosiers, T. and L. Savoie. 1991. Extent of damage to amino acid availability of whey protein heated with sugar. **Journal of Dairy Research** 58(4): 431-441.
- Figiel, A. 2010. Drying kinetics and quality of beetroots dehydrated by combination of convective and vacuum-microwave methods. **Journal of Food Engineering** 98(4): 461-470.
- Giri, S. and S. Prasad. 2007. Drying kinetics and rehydration characteristics of microwave-vacuum and convective hot-air dried mushrooms. **Journal of Food Engineering** 78(2): 512-521.
- Goering, H.K., P.J. Van Soest and R.W. Hemken. 1973. Relative susceptibility of forages to heat damage as affected by moisture, temperature, and pH. **Journal of Dairy Science** 56(1): 137-143.
- Guiné, R. 2018. The drying of foods and its effect on the physical-chemical, sensorial and nutritional properties. **International Journal of Food Engineering** 2(4): 93-100.
- Huang, C., W. Feng, J. Xiong, T. Wang, W. Wang, C. Wang and F. Wang. 2019. Impact of drying method on the nutritional value of the edible insect protein from black soldier fly (*Hermetia illucens* L.) larvae: amino acid composition, nutritional value evaluation, *In Vitro* digestibility, and thermal properties. **European Food Research and Technology** 245(11): 1-11.
- Kaewtapee, C., M. Eklund, M. Wiltafsky, H.P. Piepho, R. Mosenthin and P. Rosenfelder. 2017. Influence of wet heating and autoclaving on chemical composition and standardized ileal crude protein and amino acid digestibility in full-fat soybeans for pigs. **Journal of Animal Science** 95(2): 779-788.
- Kim, B., H.R. Kim, S. Lee, Y.-C. Baek, J.Y. Jeong, H.T. Bang, S.Y. Ji and S.H. Park. 2021. Effects of dietary inclusion level of microwave-dried and press-defatted black soldier fly (*Hermetia illucens*) larvae meal on carcass traits and meat quality in broilers. **Animals** 11(3): 665.

- Lenaerts, S., M. Van Der Borght, A. Callens and L. Van Campenhout. 2018. Suitability of microwave drying for mealworms (*Tenebrio molitor*) as alternative to freeze drying: Impact on nutritional quality and colour. **Food Chemistry** 254: 129-136.
- Makkar, H.P.S., G. Tran, V. Heuzé and P. Ankers. 2014. State-of-the-art on use of insects as animal feed. **Animal Feed Science and Technology** 197: 1-33.
- Marono, S., G. Piccolo, R. Loponte, C.D. Meo, Y.A. Attia, A. Nizza and F. Bovera. 2015. *In Vitro* crude protein digestibility of *Tenebrio molitor* and *Hermetia illucens* insect meals and its correlation with chemical composition traits. **Italian Journal of Animal Science** 14(3): 338-343.
- Maurer, V., M. Holinger, Z. Amsler, B. Früh, J. Wohlfahrt, A. Stamer and F. Leiber. 2016. Replacement of soybean cake by *Hermetia illucens* meal in diets for layers. **Journal of Insects as Food and Feed** 2(2): 83-90.
- Newkirk, R.W., H.L. Classen, T.A. Scott and M.J. Edney. 2003. The digestibility and content of amino acids in toasted and non-toasted canola meals. **Canadian Journal of Animal Science** 83(1): 131-139.
- Nursten, H.E. 2005. **The Maillard Reaction: Chemistry, Biochemistry and Implications**. United Kingdom: Royal Society of Chemistry, Cambridge. 208 p.
- Oonincx, D.G.A.B. and I.J.M. de Boer. 2012. Environmental impact of the production of mealworms as a protein source for humans—a life cycle assessment. **PLOS One** 7(12): e51145.
- Ottoboni, M., T. Spranghers, L. Pinotti, A. Baldi, W. De Jaeghere and M. Eeckhout. 2017. Inclusion of *Hermetia illucens* larvae or prepupae in an experimental extruded feed: process optimization and impact on *in vitro* digestibility. **Italian Journal of Animal Science** 17(2): 418-427.
- Pastuszezowska, B., G. Jabłocki, L. Buraczewska, P. Dakowski, M. Taciak, R. Matyjek and A. Ochtabińska. 2003. The protein value of differently processed rapeseed solvent meal and cake assessed by *in vitro* methods and in tests with rats. **Animal Feed Science and Technology** 106(1-4): 175-188.
- Purnamasari, L., D.C. Widyaningrum, W. Muhlison, M.E. Krismaputri, I. Sucipto and N. Pratiwi. 2021. Amino acid profile and proximate composition of black soldier fly larvae (*Hermetia illucens*) with two drying methods. p. 48. *In International Seminar on Livestock Production and Veterinary Technology*. Jakarta: University of Jember.
- Rakesh, V. and A. Datta. 2011. Microwave puffing mathematical modeling and optimization. **Procedia Food Science** 1: 762-769.

- Ravindran, V. and R. Blair. 1993. Feed resources for poultry production in Asia and the Pacific. Iii. Animal protein sources. **World's Poultry Science Journal** 49(3): 219-235.
- Schiavon, A., M. De Marco, S. Martinez, S. Dabbou, M. Renna, J. Madrid, F. Hernandez, L. Rotolo, P. Costa, F. Gai and L. Gasco. 2017. Nutritional value of a partially defatted and a highly defatted black soldier fly larvae (*Hermetia illucens* L.) meal for broiler chickens: apparent nutrient digestibility, apparent metabolizable energy and apparent ileal amino acid digestibility. **Journal of Animal Science and Biotechnology** 8(1): 1-9.
- Sunjka, P., T. Rennie, C. Beaudry and G. Raghavan. 2004. Microwave convective and microwave-vacuum drying of cranberries: a comparative study. **Drying Technology** 22(5): 1217-1231.
- Tschirner, M. and A. Simon. 2015. Influence of different growing substrates and processing on the nutrient composition of black soldier fly larvae destined for animal feed. **Journal of Insects as Food and Feed** 1(4): 249-259.
- Van Huis, A., J. Van Isterbeeck, H. Klunder, E. Mertens, A. Halloran, G. Muir and P. Vantomme. 2013. **Edible Insects: Future Prospects for Food and Feed Security**. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. 191 p.
- Van Soest, P.J. 1970. The Chemical Basis for the Nutritive Evaluation of Forages. pp. 1-19. *In Proceedings Natn. Conf. Forage Qual. Eval. Util.* Lincoln: Univ, Nebraska.
- Yeung, C.Y., H.C. Lee, S.P. Lin, Y.C. Yang, F.Y. Huang and C.K. Chuang. 2006. Negative effect of heat sterilization on the free amino acid concentrations in infant formula. **European Journal of Clinical Nutrition** 60(1): 136-141.

พิษเฉียบพลันของแอมโมเนียต่อลูกปลานิล (*Oreochromis niloticus*)

ที่เลี้ยงในระดับ pH ต่างกัน

Acute Toxicity of Ammonia on Tilapia Fingerling (*Oreochromis niloticus*) Cultured at Different pH Levels

ทัศนีย์ นลวชัย* และศศิธร สีสุข

Thasanee Nonwachai* and Sasithon Sisuk

คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ พระนครศรีอยุธยา 13000
Faculty of Agricultural Technology and Agro-Industry, Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi
Phranakhon Si Ayutthaya, Thailand 13000

*Corresponding author: tsnnonwachai@gmail.com

Received: June 07, 2021

Revised: July 22, 2022

Accepted: August 22, 2022

Abstract

Acute toxicity of ammonia on tilapia fingerling (*Oreochromis niloticus*) cultured at pH 5, 7 and 9 was studied by using static bioassay methods to determine the median lethal concentration of ammonia that kill half of tilapia fingerling population within 24 hours (24-hr LC₅₀). Ten tilapia fingerlings with average size of 3 cm were placed in a 2.5 l test jar containing 2 l of water. Treatments which included 3 levels of pH 5, 7 and 9. Behavior and mortality rate of tilapia fingerlings were observed in this studied within 24 hours. Probit analysis was performed for evaluating the median lethal concentration. The 24-hr LC₅₀ of ammonia at pH 5, 7 and 9 were found to be 2.35 (1.07-5.21), 10.54 (6.34-18.76 and 1.56 (0.72-3.43) ppm respectively. The results from this study showed that different pH levels had an effect on levels of ammonia toxicity and mortality rate of tilapia fingerling. At pH 9, ammonia was most toxic to tilapia fingerling, followed by pH 5 and 7, respectively.

Keywords: acute toxicity, ammonia, pH, tilapia fingerling

บทคัดย่อ

การศึกษาพิษเฉียบพลันของแอมโมเนียต่อลูกปลานิล (*Oreochromis niloticus*) ที่เลี้ยงในระดับ pH 5, 7 และ 9 โดยใช้วิธีชีววิเคราะห์แบบน้ำนิ่ง (Static bioassay) เพื่อหาระดับความเข้มข้นของแอมโมเนียที่ทำให้ลูกปลานิลตายครึ่งหนึ่ง (Median lethal concentration)

ภายในระยะเวลา 24 ชั่วโมง (24-hr LC₅₀) ทำการทดลองโดยนำลูกปลานิลขนาดความยาวเฉลี่ย 3 ซม. ใส่ในโหลทดลองขนาดความจุ 2.5 ลิตร (10 ตัว/โหล) บรรจุน้ำ 2 ลิตร ที่มี pH 3 ระดับ ได้แก่ pH 5, 7 และ 9 สังเกตพฤติกรรมและอัตราการตายของลูกปลานิลภายในระยะเวลา 24 ชั่วโมงคำนวณหาค่าความเข้มข้นที่ทำให้ลูกปลานิลตายครึ่งหนึ่งด้วยการวิเคราะห์โพรบิต (Probit

analysis) พบว่า ที่ระดับ pH 5, 7 และ 9 มีค่า 24-hr LC₅₀ ของแอมโมเนียเท่ากับ 2.35 (1.07-5.21), 10.54 (6.34-18.76 และ 1.56 (0.72-3.43) ppm ตามลำดับ ผลจากการศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าระดับ pH ที่แตกต่างกันมีผลต่อความเป็นพิษของแอมโมเนียและอัตราการตายของลูกปลานิล โดยระดับ pH 9 จะทำให้แอมโมเนียมีความเป็นพิษต่อลูกปลานิลมากที่สุด รองลงมาคือ ระดับ pH 5 และ 7 ตามลำดับ

คำสำคัญ: พิษเฉียบพลัน แอมโมเนีย pH ลูกปลานิล

คำนำ

ปลานิล (*Oreochromis niloticus*) ถือว่าเป็นปลาเศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่งของประเทศไทยมีลักษณะเด่น คือ ส่วนหัวเล็ก ลำตัวกว้าง สันหนาและมีการพัฒนาปรับปรุงพันธุ์ เพื่อให้ได้ผลผลิตสูง ในปัจจุบันมีการเลี้ยงปลานิลอย่างแพร่หลาย และเพื่อเป็นการเพิ่มผลผลิตเกษตรกรจึงมักเลี้ยงปลานิลในอัตราความหนาแน่นสูงซึ่งเป็นสาเหตุให้สภาพแวดล้อมภายในบ่อเลี้ยงมีความเสื่อมโทรมลงจากการสะสมของเสียจากอาหารเหลือและสิ่งขับถ่ายของสัตว์น้ำในรูปของสารประกอบไนโตรเจนที่เป็นพิษต่อปลา ได้แก่ แอมโมเนียและไนไตรท์ซึ่งจะอยู่ในรูปที่เป็นพิษมากเมื่อมีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) สูงขึ้น (Nonwachai and Wanjing, 2016)

แอมโมเนียเป็นสารประกอบไนโตรเจนที่เป็นพิษต่อสัตว์น้ำ เกิดจากการย่อยสลายอินทรีย์ที่มาจากอาหารขับถ่ายของสิ่งมีชีวิต ซากของสิ่งมีชีวิตที่ตายแล้ว และอาหารสัตว์น้ำที่เหลือตกค้าง แอมโมเนียที่พบอยู่ในน้ำจะแบ่งเป็นสองรูปแบบคือ แอมโมเนีย (NH₃) ซึ่งเป็นพิษต่อสัตว์น้ำ และแอมโมเนียมไอออน (NH₄⁺) ซึ่งไม่เป็นพิษต่อสัตว์น้ำ ในการวัดแอมโมเนียทั่วไปจะวัดรวมทั้งสองรูปความเป็นพิษของแอมโมเนียจะขึ้นอยู่กับค่า pH อุณหภูมิ

และปริมาณเกลือแร่ โดยปริมาณแอมโมเนียจะเพิ่มขึ้นตามค่า pH และอุณหภูมิที่สูงขึ้น เมื่อปริมาณแอมโมเนียในน้ำสูงขึ้นจะมีผลทำให้การขับถ่ายแอมโมเนียของปลาทำได้น้อยลง ทำให้เกิดการสะสมของแอมโมเนียในเลือดและเนื้อเยื่อ ส่งผลให้พีเอชของเลือดเพิ่มขึ้น นอกจากนี้แอมโมเนียยังเป็นสาเหตุให้เนื้อเยื่อต่าง ๆ ใช้ออกซิเจนเพิ่มมากขึ้น และลดความสามารถของเลือดในการขนส่งออกซิเจน แอมโมเนียในความเข้มข้นระดับต่ำ ที่ไม่ทำให้ปลาตายมีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของเนื้อเยื่อของไต ม้าม ต่อมไทรอยด์ และเลือดของปลา และทำให้ปลาอ่อนแอ ติดโรคร่างกายและการเจริญเติบโตลดลง (Thongdon-A, 2013) ที่ผ่านมามีการศึกษาพิษเฉียบพลันของแอมโมเนียในสัตว์น้ำหลายงานวิจัย เช่น การศึกษาของ Keratethaweek et al. (2013) พบว่าค่า LC₅₀ ของแอมโมเนียต่อปลานิลที่ 24 ชั่วโมงมีค่าเท่ากับ 42.78 (39.89-45.67) ppm Prasertsom (2004) ทำการทดลองพิษเฉียบพลันของแอมโมเนียต่อลูกปลากะพงขาวขนาด 3.7 นิ้ว ในเวลา 24, 48, 72 และ 96 ชั่วโมง พบว่า ค่า LC₅₀ ของแอมโมเนีย-ไนโตรเจน (NH₃-N) มีค่าเท่ากับ 1.28, 1.14, 0.96 และ 0.78 ppm ตามลำดับโดยมีค่าความเข้มข้นที่ปลอดภัย (Safe concentration) เท่ากับ 0.064, 0.057, 0.048 และ 0.039 ppm ตามลำดับ ทั้งนี้งานวิจัยส่วนใหญ่จะเป็นการศึกษาพิษเฉียบพลันของแอมโมเนียเพียงอย่างเดียวโดยไม่ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างแอมโมเนียและค่า pH

ดังนั้นการศึกษานี้จะเป็นการศึกษาพิษเฉียบพลันของแอมโมเนียต่อลูกปลานิลที่เลี้ยงในระดับ pH ต่างกัน ภายในระยะเวลา 24 ชั่วโมง เพื่อให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างแอมโมเนียและ pH ผลจากการศึกษาครั้งนี้เกษตรกรผู้เลี้ยงปลาสามารถนำไปประยุกต์ใช้เพื่อควบคุมคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายของสัตว์น้ำ เพิ่มประสิทธิภาพในการเลี้ยงสัตว์น้ำให้ประสบความสำเร็จต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

การเตรียมสัตว์ทดลอง

นำลูกปลานิลความยาวเฉลี่ย 3 เซนติเมตร จำนวน 3,000 ตัว จากแหล่งจำหน่ายพันธุ์ปลาที่จังหวัดอุทัยธานี มาพักไว้ในถังไฟเบอร์กลาสขนาด 500 ลิตร เป็นระยะเวลา 3 วัน เพื่อปรับสภาพให้อาหาร 2 มื้อต่อวัน (เช้า-เย็น) มีการให้ออกซิเจนตลอดเวลา ก่อนทำการทดลองจะงดให้อาหารก่อนการทดลอง 1 วัน

การเตรียมน้ำ

นำน้ำประปา (ที่ทำให้ปราศจากคลอรีนแล้ว ตรวจสอบคลอรีน ที่ตกค้างโดยใช้ชุดทดสอบคลอรีน) มาปรับระดับ pH ให้ได้ระดับ pH ที่ระดับ 5, 7 และ 9 โดยใช้สาร CH_3COOH (Acetic acid) ในการลดระดับ pH และใช้ Sodium hydroxide ในการเพิ่มระดับ pH เติมน้ำใส่ ถังไฟเบอร์กลาส ขนาด 500 ลิตร โดยค่อย ๆ เติมน้ำที่ใช้สำหรับปรับระดับ pH ลงในถังจนได้ระดับ pH ที่ต้องการ วัดระดับ pH โดยใช้ pH meter (pH meter ORION Model Sa520) ในการวัดค่า pH ก่อนนำน้ำไปใช้ในการทดลอง

การเตรียมแอมโมเนียรวม

อบแอมโมเนียมคลอไรด์ (NH_4Cl) ที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 30 นาที ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น จากนั้นเตรียมสารละลายมาตรฐาน (Stock solution) ของแอมโมเนีย โดยละลายแอมโมเนียมคลอไรด์ 38.2 กรัมในน้ำกลั่น 1 ลิตร ได้สารละลายที่มีความเข้มข้น 10,000 มก./ลิตร Ammonia-N และทำให้เจือจางด้วยน้ำที่เตรียมไว้สำหรับทดลองให้ได้ความเข้มข้นของแอมโมเนียตามที่ต้องการ (Nonwachai, 2012) โดยใช้สูตร

$$(N_1V_1) \text{ Stock solution} = (N_2V_2) \text{ Dilution}$$

N = ความเข้มข้นของสารละลาย (mg/l ammonia-N)

V = ปริมาตรของสารละลาย (หน่วยเป็นมิลลิลิตร)

การศึกษาพิษเฉียบพลันของแอมโมเนียต่อลูกปลานิลที่เลี้ยงในระดับ pH ต่างกัน 3 ระดับ ภายในระยะเวลา 24 ชั่วโมง

นำลูกปลานิลมาทดลองเพื่อหาค่าความเข้มข้นของแอมโมเนียที่ทำให้สัตว์ทดลองตาย 50 เปอร์เซ็นต์ภายในระยะเวลา 24 ชั่วโมงโดยใช้วิธีชีววิเคราะห์แบบน้ำนิ่ง (Static bioassay) ตามวิธีของ American Public Health Association [APHA] (1992) การทดลองประกอบด้วย 2 ขั้นตอน ได้แก่

การทดลองขั้นต้น (Range finding test)

หาระดับความเข้มข้นช่วงกว้าง คือระดับความเข้มข้นต่ำสุดที่ทำให้ลูกปลานิลตาย 100 เปอร์เซ็นต์และระดับความเข้มข้นสูงสุดที่ทำให้ลูกปลานิลมีชีวิตรอดตาย 100 เปอร์เซ็นต์ ภายในระยะเวลา 24 ชั่วโมง โดยกำหนดความเข้มข้นของแอมโมเนียออกเป็น 15 ระดับ ดังนี้

pH 5 ได้แก่ 0 (ชุดควบคุม), 0.05, 0.1, 0.5, 1, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45 และ 50 ppm

pH 7 ได้แก่ 0 (ชุดควบคุม), 0.05, 0.1, 0.5, 1, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45 และ 50 ppm

pH 9 ได้แก่ 0 (ชุดควบคุม), 0.05, 0.1, 0.5, 1, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45 และ 50 ppm

ทำการทดลองโดยเติมน้ำแอมโมเนียในโหลทดลองขนาด 2.5 ลิตร ที่ใส่น้ำประปาที่ปรับค่า pH ต่างกัน 3 ระดับ ปริมาณ 2 ลิตร หลังจากนั้นใส่ลูกปลานิลลงไปโหลละ 10 ตัว ในทุกโหลควบคุมปริมาณออกซิเจนให้อยู่ที่ 4 มก./ลิตร ตลอดระยะเวลาการทดลอง แต่ละความเข้มข้นทำการทดลอง 3 ซ้ำ สังเกตและบันทึกผลจำนวนลูกปลานิลที่ตายภายใน 24 ชั่วโมง โดยใช้เกณฑ์การตัดสินว่าสัตว์ทดลองตายจากการหยุดเคลื่อนไหว (Throp and Lake, 1974) นำค่าความเข้มข้นที่ได้ไปจัดระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมในการทดลองอย่างละเอียดต่อไป

การทดลองอย่างละเอียด (Definitive test)

จัดระดับความเข้มข้นซึ่งอยู่ในช่วงที่ลูกปลานิลรอดตายและตาย 100 เปอร์เซ็นต์จากการทดลองขั้นต้น

เพื่อหาระดับความเข้มข้นของแอมโมเนียที่ทำให้ลูกปลานิลตายครึ่งหนึ่งภายใน 24 ชั่วโมง โดยการนำผลการทดลองขึ้นต้นมาจัดระดับความเข้มข้นของแอมโมเนียออกเป็น 7 ระดับโดยใช้วิธีลอการิทึมในแต่ละระดับ pH ดังนี้

pH 5 ได้แก่ 0 (ชุดควบคุม), 0.1, 0.34, 1.15, 3.90, 13.25 และ 45 ppm

pH 7 ได้แก่ 0 (ชุดควบคุม), 1, 2.19, 4.79, 10.46, 22.85 และ 50 ppm

pH 9 ได้แก่ 0 (ชุดควบคุม), 0.05, 0.18, 0.65, 2.33, 8.39 และ 30 ppm

ทำการทดลองเช่นเดียวกับการทดลองขึ้นต้นเมื่อเสร็จสิ้นการทดลองนำเปอร์เซ็นต์การตายของลูกปลานิลในแต่ละระดับความเข้มข้นไปคำนวณหาความเข้มข้นที่ทำให้ลูกปลานิลตาย 50 เปอร์เซ็นต์ ภายใน 24 ชั่วโมง (24-hr LC₅₀) โดยการวิเคราะห์แบบโปรบิตตามวิธีของ Finney (1971)

ผลการวิจัยและวิจารณ์

การศึกษาพิษเฉียบพลันของแอมโมเนียต่อลูกปลานิลที่เลี้ยงในระดับ pH ต่างกัน 3 ระดับ ได้แก่ 5, 7 และ 9 ภายในระยะเวลา 24 ชั่วโมง พบว่า จากการทดลองขึ้นต้น

ระดับความเข้มข้นต่ำสุดของแอมโมเนียที่ระดับ pH 5, 7 และ 9 ที่ทำให้ปลานิลตาย 100 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเท่ากับ 45, 50 และ 30 ppm ตามลำดับ และระดับความเข้มข้นสูงสุดของแอมโมเนียที่ทำให้ลูกปลานิลรอดตาย 100 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเท่ากับ 0.1, 1 และ 0.05 ppm ตามลำดับ (Table 1) เมื่อนำค่าที่ได้มาจัดระดับความเข้มข้นในการทดลองขึ้นละเอียด โดยกำหนดความเข้มข้นของแอมโมเนียที่ระดับ pH 5 ออกเป็น 7 ระดับ ได้แก่ 0, 0.1, 0.34, 1.15, 3.90, 13.25 และ 45 ppm พบว่าลูกปลานิลมีอัตราการตายสะสมเท่ากับ 0.00±0.00, 0.00±0.00, 36.67±5.77, 36.67±5.77, 56.66±5.77, 80.00±10.00 และ 100.00±0.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ กำหนดความเข้มข้นของแอมโมเนียที่ระดับ pH 7 ออกเป็น 7 ระดับ ได้แก่ 0, 1, 2.29, 4.79, 10.46, 22.85 และ 50 ppm พบว่ามีอัตราการตายสะสมของลูกปลานิลเท่ากับ 0.00±0.00, 0.00±0.00, 20.00±10.00, 36.67±5.77, 46.66±5.77, 66.66±5.77 และ 100.00±0.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และกำหนดความเข้มข้นของแอมโมเนียที่ระดับ pH 9 ออกเป็น 7 ระดับ ได้แก่ 0.05, 0.18, 0.65, 2.33, 8.39 และ 30 ppm พบว่ามีอัตราการตายสะสมของลูกปลานิลเท่ากับ 0.00±0.00, 0.00±0.00, 23.33±5.77, 30.00±10.00, 50.00±10.00, 83.33±11.55 และ 100.00±0.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Table 2)

Table 1 Cumulative mortality of Tilapia fingerling (*Oreochromis niloticus*) after exposure to ammonia at pH 5, 7 and 9 for 24 hours (range finding test)

Ammonia (ppm)	Replication			Total	Average	Percent
	1	2	3			
pH 5						
0 (control)	0	0	0	0	0.00	0.00±0.00
0.05	0	0	0	0	0.00	0.00±0.00
0.1	0	0	0	0	0.00	0.00±0.00
0.5	1	0	1	2	0.67	6.67±0.58
1	3	1	2	6	2.00	20.00±1.00
5	4	2	3	9	3.00	30.00±1.00
10	5	3	5	13	4.33	43.33±1.15
15	6	4	6	16	5.33	53.33±1.15

Table 1 (Continued)

Ammonia (ppm)	Replication			Total	Average	Percent
	1	2	3			
20	6	5	7	18	6.00	60.00±1.00
25	7	6	8	21	7.00	70.00±1.00
30	7	7	8	22	7.33	73.33±0.58
35	8	8	9	25	8.33	83.33±0.58
40	9	9	9	27	9.00	90.00±0.00
45	10	10	10	30	10.00	100.00±0.00
50	10	10	10	30	10.00	100.00±0.00
pH 7						
0 (control)	0	0	0	0	0.00	0.00±0.00
0.05	0	0	0	0	0.00	0.00±0.00
0.1	0	0	0	0	0.00	0.00±0.00
0.5	0	0	0	0	0.00	0.00±0.00
1	0	0	0	0	0.00	0.00±0.00
5	1	1	2	4	1.33	13.33±0.58
10	1	2	2	5	1.67	16.67±0.58
15	2	3	3	8	2.67	26.67±0.58
20	3	4	5	12	4.00	40.00±1.00
25	5	4	5	14	4.67	46.67±0.58
30	6	5	7	18	6.00	60.00±1.00
35	7	6	8	21	7.00	70.00±1.00
40	8	9	8	25	8.33	83.33±0.58
45	9	9	9	27	9.00	90.00±0.00
50	10	10	10	30	10.00	100.00±0.00
pH9						
0 (control)	0	0	0	0	0.00	0.00±0.00
0.05	0	0	0	0	0.00	0.00±0.00
0.1	0	1	0	1	0.33	3.33±0.58
0.5	1	1	2	4	1.33	13.33±0.58
1	2	3	4	9	3.00	30.00±1.00
5	4	3	3	10	3.33	33.33±0.58
10	4	5	6	15	5.00	50.00±1.00
15	5	6	5	16	5.33	53.33±0.58
20	6	7	7	20	6.67	66.67±0.58
25	9	8	8	25	8.33	83.33±0.58
30	10	10	10	30	10.00	100.00±0.00
35	10	10	10	30	10.00	100.00±0.00
40	10	10	10	30	10.00	100.00±0.00
45	10	10	10	30	10.00	100.00±0.00
50	10	10	10	30	10.00	100.00±0.00

Table 2 Cumulative mortality of Tilapia fingerling (*Oreochromis niloticus*) after exposure to ammonia at pH 5, 7 and 9 for 24 hours (definitive test)

Ammonia (ppm)	Replication			Total	Average	Percent
	1	2	3			
pH 5						
0 (control)	0	0	0	0	0.00	0.00±0.00
0.1	0	0	0	0	0.00	0.00±0.00
0.34	4	3	3	10	3.33	33.33±0.58
1.15	4	4	3	11	3.67	36.67±0.58
3.90	6	5	6	17	5.67	56.67±0.58
13.25	7	8	7	22	7.33	73.33±0.58
45	10	10	10	30	10.00	100.00±0.00
pH 7						
0 (control)	0	0	0	0	0.00	0.00±0.00
1	0	0	0	0	0.00	0.00±0.00
2.19	1	2	3	6	2.00	20.00±1.00
4.79	3	4	4	11	3.67	36.67±0.58
10.46	5	5	4	14	4.67	46.67±0.58
22.85	7	6	7	20	6.67	66.67±0.58
50	10	10	10	30	10.00	100.00±0.00
pH 9						
0 (control)	0	0	0	0	0.00	0.00±0.00
0.05	0	0	0	0	0.00	0.00±0.00
0.18	2	3	2	7	2.33	23.33±0.58
0.65	4	3	2	9	3.00	30.00±1.00
2.33	5	6	4	15	5.00	50.00±1.00
8.39	7	9	9	25	8.33	83.33±1.15
30	10	10	10	30	10.00	100.00±0.00

เมื่อนำเปอร์เซ็นต์การตายของลูกปลานิลในแต่ละระดับความเข้มข้นไปคำนวณหาความเข้มข้นที่ทำให้ลูกปลานิลตาย 50 เปอร์เซ็นต์ ภายใน 24 ชั่วโมง พบว่าค่า 24-hr LC₅₀ ของแอมโมเนียต่อลูกปลานิลที่เลี้ยงใน ระดับ pH 9 มีค่าน้อยที่สุด เท่ากับ 1.56 (0.72-3.43) ppm รองลงมา ได้แก่ ระดับ pH 5 และ 7 ซึ่งมี ค่า 24-hr LC₅₀ เท่ากับ 2.35 (1.07-5.21) และ 10.54 (6.34-18.76) ppm ตามลำดับ (Table 3) แสดงให้เห็นว่าระดับ pH 9 จะทำให้แอมโมเนียมีความเป็นพิษต่อลูกปลานิล

มากที่สุด รองลงมา คือ ระดับ pH 5 และ 7 ตามลำดับ ผลจากการศึกษาครั้งนี้ชี้ให้เห็นว่าการเปลี่ยนแปลงของระดับ pH มีผลต่อความเป็นพิษของแอมโมเนีย และอัตราการตายของลูกปลานิล ในขณะที่การศึกษาก่อนหน้าจะเป็น การศึกษาเฉพาะพิษเฉียบพลันของแอมโมเนียเพียงปัจจัยเดียว เช่น Keratethaweek *et al.* (2013) รายงาน ความเป็นพิษเฉียบพลันของแอมโมเนียในลูกปลานิล ที่น้ำหนักเฉลี่ย 0.23 กรัม พบว่ามีค่า 24-hr LC₅₀ เท่ากับ 42.78 (39.89-45.67) ppm Kaewmanee (2009)

รายงานค่าความเป็นพิษของแอมโมเนียในลูกปลานิล ขนาดเฉลี่ย 0.23 กรัม มีค่า 24-hr LC₅₀ ของแอมโมเนีย เท่ากับ 40.66 (39.53-41.83) ppm Chervinski (1982) รายงานว่าความเข้มข้นของแอมโมเนีย 2.4 ppm ทำให้ ปลานิลตาย 50 เปอร์เซ็นต์ ในเวลา 48 ชั่วโมง Robert *et al.* (1978) ศึกษาพิษเฉียบพลันของแอมโมเนียในปลา

cutthroat trout (*Salmo clarki*) ขนาด 1-3 g พบว่าค่า LC₅₀ มีค่าอยู่ระหว่าง 0.5-0.8 ppm ในระยะเวลา 96 ชม. และ 0.3-0.6 ppm ใน 36 วัน ซึ่งจะเห็นได้ว่าค่า LC₅₀ ของแอมโมเนียต่อสัตว์น้ำอาจมีความแตกต่างกันซึ่งมี สาเหตุมาจากชนิดและขนาดของสัตว์น้ำ รวมทั้ง ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง

Table 3 The 24-hr LC₅₀ of ammonia on Tilapia fingerling (*Oreochromis niloticus*) at pH 5, 7 and 9

pH	LC ₅₀ (ppm)	Lower limit (ppm)	Upper limit (ppm)
5	2.35	1.07	5.21
7	10.54	6.34	18.76
9	1.56	0.72	3.43

ปลานิลสามารถทนต่อ pH ระหว่าง 4.0-11.0 แต่พบว่าค่าที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตอยู่ระหว่าง 7.0-10.0 (Hiranwattana *et al.*, 1993; Kongprasert, 2000) ค่า pH ระหว่าง 9-11 จะทำให้สัตว์น้ำมีการเจริญเติบโตที่ลดลง และหาก pH มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 11 จะทำให้เกิดความเป็นพิษต่อสัตว์น้ำและทำให้สัตว์น้ำตายได้ (Boyd and Tucker, 1998) ค่า pH ที่ระดับน้อยกว่า 6.5 จะมีผลทำให้ปลาหรือสัตว์น้ำที่ได้รับการสัมผัสเป็นเวลานาน เกิดสภาวะการเจริญเติบโตช้าหรือมีผลทำลายระบบสืบพันธุ์ของสัตว์น้ำเหล่านั้น และหากค่า pH มีระดับที่ต่ำกว่า 4 จะทำให้สัตว์น้ำตายได้ pH (Boyd, 1982) นอกจากนี้ pH ยังมีผลทางอ้อมให้เกิดความเป็นพิษต่อสัตว์น้ำ Dent (1986) ได้รายงานว่าที่ระดับ pH ต่ำ จะมีผลทำให้ปริมาณอะลูมิเนียมไอออน (Al³⁺) เหล็กไอออน (Fe²⁺) และไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H₂S) ซึ่งเป็นไอออนและสารประกอบที่มีความเป็นพิษต่อสัตว์น้ำละลายอยู่มากกว่าในระดับ pH ที่สูงกว่า

จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าระดับความเข้มข้นของแอมโมเนียที่ทำให้ลูกปลานิลที่เลี้ยงในระดับ pH 5, 7 และ 9 เกิดการตายจะมีระดับความเข้มข้นเริ่มตั้งแต่ 0.5, 5 และ

0.1 ppm ตามลำดับ โดยลูกปลานิลที่เลี้ยงในระดับ pH 7 จะมีความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงของแอมโมเนียมากที่สุด ในขณะที่ลูกปลาที่เลี้ยงในระดับ pH 9 และ 5 จะมีอัตราการตายของลูกปลาที่สูงกว่า ทั้งนี้เนื่องจากที่ระดับ pH 9 ความเป็นพิษของแอมโมเนียจะมีค่าสูงขึ้น การที่ pH ของน้ำสูงขึ้น แอมโมเนียจะเปลี่ยนไปอยู่ในรูปที่เป็นพิษมากขึ้น คือ NH₃ เช่น ที่ระดับ pH 7.4 มีปริมาณแอมโมเนียที่อยู่ในรูปที่เป็นพิษต่อสัตว์น้ำ 1.73 เปอร์เซ็นต์ เมื่อ pH เพิ่มขึ้นที่ระดับ 8.4 พบว่ามีค่าแอมโมเนียที่เป็นพิษมากกว่า pH 7.4 ถึง 8 เท่า ในขณะที่ปริมาณแอมโมเนียรวมมีค่าเท่ากัน แอมโมเนียที่เป็นพิษขึ้นกับปริมาณ ammonia-N, pH, ความเค็ม และอุณหภูมิ (Nonwachai, 2012) ที่ระดับ pH 5 แม้จะไม่ทำให้แอมโมเนียมีความเป็นพิษเพิ่มขึ้น แต่ในระดับ pH 5 นั้นเป็นระดับที่ไม่เหมาะสมกับการเลี้ยงสัตว์น้ำ เนื่องจากจากน้ำมีความเป็นกรดสูง ประกอบกับเมื่อปลาได้รับแอมโมเนียในระดับความเข้มข้นที่สูง จึงทำให้ลูกปลานิลได้รับผลกระทบทั้งจาก pH ที่เป็นกรดและแอมโมเนียที่ทำอันตรายต่อเนื้อเยื่อต่าง ๆ ของปลา ทำให้ลูกปลานิลมีอัตราการตายที่สูงรองลงมาจากระดับ pH 9

Chen and Cheng (1993) รายงานว่า แอมโมเนีย ที่ระดับความเข้มข้น 0.4 ppm สามารถทำให้กุ้งตายได้ ภายในระยะเวลา 10 ชั่วโมง Wajsbroet *et al.* (1991) รายงานค่าความเข้มข้นของแอมโมเนียรวมไนโตรเจนและ แอมโมเนียอิสระ ($\text{NH}_3\text{-N}$) ที่ปลอดภัยสำหรับปลา Seabream (*Sparus aurata*) ไว้ที่ 1.2 และ 0.064 ppm ตามลำดับ Mac Intrye *et al.* (2008) ได้รายงานค่าความ ปลอดภัยต่อสัตว์น้ำเมื่อสัมผัสกับแอมโมเนีย (NH_3) แบบ Intermittent และคงที่ไว้ที่ 0.05 และ 0.03 ppm ตามลำดับ นอกจากนี้เมื่อความเข้มข้นของแอมโมเนียในน้ำสูงขึ้น จะส่งผลทำให้การขับถ่ายแอมโมเนียของปลาทำได้น้อยลง เกิดการสะสมของแอมโมเนียในเลือดและเนื้อเยื่อ ส่งผลให้ pH ของเลือดเพิ่มขึ้น ซึ่งจะมีผลกระทบต่อปฏิกิริยาชีวเคมี ต่าง ๆ และความคงสภาพของเนื้อเยื่อ เป็นอันตรายต่อ เจริญกรรมถึงเยื่อต่างๆ ๆ ที่ทำหน้าที่สร้างเมือกปกคลุมตัว โดยจะไปขัดขวางการแลกเปลี่ยนก๊าซออกซิเจนจากเหงือก สู่ระบบไหลเวียนโลหิต และก่อให้เกิดการระคายเคือง ต่อผิวหนังสัตว์น้ำ ทำให้เกิดบาดแผล เช่น แผลหลุม เกิด จุดเลือดสีแดง มีรอยข้ำเป็นจ้ำ และเป็นโรคผิวหนังต่าง ๆ เป็นต้น ส่งผลให้สัตว์น้ำอ่อนแอ เกิดการติดเชื้อจากโรคชนิด ต่าง ๆ และทำให้สัตว์น้ำตายในที่สุด นอกจากนี้ปลาที่ได้รับ แอมโมเนียในระดับที่สูงเกินไป จะมีปฏิกิริยาตอบสนองด้าน พฤติกรรม โดยปลาจะมีการเคลื่อนไหวช้าลง และมักจะ ลอยหัวขึ้นมาหายใจอยู่บริเวณผิวน้ำ บริเวณลำตัวหรือครีบ จะเป็นรอยแดง เหงือกเปลี่ยนเป็นสีม่วงคล้ำและอาจมี เลือดออก ปลาจะหยุดกินอาหารและจะเคลื่อนไหวน้อยลง (Laongsirivong *et al.*, 2000; Chansue, 2010; Thongdon-A, 2013) ดังนั้นหากสัตว์น้ำสัมผัสกับแอมโมเนียที่มีความเข้มข้น สูงจะทำให้มีอัตราการตายที่สูงขึ้นตามไปด้วย

บ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในธรรมชาติ ปริมาณ แอมโมเนียจะมีการเปลี่ยนแปลงตามคุณสมบัติของน้ำ เช่น การสะสมของเสียภายในบ่อ จากอาหารเหลือ สิ่งขับถ่ายของ สัตว์น้ำ หรือแพลงก์ตอนที่ตาย โดยการเปลี่ยนแปลงปริมาณ แอมโมเนียในน้ำจะมีการสะสมเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ ตาม ระยะเวลาในการเลี้ยง ทำให้สัตว์น้ำสามารถปรับตัวให้เข้ากับ

ปริมาณแอมโมเนียที่เปลี่ยนแปลงไปได้ ระดับความเข้มข้น ของแอมโมเนียที่ทำให้สัตว์น้ำตาย ปกติอยู่ในช่วง 0.4-2.0 ppm ในรูปของ NH_3 (Limsuwan, 2000) ปลาที่อยู่ในน้ำ ที่มีแอมโมเนียสูงแต่ไม่ถึงระดับที่ทำให้ตายนาน ๆ จะทำให้ ไวต่อการเกิดโรคต่าง ๆ ระดับแอมโมเนียในน้ำเลี้ยงปลาทั่วไป ควรมีค่าไม่เกิน 0.5 ppm (Asawaketmanee, 2006)

จากการสังเกตพฤติกรรมของลูกปลานิล พบว่าลูก ปลานิลที่เลี้ยงในระดับ pH 5 และ 9 ที่ได้รับแอมโมเนียเมื่อ ผ่านไป 2 ชั่วโมง ลูกปลานิลจะมีการขับเมือกออกมาเป็น จำนวนมาก มีการลอยหัวขึ้นมาหายใจบริเวณผิวน้ำ และมีการว่ายน้ำคางส่วส่วน ลูกปลานิลที่เลี้ยงในระดับ pH 7 ลูกปลานิลจะมีการลอยหัวขึ้นมาหายใจบริเวณผิวน้ำ มีการ ว่ายน้ำแบบคางส่วส่วน แต่ไม่พบการขับเมือกของลูกปลา นอกจากนี้ยังพบว่าเหงือกของลูกปลานิลที่ได้รับแอมโมเนีย ในระดับความเข้มข้นสูงจะมีการเปลี่ยนสีเป็นสีม่วงคล้ำ ส่วน ลูกปลาในชุดควบคุม (ปลาที่เลี้ยงในน้ำที่มีการปรับระดับ pH แต่ไม่มีการใส่แอมโมเนีย) พบว่าลูกปลานิลที่เลี้ยงในระดับ pH 5 และ 9 ลูกปลาจะมีการขับเมือกออกมาและมีการลอย หัวขึ้นมาหายใจบริเวณผิวน้ำ แต่จะไม่พบการตายของลูก ปลาตลอดระยะเวลาการทดลอง ส่วนลูกปลานิลที่เลี้ยงใน ระดับ pH 7 พบว่า ลูกปลามีการว่ายน้ำเป็นปกติและไม่พบ การตายของลูกปลาตลอดระยะเวลาการทดลอง

การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในปัจจุบันเป็นการเพาะเลี้ยง ที่เน้นการปล่อยลูกปลาลงเลี้ยงในอัตราความหนาแน่นสูง เพื่อให้ได้ผลผลิตปริมาณมาก การเลี้ยงในรูปแบบนี้เกษตรกร จำเป็นจะต้องให้อาหารในปริมาณมาก ส่งผลให้มีการตกค้าง ของอาหารเหลือภายในบ่อ รวมทั้งสิ่งขับถ่ายของสัตว์น้ำ จำนวนมาก ซึ่งจะเปลี่ยนไปอยู่ในรูปของแอมโมเนีย หากขาด การจัดการที่ดีจะทำให้เกิดผลกระทบต่อสัตว์น้ำตามมา โดย ในช่วงระหว่างการเลี้ยงปริมาณแอมโมเนียรวมที่สามารถ ตรวจวัดได้จะอยู่ที่ 1.5 ppm และอาจสูงถึง 3.1 ppm (Nonwachai and Wanjing, 2016) ประกอบกับถ้าเกษตรกร ไม่ได้ควบคุมคุณภาพน้ำโดยเฉพาะในด้านของ pH ให้อยู่ใน ระดับที่เหมาะสม จะทำให้ปลามีอัตราการรอดตายต่ำส่งผล ให้เกษตรกรได้ผลผลิตที่ไม่เป็นไปตามเป้าหมาย

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาค้นคว้าพบว่า การเปลี่ยนแปลงของระดับ pH มีผลต่อความเป็นพิษของแอมโมเนีย และอัตราการตายของลูกปลานิล โดยระดับ pH 9 จะทำให้แอมโมเนียมีความเป็นพิษต่อลูกปลานิลมากที่สุด รองลงมา คือ ระดับ pH 5 และ 7 โดยค่า 24-hr LC₅₀ ของแอมโมเนียต่อลูกปลานิลที่เลี้ยงในระดับ pH 9, 5 และ 7 มีค่าเท่ากับ 1.56 (0.72-3.43), 2.35 (1.07-5.21) และ 10.54 (6.34-18.76) ppm ตามลำดับ ดังนั้นในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำควรควบคุมปริมาณแอมโมเนีย และระดับ pH ในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำให้อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม เพื่อป้องกันไม่ให้สัตว์น้ำได้รับอันตราย และทำให้การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำเกิดประสิทธิภาพและมีความยั่งยืน

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณคณะเทคโนโลยี การเกษตร และอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์หันตรา ที่สนับสนุนการใช้อุปกรณ์ และสถานที่ในการทำวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

American Public Health Association (APHA).

1992. **Standard Method for the Examination of Water and Wastewater.** 18th. Washington, D.C: American Public Health Association. 1360 p.

Asawaketmanee, N. 2006. **Freshwater Fish Culture.** Songkhla: Faculty of Agricultural Technology, Songkhla Rajabhat University. 168 p. [in Thai]

Boyd, C.E. 1982. **Water Quality Management for Pond Fish Culture.** New York: Elsevier Scientific Publishing Company. 318 p.

Boyd, C.E. and C.S. Tucker. 1998. **Pond Aquaculture Water Quality Management.** Boston: Kluwer Academic Publishers. 700 p.

Chansue N. 2010. **Fish Disease: Internal Medicine and Clinical Practice.** Bangkok: Holistic Publishing. 691 p. [in Thai]

Chen, J.C. and S.Y. Cheng. 1993. Studies on hemocyanin and haemolymph protein levels of *Penaeus japonicus* based on sex, size and moulting cycle. **Comp. Biochem. Physiol.** 106: 293-296.

Chervinski, J. 1982. Environmental Physiology of Tilapia. pp. 119-128. *In* Pullin, R.S.V. and R.H. Lowe-McConnell. (eds.). The Biology and Culture of Tilapia. *In* **ICLARM Conference Proceedings 7.** Manila: International Center for Living Aquatic Resources Management.

Dent, D. 1986. **Acid Sulphate Soils: A Baseline for Research and Development.** Netherlands: International Institute for Land Reclamation and Improvement. 204 p.

Finney, D.J. 1971. **Probit Analysis.** 3rd edition. Cambridge: Cambridge University. 331 p.

Hiranwattana, S., B. Sricharontham and R. Pitipornchai. 1993. **Tilapia Cage Culture in Dokgrai Reservoir, Rayong Province.** 33 p. *In* Research Report. Bangkok: Inland Fisheries Research Institute, Department of Fisheries. [in Thai]

- Kaewmanee, C. 2009. **Substitution of Fish Meal with Plant Protein in Diets on Nursing of Tilapia (*Oreochromis* spp.) Growth Performance, Ammonia Excretion and Disease Resistance after Transportation.** Master Thesis. Kasetsart University. 207 p. [in Thai]
- Keratethaweek A., O. Jintataporn and Y. Musig. 2013. Acute Toxicity of Metaldehyde and Acute Toxicity of Ammonia Plus Metaldehyde in Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*). pp. 449-456. *In Proceedings of 51st Kasetsart University Annual Conference, 5-7 February 2013.* Bangkok: Kasetsart University. [in Thai]
- Kongprasert, C. 2000. **Fish Farming.** 1st. Bangkok: Kasetsart Book Publishing. 223 p. [in Thai]
- Laongsiriwong, N., K. Silpachan and L. Laongsiriwong. 2000. **Ammonia and Aquaculture.** 8 p. *In Research Report.* Songkhla: Coastal Aquaculture Research and Development Division. [in Thai]
- Limsuwan C. 2000. **Thai Shrimp 2000.** Bangkok: Charanrat Printing House. 260 p. [in Thai]
- Mac Intyre, C.M., T. Ellis, B.P. North and J.F. Turnbull. 2008. **The Influences of Water Quality on the Welfare of Farmed Rainbow Trout: A Review; In Fish Welfare.** Singapore: Blackwell Publishing Ltd. 299 p.
- Nonwachai T. 2012. **Effects of Dissolved Oxygen, Ammonia and pH Levels on Feed Intake, Growth, Survival, Non-Specific Immune Characteristic of Pacific White Shrimp (*Litopenaeus vannamei*) and Challenged with *Vibrio harveyi*.** Doctoral Dissertation. Kasetsart University. 129 p. [in Thai]
- Nonwachai T. and S. Wanjing. 2016. Effect of pH levels and ammonia on survival rate of red hybrid tilapia larvae (*Oreochromis* sp.). **Khon Kaen Agriculture Journal** 44(1): 644-645. [in Thai]
- Prasertsom S. 2004. **Acute Toxicity of Ammonia on Sea Bass Fry (*Lates calcarifer*, Bloch).** 19 p. *In Research Report.* Songkhla: Coastal Aquaculture Research and Development Division. [in Thai]
- Robert, V.T., R.C. Russo and C.E. Smith. 1978. Acute toxicity of ammonia and nitrite to cutthroat trout fry. **Trans. Am. Fish. Soc.** 107(2): 361-368.
- Thongdon-A.R. 2013. **Study on Diseases and Parasites in Cage-cultured Red Hybrid Tilapia (*Oreochromis* sp.).** Doctoral Dissertation. Kasetsart University. 178 p. [in Thai]
- Throp, F.J. and P.S. Lake. 1974. Toxicity bioassays of cadmium and zinc on the freshwater shrimp, *Paratya tasmanensis*. **Marine and Freshwater Research** 25: 97-104.
- Wajsbrodt, N., A. Gasith, M.D. Krom and D.M. Popper. 1991. Acute toxicity of ammonia to juvenile gilthead seabream *Sparus aurata* under reduced oxygen levels. **Aquaculture.** 164: 227-288.

ความเข้มข้นที่เหมาะสมของสารสกัดแทนนินจากใบหูกวางต่อการงอกใหม่ของหางปลากัด
Optimal Concentrations of Tannin Extracted from *Terminalia catappa* Leaves
on Tail Regeneration of Siamese Fighting Fish (*Betta splendens*)

พรพิมล พิมลรัตน์^{1*} สุพันธ์ณี สุวรรณภักดี² และพัชราวลัย ศรียะศักดิ์²

Pornpimol Pimolrat^{1*}, Supanee Suwanpakdee² and Patcharawalai Sriyasak²

¹สาขาวิชาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง มหาวิทยาลัยแม่โจ้-ชุมพร ชุมพร 86170

²ภาควิชาประมง คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร สกลนคร 47160

¹Department of Coastal Aquaculture, Faculty of Maejo University at Chumphon, Chumphon, Thailand 86170

²Fisheries Department, Faculty of Natural Resources, Rajamangala University of Technology Isan, Sakon Nakhon, Thailand 47160

*Corresponding author: paqua50@gmail.com

Received: January 06, 2021

Revised: May 04, 2022

Accepted: May 19, 2022

Abstract

The objective of this research was to study the optimal concentration of tannin extract from *Terminalia catappa* leaves on tail regeneration of Siamese fighting fish (*Betta splendens*). The experiment was divided into two experiments. The first experiment was performed the optimal concentration of the tannin extract from *Terminalia catappa* leaves on tail regeneration in the Siamese fighting fish. The caudal fin of the Siamese fighting fish was cut off and cultured in the tannin extract from *Terminalia catappa* leaves at the concentration of 0, 5, 10, 20 and 40 ppm. Treatment with each concentration was repeated 3 times over 5 weeks. The results showed that the Siamese fighting fish soaked in 40 ppm tannin extract had the fastest tail regeneration rate ($p < 0.05$) comparing to the other experiments. The second experiment was to investigate the optimal concentration of the tannin extract from *Terminalia catappa* leaves at the concentration of 0, 5, 10, 20 and 40 ppm in combination with 1 percent sodium chloride (NaCl). This experiment was repeated 3 times. The results revealed that the combination of 1 percent sodium chloride and tannin extract from *Terminalia catappa* leaves 40 ppm showed the highest tail regeneration rate of the Siamese fighting fish ($p < 0.05$) comparing to the control experiments (100 percent within 3 weeks). Therefore, the optimal concentration of the tannin extract from *Terminalia catappa* leaves resulting in the fastest tail regeneration of the Siamese fighting fish was 40 ppm. Besides, the tannin extract should be combined with 1 percent sodium chloride for the best result.

Keywords: tannin, *Terminalia catappa*, tail regeneration, concentration, Siamese fighting fish

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาความเข้มข้นที่เหมาะสมของสารแทนนินที่สกัดจากใบหูกวางต่อการงอกใหม่ของหางปลากัด โดยแบ่งการศึกษาออกเป็น 2 การทดลอง คือ การทดลองที่ 1 ศึกษาความเข้มข้นที่เหมาะสมของสารสกัดแทนนินจากใบหูกวางต่อการงอกใหม่ของหางปลากัด โดยการเลี้ยงปลากัดที่ผ่านการตัดครีบหางในสารสกัดแทนนินจากใบหูกวางที่ระดับความเข้มข้นของแทนนิน คือ 0, 5, 10, 20 และ 40 ppm ความเข้มข้นละ 3 ชั่วโมง เป็นระยะเวลา 5 สัปดาห์ ผลการศึกษาพบว่า ปลากัดชุดที่แช่ในสารสกัดแทนนินความเข้มข้น 40 ppm มีอัตราการงอกใหม่ของหางเร็วที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับชุดการทดลองอื่นๆ การทดลองที่ 2 ศึกษาการใช้สารสกัดแทนนินจากใบหูกวางที่ระดับความเข้มข้นของแทนนิน คือ 0, 5, 10, 20 และ 40 ppm ความเข้มข้นละ 3 ชั่วโมง ร่วมกับเกลือแกง 1 เปอร์เซ็นต์ ต่ออัตราการงอกใหม่ของหางปลากัด ผลการศึกษาพบว่า เมื่อใช้เกลือแกง 1 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับสารสกัดแทนนินจากใบหูกวางที่ความเข้มข้นของแทนนิน 40 ppm อัตราการงอกของหางปลากัดมีค่าสูงที่สุด (100 เปอร์เซ็นต์ ภายใน 3 สัปดาห์) แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม ดังนั้น ความเข้มข้นที่เหมาะสมของสารแทนนินจากใบหูกวางที่มีผลทำให้หางปลากัดงอกใหม่ได้เร็วที่สุด คือ ความเข้มข้น 40 ppm และควรใช้สารสกัดร่วมกับเกลือแกง 1 เปอร์เซ็นต์

คำสำคัญ: แทนนิน ใบหูกวาง การงอกใหม่ของหาง ความเข้มข้น ปลากัด

คำนำ

ปลากัด หรือ Siamese fighting fish (*Betta splendens* Regan, 1910) เป็นปลาสวยงามพื้นเมืองของประเทศไทยที่นิยมเพาะเลี้ยงมายาวนาน ทั้งเลี้ยงเพื่อดูเล่น

เพื่อการค้า และเพื่อเกมกีฬาปลากัดปลา เนื่องจากเป็นปลาที่มีสีสันสวยงาม เลี้ยงง่าย มีความทนทานปรับตัวได้ดีกับทุกสภาพแวดล้อม ไม่ต้องให้อาหารหรือต่อท่อออกซิเจนลงไป ในบ่อปลาเพราะปลากัดมีอวัยวะช่วยในการหายใจ อีกทั้งยังสามารถเลี้ยงได้ในที่แคบๆ เป็นเวลานานหลายวัน โดยไม่ต้องเปลี่ยนน้ำบ่อย จึงทำให้มีผู้สนใจเลี้ยงและเกิดการผลิตปลากัดเพื่อการค้าซึ่งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง (Thongprajukaew, 2013) จากนิสัยที่ดุร้ายจึงมีการนำปลากัดมากัดเพื่อแข่งขันเป็นเกมส์กีฬานับตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ในการเลี้ยงปลากัดนั้นเมื่อปลากัดเป็นแผลหรือแสดงอาการผิดปกติ นอกจากมีการใช้ยาและสารเคมีเพื่อรักษาโรคแล้ว บางครั้งผู้เลี้ยงก็จะนำปลากัดมาแช่ในน้ำหมักใบหูกวางนานประมาณ 10-15 วัน จนผิวหรือเกล็ดเรียบเป็นเงามัน เพื่อรักษาบาดแผลที่เกิดจากการต่อสู้ โดยเชื่อว่าจะช่วยป้องกันรักษาโรคทำให้ปลา มีสุขภาพแข็งแรง ช่วยรักษาบาดแผล หรืออาการบาดเจ็บของปลาทำให้ปลาหายจากอาการบาดเจ็บเร็วขึ้น และสามารถใช้ได้โดยไม่มีผลข้างเคียงใดๆ (Purivirojkul and Areechon, 2006) มีรายงานการศึกษาการใช้ใบหูกวาง (*Terminalia catappa* L.) เพื่อรักษาบาดแผลและโรคในปลากัด (Ko-sing *et al.*, 2018) เพื่อสนับสนุนแนวคิดและภูมิปัญญาท้องถิ่นของไทยที่มีการใช้ใบหูกวางในการเลี้ยงปลากัดมาเป็นเวลานาน (Ponpompisit *et al.*, 2006) ทั้งนี้จากการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของใบหูกวางพบว่า มีแก้ว Cellulose, Lignin, Pentosan, Alkaloid และมีปริมาณสารแทนนิน (Tannins) อยู่ถึง 12.67 เปอร์เซ็นต์ (Puttamat and Suwannasarn, 2007) โดยสารแทนนินที่ได้จากใบหูกวางนี้มีรายงานว่า สามารถช่วยปรับปรุงคุณภาพน้ำให้ค่าคุณภาพน้ำจากที่ต่ำกว่ามาตรฐานกลับมา มีค่าสูงกว่าค่ามาตรฐานกำหนด และช่วยลดปริมาณแบคทีเรียที่ปนเปื้อนในน้ำให้หมดไปภายใน 21 วัน โดยไม่มีผลต่ออุณหภูมิ ค่า pH การละลายของออกซิเจนในน้ำ และปริมาณของฟอสฟอรัสในน้ำ ขณะที่ปริมาณแอมโมเนียและไนโตรเจนมีค่าลดลง (Puttamat and Suwannasarn, 2007; Pimolrat *et al.*, 2018) เช่นเดียวกับ

รายงานของ Ponpompisit *et al.* (2006) ที่ศึกษาการใช้ไบฮุกวางเพื่อรักษาโรคในปลากัดและปลาหางนกยูงพบว่า น้ำสกัดไบฮุกวางมีความเป็นพิษต่อปลากัดและปลาหางนกยูงที่ระดับความเข้มข้น 6,760 ppm และ 5,281 ppm ตามลำดับ โดยระดับความเข้มข้นที่น้ำสกัดไบฮุกวางสามารถยับยั้งแบคทีเรียชนิดแอโรโมแนส สเตรปโตคอคคัส และโปรโตซัวเตตราไฮมีนา เท่ากับ 1,000, 4,000 และ 2,000 ppm ตามลำดับ ในบางครั้งจะมีการใช้ไบฮุกวางร่วมกับเกลือแกงที่ความเข้มข้น 0.3-1 เปอร์เซ็นต์ เพื่อช่วยลดความเครียดของปลาจากการจับ การรวบรวม การคัดขนาดและการขนส่ง ทั้งนี้เพราะเกลือจะมีผลต่ออวัยวะต่างๆ ในเลือดที่มีความสำคัญต่อการควบคุมระบบสมดุลในร่างกาย (Chanratchakool *et al.*, 1988; Mahasawasde and Limsuwan, 1989) แต่อย่างไรก็ตาม ข้อมูลเกี่ยวกับความเข้มข้นที่เหมาะสมของสารแทนนินที่ได้จากน้ำไบฮุกวางสกัด เพื่อนำมารักษาอาการบาดเจ็บของปลากัด หรือรักษาบาดแผลที่เกิดจากการต่อสู้กันของปลากัดยังมีอยู่น้อย ดังนั้นวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้คือ การศึกษาความเข้มข้นที่เหมาะสมของปริมาณแทนนินจากสารสกัดไบฮุกวาง เพื่อนำมาใช้รักษาบาดแผลของปลากัดอย่างถูกวิธี อีกทั้งยังเป็นการใช้สารสกัดจากธรรมชาติมารักษาอาการบาดเจ็บของปลากัดแทนการใช้ยาและสารเคมีซึ่งอาจจะตกค้างในปลา หรือแหล่งน้ำธรรมชาติได้

อุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมสัตว์ทดลอง

เตรียมปลากัดเพศผู้จำนวน 15 ตัว ความยาวเฉลี่ย 4 ± 0.57 เซนติเมตร น้ำหนักเฉลี่ย 3 ± 0.34 กรัม จากฟาร์มปลากัดของนายสมพร พุ่มขจร อำเภอท่าชนะ จังหวัดสุราษฎร์ธานี ซึ่งเพาะเลี้ยงและเกิดมาจากพ่อแม่

เดียวกัน อาศัยอยู่ในบ่อเดียวกัน นำมาเลี้ยงในโหลทดลองขนาด $10.16 \times 10.16 \times 20.32$ เซนติเมตร ที่มีปริมาตรน้ำ 1 ลิตร ทำการกักโรคปลาเพื่อปรับสภาพและเตรียมความพร้อมของสัตว์ทดลองเป็นเวลา 2 สัปดาห์ ก่อนการทดลอง โดยให้อาหารเป็นลูกน้ำแช่แข็ง วันละ 2 ครั้ง เมื่อเริ่มการทดลองดำเนินการตัดหางปลาโดยทำการวัดความยาวของหางปลาตั้งแต่ส่วนปลายของคอดหาง (Caudal peduncle) ถึงปลายครีบหาง (Homocercal) จัดบันทึกและตัดส่วนที่ยืดยาวออกมาจากปลายคอดหาง ออกไปให้เหลือประมาณ 0.33 เซนติเมตร ในการทดลองที่ 1 และเหลือประมาณ 0.23 เซนติเมตร ในการทดลองที่ 2 (ใช้ปลาชุดใหม่) ทั้งนี้ในแต่ละความเข้มข้นของสารสกัดแทนนินจะแยกเลี้ยงปลากัดโหลละ 1 ตัว ความเข้มข้นละ 3 โหล (ปลาในการทดลองที่ 1 มาจากพ่อแม่เดียวกันอาศัยอยู่ในบ่อเดียวกันและมีการคัดแยกขนาดให้ใกล้เคียงกันมากที่สุด ขณะที่ปลาในการทดลองที่ 2 จะเป็นคนละครอบครัวกับการทดลองที่ 1 จึงเป็นสาเหตุให้ความยาวของการตัดหางไม่เท่ากันในแต่ละการทดลอง)

การสกัดสารแทนนินจากไบฮุกวาง

เก็บไบฮุกวางแห้งนำมาล้างน้ำให้สะอาดและนำไบฮุกวางที่ได้ไปอบแห้งในตู้อบที่อุณหภูมิ $40-45$ °C ประมาณ 6 ชั่วโมง เพื่อลดความชื้น (ให้ต่ำกว่า 10 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานแห้ง) จากนั้นนำไบฮุกวางที่ได้มาตัดให้เป็นชิ้นเล็กแล้วนำไปชั่งน้ำหนัก 20 กรัม ต่อน้ำสะอาดปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร นำไปสกัดด้วยความร้อนตามวิธีการของ Pimolrat *et al.* (2018) โดยการใช้ความร้อนประมาณ $80-90$ °C ใช้เวลาในการสกัดนาน 30 นาที เมื่อครบเวลาที่กำหนดทำการสูมตักตัวอย่างสารสกัดที่ได้ ปริมาตร 1 มิลลิลิตร เพื่อนำไปวิเคราะห์หาปริมาณความเข้มข้นเริ่มต้น ของสารแทนนินตามวิธีการของ AOAC (1990)

การวางแผนการทดลอง

การทดลองที่ 1 เพื่อหาความเข้มข้นที่เหมาะสมของสารแทนนินจากใบหูกวางสกัดต่ออัตราการงอกของทางปลากัด

การศึกษาครั้งนี้ได้ออกแบบการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomize Design; CRD) โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 5 ชุดการทดลอง (Treatment) ชุดทดลองละ 3 ซ้ำ ๆ ละ 1 ตัว (Replication) ดังนี้

ชุดการทดลองที่ 1 ใช้ความเข้มข้นของสารสกัดแทนนินจากใบหูกวาง 0 ppm (ชุดควบคุม)

ชุดการทดลองที่ 2 ใช้ความเข้มข้นของสารสกัดแทนนินจากใบหูกวาง 5 ppm

ชุดการทดลองที่ 3 ใช้ความเข้มข้นของสารสกัดแทนนินจากใบหูกวาง 10 ppm

ชุดการทดลองที่ 4 ใช้ความเข้มข้นของสารสกัดแทนนินจากใบหูกวาง 20 ppm

ชุดการทดลองที่ 5 ใช้ความเข้มข้นของสารสกัดแทนนินจากใบหูกวาง 40 ppm

การทดลองที่ 2 การศึกษาการใช้เกลือแกง 1 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับสารสกัดแทนนินจากใบหูกวางความเข้มข้นต่างกันต่ออัตราการงอกของทางปลากัด

การศึกษาครั้งนี้ได้ออกแบบการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design; CRD) โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 5 ชุดการทดลอง (Treatment) ชุดทดลองละ 3 ซ้ำ ๆ ละ 1 ตัว (Replication) ดังนี้

ชุดการทดลองที่ 1 ใช้ความเข้มข้นของสารสกัดแทนนินจากใบหูกวาง 0 ppm และเกลือ 1 เปอร์เซ็นต์ (ชุดควบคุม)

ชุดการทดลองที่ 2 ใช้ความเข้มข้นของสารสกัดแทนนินจากใบหูกวาง 5 ppm และเกลือ 1 เปอร์เซ็นต์

ชุดการทดลองที่ 3 ใช้ความเข้มข้นของสารสกัดแทนนินจากใบหูกวาง 10 ppm และเกลือ 1 เปอร์เซ็นต์

ชุดการทดลองที่ 4 ใช้ความเข้มข้นของสารสกัดแทนนินจากใบหูกวาง 20 ppm และเกลือ 1 เปอร์เซ็นต์

ชุดการทดลองที่ 5 ใช้ความเข้มข้นของสารสกัดแทนนินจากใบหูกวาง 40 ppm และเกลือ 1 เปอร์เซ็นต์

การเก็บข้อมูลและบันทึกผล

โดยในแต่ละสัปดาห์ คือ 0 , 1 , 2 , 3, 4 และ 5 จะทำการจับปลามาตรวจวัดความยาวของครีบหางเพื่อหาอัตราการงอกขึ้นมาใหม่ของทางปลากัดทุกความเข้มข้นทำการตรวจทุกเช้าและทุกตัวโดยใช้ Venire caliper หน่วยเป็นเซนติเมตร

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลความยาวของทาง และอัตราการงอกของทางปลากัดแต่ละสัปดาห์มาวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของตัวแปรโดยรวมด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบแจกแจงทางเดียว (One-Way Analysis of Variance: ANOVA) ทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของตัวแปร โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 เปอร์เซ็นต์ ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS version 25

ผลการวิจัยและวิจารณ์

การศึกษาความเข้มข้นที่เหมาะสมของสารแทนนินจากใบหูกวางสกัดต่อประสิทธิภาพในการงอกของทางปลากัด ความยาวของทางปลากัด

จากการศึกษาพบว่า ความยาวของทางปลากัดที่แช่ในสารสกัดแทนนินจากใบหูกวางทั้ง 4 ความเข้มข้นมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับกลุ่มควบคุมตั้งแต่สัปดาห์ที่ 2 ไปจนกระทั่งสัปดาห์ที่ 4 ของการทดลอง โดยปลากัดที่แช่ด้วยสารแทนนินจากใบหูกวางสกัดที่ความเข้มข้น 40 ppm มีการงอกของทางเร็วที่สุดตั้งแต่สัปดาห์ที่ 2 เป็นต้นไป (Table 1) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะคุณสมบัติของสารแทนนินในใบหูกวางที่สามารถช่วยลดการอักเสบ มีฤทธิ์ในการสมานแผล มีสารแอนติ

ออกซิแดนซ์ และมีผลในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียเชื้อรา (Chyau *et al.*, 2002; Goun *et al.*, 2003; Ponpompisit *et al.*, 2006; Ko-sing *et al.*, 2018) จึงทำให้ระยะที่มีการอักเสบ (Inflammatory phase หรือ substrate phase) ลดลงส่งผลให้บาดแผลเข้าสู่ขบวนการงอกขยาย (Proliferative หรือ Fibroplasia) ได้เร็วขึ้น (Harari, 1996) ผลที่ได้จากการศึกษานี้สอดคล้องกับการศึกษาของ Chansue (2006) ที่ทำการศึกษาประสิทธิภาพของสมุนไพรฟ้าทะลายโจรและใบหูกวางแห้งต่อการงอกของทางปลาคาร์ปเป็นเวลา 3 สัปดาห์ โดยแบ่งปลาคาร์ปออกเป็น 3 กลุ่มคือ เลี้ยงในน้ำประปา น้ำผสมสารสกัดฟ้าทะลายโจร และน้ำผสมใบหูกวางแห้ง พบว่ากลุ่มปลาคาร์ปที่มีการเลี้ยงในน้ำแช่ใบหูกวางแห้งการงอกของทางได้เร็วกว่าเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม ทั้งนี้จะเห็นได้ว่าการนำสารสกัดใบหูกวางมาใช้มีผลในการช่วยกระตุ้นการฟื้นฟูเซลล์เพื่อให้เซลล์มีการซ่อมแซมที่เร็วกว่าการเลี้ยงในน้ำประปา แต่อย่างไรก็ตามควรใช้ในปริมาณความเข้มข้นที่เหมาะสมเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดผลกระทบและเป็นพิษต่อ

ปลากัดจนอาจก่อให้เกิดความเสียหายตามมาได้ ทั้งนี้ Ko-sing *et al.*, (2018) พบว่า สารสกัดใบหูกวางชนิดผงที่ระดับความเข้มข้นของใบหูกวางตั้งแต่ 600-2,400 มิลลิกรัมต่อลิตร ขึ้นไป (มีปริมาณความเข้มข้นของแทนนิน 3.80-15.21 มิลลิกรัมต่อลิตร) มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรีย *Aeromonas hydrophila* ที่ก่อโรคในปลากัดได้ แต่ควรใช้ในระดับที่ต่ำกว่า 1,430 มิลลิกรัมต่อลิตร เนื่องจากระดับความเข้มข้นของสารสกัดใบหูกวางชนิดผงที่ทำให้ปลากัดตายครั้งหนึ่ง (50 เปอร์เซ็นต์) ในเวลา 96 ชั่วโมง (LC50 96 hrs) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1,789 มิลลิกรัมต่อลิตร (ปริมาณความเข้มข้นของแทนนินอยู่ในช่วง 7.66-15.21 มิลลิกรัมต่อลิตร) โดยมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 1,430 มิลลิกรัมต่อลิตร และค่าสูงสุดเท่ากับ 2,155 มิลลิกรัมต่อลิตร แตกต่างจากการศึกษาครั้งนี้ที่ปลากัดที่แช่ด้วยสารสกัดจากใบหูกวางที่ความเข้มข้นของแทนนิน 40 ppm มีการงอกของทางเร็วที่สุดและไม่พบการตายของปลาในระหว่างการศึกษาเป็นเวลา 5 สัปดาห์

Table 1 The length of the Siamese fighting fish tails (cm) soaked in tannin extraction from *Terminalia catappa* leaves at different concentrations

Concentration (ppm)	Initial (cm)	Time (weeks)					
		0	1	2	3	4	5
0 (n=3)	0.83	0.33±0.06 ^a	0.40±0.01 ^a	0.47±0.06 ^{b*}	0.63±0.06 ^b	0.73±0.06 ^b	0.83±0.06 ^a
5 (n=3)	0.87	0.33±0.06 ^a	0.50±0.00 ^a	0.60±0.00 ^a	0.67±0.06 ^b	0.80±0.00 ^{ab}	0.87±0.06 ^a
10 (n=3)	0.80	0.33±0.06 ^a	0.47±0.06 ^a	0.60±0.00 ^a	0.67±0.06 ^b	0.80±0.00 ^{ab}	0.80±0.00 ^a
20 (n=3)	0.83	0.33±0.06 ^a	0.53±0.06 ^a	0.63±0.06 ^a	0.77±0.06 ^a	0.80±0.00 ^{ab}	0.83±0.06 ^a
40 (n=3)	0.83	0.33±0.06 ^a	0.53±0.06 ^a	0.67±0.06 ^a	0.80±0.00 ^a	0.83±0.06 ^a	0.83±0.06 ^a

*Means followed by different letters in the same vertical were significantly different, according to Duncan's multiple range test at p<0.05.

อัตราการงอกทดแทนของครีบบางปลาปักที่แช่ในสารสกัดแทนนินจากใบหูกวางความเข้มข้นแตกต่างกัน

จากผลการศึกษาพบว่า อัตราการงอกของหางปลาปักที่แช่ในสารสกัดแทนนินจากใบหูกวางทั้ง 4 ความเข้มข้นมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับชุดควบคุมในระหว่างช่วงสัปดาห์ที่ 2-4 ของการทดลอง โดยปลาปักที่แช่ในสารสกัดแทนนินที่ความเข้มข้น 40 ppm มีอัตราการงอกทดแทนของหางปลาปักที่สูงที่สุด (100 เปอร์เซ็นต์) แตกต่างจากชุดการทดลองอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) (Table 2) ในสัปดาห์ที่ 4 ซึ่งสอดคล้องกับระยะเวลาการงอกทดแทนของครีบบางปลานิลจากรายงานของ RUTSRDI (2015) ที่ศึกษาผลจากการทำศัลยกรรมในปลานิลในตำแหน่งครีบบที่ต่างกัน คือ

ครีบล้าง ครีบบาง และครีบก้น ซึ่งพบว่าครีบบางแต่ละตำแหน่งมีอัตราการงอกทดแทนและระยะเวลาที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับตำแหน่งที่ตัด และปริมาณเนื้อเยื่อที่โดนทำลาย ทั้งนี้ควรหลีกเลี่ยงการกระทบก้านครีบบ้างเนื่องจากการงอกใหม่เป็นไปได้ช้าหรือไม่สมบูรณ์ ในกรณีของครีบบางถ้าตัดแต่งบริเวณที่ไม่ติดโคนหางทั้งหมดปลานิลจะใช้เวลาในการงอกทดแทนเพียง 4 สัปดาห์ ซึ่งเมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกับการศึกษาในครั้งนี้จะเห็นได้ว่าปลาปักในชุดควบคุมที่ไม่มีการเติมสารแทนนินจากใบหูกวางและชุดที่เติมสารแทนนินที่ความเข้มข้น 5-20 ppm จะพบอัตราการงอกทดแทนของครีบบางครบ 100 เปอร์เซ็นต์ ที่เวลาสัปดาห์ที่ 5 ซึ่งช้ากว่าปลาปักในชุดที่แช่ด้วยสารสกัดแทนนินที่ความเข้มข้น 40 ppm ซึ่งใช้เวลาเพียง 4 สัปดาห์เท่านั้น

Table 2 Percentage of tail regeneration in Siamese fighting fish (*Betta splendens*) soaked in tannin extraction from *Terminalia catappa* leaves at different concentrations

Concentration (ppm)	Time (weeks)				
	1	2	3	4	5
0 (n=3)	47.7±9.25 ^a	56.0±6.26 ^{b*}	75.9±1.60 ^b	88.0±0.80 ^b	100.0±0.00 ^a
5 (n=3)	57.9±4.01 ^a	69.4±4.81 ^{ab}	77.3±10.42 ^b	92.6±6.42 ^{ab}	100.0±0.00 ^a
10 (n=3)	56.5±10.42 ^a	72.2±4.81 ^a	80.6±12.03 ^{ab}	96.3±6.42 ^{ab}	100.0±0.00 ^a
20 (n=3)	64.4±9.85 ^a	76.4±10.49 ^a	92.6±12.83 ^{ab}	96.3±6.42 ^{ab}	100.0±0.00 ^a
40 (n=3)	64.4±9.85 ^a	80.6±12.03 ^a	96.3±6.42 ^a	100.0±0.00 ^a	100.0±0.00 ^a

*Means followed by different letters in the same vertical were significantly different, according to Duncan's multiple range test at $p < 0.05$.

การศึกษาการใช้เกลือแกงร่วมกับสารสกัดแทนนินจากใบหูกวางความเข้มข้นต่างกันต่อการงอกของหางปลาปัก ความยาวและอัตราการงอกทดแทนของหางปลาปัก

ผลการศึกษาที่แสดงใน Table 3 พบว่าความยาวของหางปลาปักที่แช่ในสารสกัดแทนนินจากใบหูกวางที่ความเข้มข้นต่างกันร่วมกับเกลือแกง 1 เปอร์เซ็นต์ ทั้ง 4 ความเข้มข้นไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) กับชุดควบคุมในสัปดาห์ที่ 1-2 ของการทดลอง

แต่ในสัปดาห์ที่ 3 ปลาปักที่แช่ด้วยสารสกัดแทนนินจากใบหูกวางที่ความเข้มข้น 40 ppm ร่วมกับเกลือแกง 1 เปอร์เซ็นต์ มีค่าความยาวของหางสูงที่สุด (0.73±0.06 ซม.) แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ทางสถิติกับชุดการทดลองอื่น ๆ รองลงมาคือ ชุดการทดลองที่ใช้สารสกัดแทนนินที่ความเข้มข้น 20 (0.63±0.06 ซม.) 10 (0.60±0.06 ซม.) 5 (0.57±0.15 ซม.) และ 0 (0.53±0.06 ซม.) ppm ตามลำดับ (Table 3 และ 4)

Table 3 The length of the Siamese fighting fish tails (cm) soaked in tannin extract from *Terminalia catappa* leaves at the tannin concentration level of 0, 5, 10, 20 and 40 ppm combined with 1 percent sodium chloride (NaCl)

Concentration (ppm)	Initial (cm)	Time (weeks)					
		0	1	2	3	4	5
0 (n=3)	0.73	0.23	0.30±0.10 ^a	0.40±0.10 ^a	0.53±0.06 ^{b*}	0.67±0.06 ^a	0.73±0.06 ^a
5 (n=3)	0.73	0.23	0.30±0.10 ^a	0.40±0.10 ^a	0.57±0.15 ^{ab}	0.70±0.10 ^a	0.73±0.06 ^a
10 (n=3)	0.73	0.23	0.33±0.06 ^a	0.43±0.06 ^a	0.60±0.06 ^{ab}	0.70±0.10 ^a	0.73±0.06 ^a
20 (n=3)	0.73	0.23	0.33±0.06 ^a	0.50±0.00 ^a	0.63±0.06 ^{ab}	0.70±0.00 ^a	0.73±0.06 ^a
40 (n=3)	0.73	0.23	0.37±0.06 ^a	0.53±0.06 ^a	0.73±0.06 ^a	0.73±0.06 ^a	0.73±0.06 ^a

*Means followed by different letters in the same vertical were significantly different, according to Duncan's multiple range test at $p < 0.05$.

อัตราการรอดทดแทนของครีบทองปลาปัก

จากผลการศึกษาพบว่า อัตราการรอดทดแทนของครีบทองปลาปักที่แช่ในสารสกัดแทนนินจากใบหูกวางที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน ทั้ง 4 ความเข้มข้นร่วมกับเกลือแกง 1 เปอร์เซ็นต์ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับชุดควบคุมในสัปดาห์ที่ 2 และ 3 ของการทดลอง โดยปลาปักที่แช่ในสารแทนนินจากสารสกัดใบหูกวางที่ความเข้มข้น 40 ppm มีผลทำให้อัตราการรอดทดแทนของหางสูงที่สุด โดยจะเห็นผลได้ตั้งแต่วันที่ 2 เป็นต้นไป (Table 4) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Ponpompisit *et al.* (2006) พบว่า ใบหูกวางหรือน้ำสกัดใบหูกวางที่ระดับความเข้มข้นของใบหูกวาง 1,000 ppm สามารถนำมาใช้ในการสมานแผลปลาปักและปลาหางนกยูงที่มีบาดแผลที่ผิวหนังเพียงเล็กน้อยได้ และการใช้น้ำสกัดใบหูกวางที่ระดับความเข้มข้นของใบหูกวาง 50-200 ppm ช่วยทำให้ปลาปักและปลาหางนกยูงที่ติดเชื้อแบคทีเรียในท้องปฏิบัติการมีอัตราการรอดเพิ่มขึ้นแต่ไม่สามารถกำจัดเชื้อที่มีในตัวปลาหางนกยูงทั้งหมดการใช้ใบหูกวางที่ความเข้มข้นของใบหูกวาง 1,000-3,000 ppm

ร่วมกับเกลือแกงที่ความเข้มข้น 0.5-1 เปอร์เซ็นต์ เพื่อรักษาแผลและลดการติดเชื้อแบคทีเรียในปลาปักที่ติดเชื้อในฟาร์มเลี้ยงปลาหางนกยูงช่วยลดอัตราการตายได้มากกว่าการไม่ใช้หรือการใช้ใบหูกวางเพียงชนิดเดียว นอกจากนี้สาเหตุที่การใช้เกลือแกงสามารถช่วยเพิ่มการงอกของหางปลาปัก อาจเนื่องมาจากเกลือแกงเมื่อเติมลงในน้ำจะทำให้เกิดภาวะ Hyperosmolarity จึงดึงน้ำออกจากตัวปลา ลดการบวม ช่วยกระตุ้นให้ปลาปักมีการขับเมือกมากขึ้น ทำให้ปลาปักรู้สึกสบายตัว คลายความเครียด อีกทั้งยังสามารถกำจัดและยับยั้งโปรโตซัว เชื้อรา แบคทีเรีย ต่าง ๆ (Schäperclaus, 1986; Ponpompisit *et al.*, 2006) นอกจากนี้มีรายงานว่า การเติมน้ำใบหูกวางที่มีความเข้มข้นของแทนนิน 50-200 ppm สามารถลดปริมาณแอมโมเนียในน้ำได้สูงถึง 56 เปอร์เซ็นต์ (Pimolrat *et al.*, 2018) จากเหตุผลทั้งหมดที่กล่าวมาจึงน่าจะส่งผลทำให้ปลาปักที่ได้รับสารสกัดแทนนินจากใบหูกวางผสมกับเกลือแกง 1 เปอร์เซ็นต์ มีระยะเวลาในการรอดทดแทนของหางเร็วกว่าชุดการทดลองที่ไม่ได้ผสมเกลือแกง

Table 4 Percentage of tail regeneration in Siamese fighting fish (*Betta splendens*) soaked in tannin extract from *Terminalia catappa* leaves at the tannin concentration level of 0, 5, 10, 20 and 40 ppm combined with 1 percent sodium chloride (NaCl)

Concentration (ppm)	Time (weeks)				
	1	2	3	4	5
0 (n=3)	40.5±10.91 ^a	54.2±10.15 ^c	72.6±2.06 ^b	91.1±7.78 ^a	100.0±0.00 ^a
5 (n=3)	40.5±10.91 ^a	54.2±10.15 ^c	76.8±17.03 ^b	95.2±8.25 ^a	100.0±0.00 ^a
10 (n=3)	45.2±4.12 ^a	58.9±3.09 ^{ab}	81.5±8.81 ^{ab}	95.2±8.25 ^a	100.0±0.00 ^a
20 (n=3)	45.2±4.12 ^a	68.5±5.15 ^{bc}	86.7±12.54 ^{ab}	95.9±7.22 ^a	100.0±0.00 ^a
40 (n=3)	50.0±7.14 ^a	72.6±2.06 ^a	100.0±0.00 ^a	100.0±0.00 ^a	100.0±0.00 ^a

*Means followed by different letters in the same vertical were significantly different, according to Duncan's multiple range test at $p < 0.05$.

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาหาความเข้มข้นที่เหมาะสมของสารแทนนินจากใบหูกวางสกัดต่อประสิทธิภาพในการออกของหางปลากัดเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์พบว่า การใช้สารสกัดแทนนินจากใบหูกวางที่ความเข้มข้น 40 ppm ร่วมกับเกลือแกง 1 เปอร์เซ็นต์ มีผลทำให้หางปลากัดงอกเร็วที่สุดโดยมีเปอร์เซ็นต์การงอกของหางปลากัดสูงสุด (หางของปลากัดงอกครบ 100 เปอร์เซ็นต์) สามารถเห็นผลได้ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 2 เป็นต้นไป ขณะที่ชุดที่ไม่ใช้เกลือแกงต้องใช้เวลารวมถึง 4 สัปดาห์ หางของปลากัดจึงจะงอกเท่าความยาวเริ่มต้น ข้อมูลจากงานวิจัยนี้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ต่อการเลือกใช้ความเข้มข้นสารสกัดแทนนินให้เหมาะสมสำหรับการรักษาบาดแผลของปลากัดต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากโครงการวิจัยและนวัตกรรมเพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชนฐานราก สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา ปีงบประมาณ พ.ศ. 2560 ขอขอบคุณ คุณวัชรวิทย์ วงศ์ทวีทอง นักศึกษา

สาขาวิชาการประมง มหาวิทยาลัยแม่โจ้-ชุมพร ที่ช่วยการวิจัยครั้งนี้จนกระทั่งการวิจัยสำเร็จลุล่วง ขอคุณพาร์มปลากัดของนายสมพร พุ่มขจร อ้าเกอท่าชนะ จังหวัดสุราษฎร์ธานี สำหรับการสนับสนุนปลากัดตลอดระยะเวลาการทดลอง และขอขอบคุณมหาวิทยาลัยแม่โจ้-ชุมพร ที่สนับสนุนการวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 1990. **Official Methods of Analysis**. 15th edition. Washington. DC.: Association of Official Analytical Chemist. 1298 p.
- Chansue, N. 2006. Efficacies of dry Indian almond leaf (*Terminalia catappa*) and *Andrographis paniculata* (Burn.F) Wall. ex Nees extract on tail growth and hematocrit of fancy carp (*Cyprinus carpio* Linn.). **Journal of Thai Veterinary Medical Association Under the Royal Patronage** 57(2): 52-62. [in Thai]

- Chanratchakool, P., C. Limsuwan and S. Chinabut. 1988. Effects of Sodium Chloride on Survival Rate and Plasma Electrolytes of Walking Catfish (*Clarias batrachus*) from Transportation. pp. 393-407. **In Proceedings of the 26th Kasetsart University Annual Conference.** Bangkok: Kasetsart University. [in Thai]
- Chyau, C.C., S.Y. Tsai, P.T. Ko and J.L. Mau. 2002. Antioxidant properties of solvent extracts from *Terminalia catappa* leaves. **Food Chem.** 78(4): 483-488.
- Goun, E., G. Cunningham, D. Chu, C. Nguyen and D. Miles. 2003. Antibacterial and antifungal activity of Indonesian ethnomedical plants. **Fitoterapia** 74(6): 592-596.
- Harari, J. 1996. **Wound Healing. Small Animal Surgery.** Baltimore: Williams & Wilkins. 408 p.
- Ko-sing, S., P. Ponza, K. Pisamayaron, P. Sangjun and S. Ponza. 2018. Application of India almond (*Terminalia catappa* L.) leaves extract powder to inhibit bacteria (*Aeromonas hydrophila*) in Siamese fighting fish (*Betta splendens* Regan). **Agricultural Science Journal** 49:3(Suppl.): 85-91. [in Thai]
- Mahasawasde, S. and C. Limsuwan. 1989. Relationships between plasma electrolytes and survival rate of juvenile walking catfish (*Clarias batrachus* Linn.) during transportation. **Kasetsart Journal (Natural Science)** 23(4): 358-363. [in Thai]
- Pimolrat, P., N. Whangchai, S. Suwanpakdee and P. Sriyasak. 2018. Extraction Method and Efficiency of Indian Almond Leave (*Terminalia catappa*) Extract on Amount of Ammonia Reducing in Water. pp. 722-728. **In Proceedings of the 3rd National Conference on Informatics, Agriculture, Management, Business Administration, Engineering, Science and Technology (Oral).** Chumphon: KMITL, Prince of Chumphon Campus. [in Thai]
- Ponpornpisit, A., J. Tangtrongpiros, N. Chansue, W. Koeypudsa, N. Paphavasit and M. Endo. 2006. **The Study of Indian Almond Leaves (*Terminalia catappa* L.) on Siamese Fighting Fish (*Betta splendens*) and Guppy (*Poecilia reticulata*) Diseases Treatment.** 121 p. **In Research Report.** Bangkok: Chulalongkorn University. [in Thai]

- Purivirojkul, W. and N. Areechon. 2006. Antibacterial Activity and Toxicity of Indian Almond (*Terminalia catappa*) Extract in Siamese Fighting Fish (*Betta splendens* Regan). pp. 109-116. **In Proceedings of 44th Kasetsart University Annual Conference: Fisheries (Oral)**. Bangkok: Kasetsart University. [in Thai]
- Puttamat, S. and W. Suwannasarn. 2007. Study of Chemical Composition of Dried Leaves of Indian Almond (*Terminalia catappa* L.) and Its Effect on Water Quality and Anti-aquatic Bacteria Activity. pp. 579-585. **In Proceedings of 45th Kasetsart University Annual Conference: Plants (Oral)**. Bangkok: Kasetsart University. [in Thai]
- Rajamangala University of Technology Suvarnabhum Research and Development Institute (RUTSRDI). 2015. **Case study of surgery fish**. [Online]. Available <https://research.rmutsb.ac.th/fullpaper/2558/2558240240422.pdf> (January 1, 2021). [in Thai]
- Schâperclaus, W. 1986. Hematological and serological techniques. pp. 71-108. **In** Schâperclaus, W., H. Kulow and K. Scheckenbach (eds.). **Fish Diseases Vol.1**. Berlin: Fischkrankheiten, Academic-Verlag.
- Thongprajukaew, K. 2013. Biology of Siamese fighting fish (*Betta splendens* Regan, 1910). **KKU Science Journal** 41(1): 1-15. [in Thai]

ความเป็นไปได้ในการยกระดับเกษตรกรผู้ปลูกข้าวพันธุ์เม็ดฝ้ายของพื้นที่ตำบลเขาโร
อำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช สู่การเป็นเกษตรกรผู้ผลิตแบบเกษตรอินทรีย์
The Feasibility of Farmers Enhancing towards Organic Rice Farmers:
A Case Study of Khao Ro Sub-district, Thung Song District
Nakhon Sri Thammarat Province

รัตนา อุ๋นจันท์* จารีพร เพชรชิต และสาธิต บัวขาว

Rattana Unjan* Jareporn Phetchit and Sathit Buakhao

สาขาวิชาพัฒนาการเกษตรและการจัดการธุรกิจเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย นครศรีธรรมราช 80110

Department of Agricultural Development and Agribusiness Management, Faculty of Agriculture

Rajamangala University of Technology Srivijaya, Nakhon Sri Thammarat, Thailand 80110

*Corresponding author: Rattana.rmutsv@gmail.com

Received: February 02, 2021

Revised: March 21, 2022

Accepted: May 02, 2022

Abstract

The objective of this research was to study fundamental information on economic and social elements, systems and inputs, possibilities and factors influencing the feasibility of raising the level of Med Fai rice farmers to become organic rice farmers in Khao Ro Subdistrict, Thung Song District, Nakhon Si Thammarat Province. Data were gathered through interviews with 21 Med Fai rice farmers. Descriptive and inferential statistics were used to analyze the data. According to the findings, the majority of farmers (87.50%) were males with an average age of 51 years. Almost half of the farmers (47.60%) completed primary school. Almost everyone (90.50%) was married, with an average of 4.50 household members and 1.83 farming members. Farmers possessed an average of 7.13 rai of agricultural holdings. The average monthly income was 12,646.95 baht, and all farmers (100%) were members of agricultural institutes. It was found that farmers prepared the soil for the planting system by the plowing method. The rice was planted by cutting 3–5 seedlings per clump. Fertilizer formula 16-20-0 was employed by farmers. The disease discovered was dry leaf sheath, and the weeds found were rice grass. Farmers had chemical fertilizers, herbicides, and plowing as the main factors in production. In terms of the overall feasibility of raising farmers to become organic farmers, it was found that they were at the highest level (average 4.58) and that rice seed preparation played a vital role in raising farmers to become organic farmers. Age, education level, status of household labor members, agricultural holding area, and average monthly income were the primary elements determining the feasibility of raising farmers to be organic farmers. The lack of expertise and comprehension of the process of growing Med Fai rice was a challenge in upgrading farmers.

Keywords: enhancing, Med Fai rice, organic farming

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาข้อมูลพื้นฐานด้านเศรษฐกิจและสังคม ระบบและปัจจัยการผลิตความเป็นไปได้ และปัจจัยที่มีผลต่อความเป็นไปได้ในการยกระดับเกษตรกรผู้ปลูกข้าวพันธุ์เม็ดฝ้ายสู่การเป็นเกษตรกรผู้ผลิตข้าวอินทรีย์ ตำบลเขาโร อำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช เก็บข้อมูลด้วยแบบสัมภาษณ์จากเกษตรกรผู้ปลูกข้าวพันธุ์เม็ดฝ้ายจำนวน 21 ราย วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนาและสถิติเชิงอนุมาน ผลการวิจัย พบว่าเกษตรกรส่วนใหญ่ (ร้อยละ 87.50) เป็นเพศชาย อายุเฉลี่ย 51 ปี เกษตรกรเกือบครึ่งหนึ่ง (47.60) จบการศึกษาระดับประถมศึกษา โดยเกือบทั้งหมด (ร้อยละ 90.50) สมรสแล้ว มีสมาชิกในครัวเรือนเฉลี่ย 4.50 คน และสมาชิกทำการเกษตรเฉลี่ย 1.83 คน เกษตรกรมีพื้นที่ถือครองทางการเกษตรเฉลี่ย 7.13 ไร่ โดยเกษตรกรทั้งหมดเป็นเจ้าของที่ดิน มีรายได้เฉลี่ยต่อเดือน 12,646.95 บาท และเกษตรกรทั้งหมด (ร้อยละ 100) เป็นสมาชิกกลุ่มสถาบันทางการเกษตร สำหรับระบบการปลูก พบว่า เกษตรกรเตรียมดินด้วยวิธีไถตะปลูกข้าวด้วยวิธีการปักดำต้นกล้า 3-5 ต้นต่อกอ ใช้ปุ๋ยสูตร 16-20-0 โรคที่พบคือ กาบใบแห้งและพบหญ้าวัชพืชมกเป็นวัชพืช โดยเกษตรกรมีปุ๋ยเคมี สารกำจัดวัชพืช และการจ้างเเป็นปัจจัยหลักในการผลิต สำหรับความเป็นไปได้ในการยกระดับเกษตรกรสู่การเป็นเกษตรกรผู้ผลิตแบบอินทรีย์ในภาพรวมพบว่าอยู่ในระดับมากที่สุด (เฉลี่ย 4.58) และพบการเตรียมเมล็ดพันธุ์ข้าวเป็นส่วนสำคัญต่อการยกระดับเกษตรกรสู่การเป็นเกษตรกรผู้ผลิตแบบอินทรีย์ ปัจจัยหลักที่มีผลต่อความเป็นไปได้ในการยกระดับเกษตรกรสู่การเป็นเกษตรกรผู้ผลิตแบบอินทรีย์ ในภาพรวม ได้แก่ อายุ ระดับการศึกษา สถานภาพสมาชิกแรงงานในครัวเรือน พื้นที่ถือครองการทำเกษตร และรายได้เฉลี่ยต่อเดือน โดยปัญหาที่พบในการยกระดับเกษตรกรคือ การขาดความรู้ความเข้าใจในกระบวนการปลูกข้าวพันธุ์เม็ดฝ้าย

คำสำคัญ: การยกระดับ ข้าวพันธุ์เม็ดฝ้าย
เกษตรกรอินทรีย์

คำนำ

ข้าวเป็นธัญพืชที่สำคัญจัดเป็นพืชอาหารที่สำคัญของโลก โดยประชากรเกือบสามพันล้านคนบริโภคข้าวเป็นอาหารหลัก โดยเฉพาะคนเอเชีย มีการบริโภคข้าวเป็นอาหารหลักประมาณ 600 ล้านคน สำหรับประเทศไทย ประชาชนกว่าครึ่งหนึ่งของประเทศเป็นชาวนาและรับประทานข้าวเป็นอาหารหลักประจำชาติ และมีความผูกพันกับข้าวทั้งในด้าน สังคม ประเพณี และวัฒนธรรม และข้าวยังเป็นสินค้าที่สามารถทำรายได้ให้กับประเทศเป็นจำนวนมาก จากหลักฐานการค้นพบเปลือกข้าวในเศษเครื่องปั้นดินเผาในหลุมฝังศพที่ตำบลโนนนกทา อำเภอกุเวียง จังหวัดขอนแก่น มีอายุอย่างน้อย 5,000 ปี ซึ่งถือว่าเป็นหลักฐานที่สำคัญที่นักมนุษยวิทยาเรียกสังคมไทยว่าสังคมวัฒนธรรมข้าว โดยข้าวผูกพันกับชาวไทยที่มีการแผ่กระจายไปทุกกลุ่มชาติพันธุ์ที่อาศัยอยู่ในดินแดนของประเทศไทย (Tongdee, 1995)

ความหลากหลายของสายพันธุ์ข้าวในประเทศไทย พบว่ามีจำนวนมากกว่า 20,000 สายพันธุ์ จากพันธุ์ข้าวที่มีอยู่ทั่วโลกกว่า 120,000 สายพันธุ์ (Siamwala and NaRanong, 1990) พันธุ์ข้าวที่ปลูกในประเทศไทยที่มีการเก็บรวบรวมไว้โดยศูนย์ปฏิบัติการและเก็บเมล็ดพันธุ์ข้าวแห่งชาติมีจำนวน 23,903 ตัวอย่าง เป็นข้าวพื้นเมือง 17,093 ตัวอย่าง โดยมีการจำแนกชื่อไม่ซ้ำกันเป็นพันธุ์ข้าวพื้นเมือง 5,928 ตัวอย่าง (Chunta, 2015) ทำให้ประเทศไทยมีการปลูกข้าวพันธุ์พื้นเมืองมากกว่า 11 ล้านไร่ (Office of Agricultural Economics, 2006) ซึ่งในแต่ละสายพันธุ์ของข้าวพื้นเมือง มีการแพร่กระจายอยู่ทั่วไปทุกภาคของประเทศไทย แต่ปัจจุบันประเทศไทยมีสายพันธุ์ข้าวที่ดีค่อย ๆ ลดลงเหลือไม่กี่สายพันธุ์ในปัจจุบัน

จังหวัดนครศรีธรรมราชเป็นจังหวัดในประเทศไทย มีประชากรมากที่สุดในภาคใต้ มีพื้นที่ทั้งหมด 6.21 ล้านไร่ ซึ่งมีขนาดพื้นที่ใหญ่เป็นอันดับ 2 ของภาคใต้ (รองจากสุราษฎร์ธานี) เป็นพื้นที่ใช้ประโยชน์เพื่อการเกษตร 3.06 ล้านไร่ คิดเป็นร้อยละ 49.28 ของพื้นที่ทั้งหมด มีการปลูกข้าวรวม 700,529 ไร่ (Phatthalung Rice Research, 2009) ลักษณะภูมิประเทศแบ่งได้ 3 ส่วน คือ 1) บริเวณเทือกเขาตอนกลาง ได้แก่ บริเวณเทือกเขานครศรีธรรมราช มีอาณาเขตตั้งแต่ตอนเหนือของจังหวัดลงไปถึงตอนใต้สุด บริเวณพื้นที่ของอำเภอที่อยู่ในเขตเทือกเขาตอนกลาง ได้แก่ อำเภอเมือง อำเภอสิชล อำเภอขนอม อำเภอท่าศาลา อำเภอลานสกา อำเภอพรหมคีรี อำเภอร่อนพิบูล และอำเภอชะอวด ในเขตเทือกเขาที่มียอดเขาสูงสุดในจังหวัด คือ เทือกเขาหลวง ซึ่งมีความสูงประมาณ 1,835 เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลาง 2) บริเวณที่ราบชายฝั่งด้านตะวันออก ได้แก่ บริเวณถัดจากเทือกเขาตอนกลางไปทางทิศตะวันออก ถึงฝั่งทะเลอ่าวไทยอาจแยกพิจารณาได้เป็น 2 ตอน คือ ตั้งแต่อำเภอเมืองนครศรีธรรมราชไปทางใต้ พื้นที่มีลักษณะเป็นที่ราบที่มีความกว้างจากบริเวณเทือกเขาตอนกลาง ไปถึงชายฝั่งทะเลระยะทางประมาณ 95 กิโลเมตร มีแม่น้ำลำคลองที่มีต้นน้ำเกิดจากบริเวณเทือกเขาตอนกลาง ไหลลงสู่อ่าวไทยหลายสาย นับเป็นที่ราบซึ่งมีค่าทางเศรษฐกิจของจังหวัดอีกบริเวณคือ ตั้งแต่อำเภอท่าศาลาไปทางทิศเหนือ เป็นบริเวณชายฝั่งแคบ ๆ ความกว้างไม่เกิน 15 กิโลเมตร อำเภอที่อยู่ในบริเวณที่ราบด้านนี้ คือ อำเภอขนอม อำเภอสิชล อำเภอท่าศาลา อำเภอเมือง อำเภอปากพนัง อำเภอเชียรใหญ่ อำเภอหัวไทร และอำเภอชะอวด และ 3) บริเวณที่ราบด้านตะวันตก ได้แก่ บริเวณที่ราบระหว่างเทือกเขานครศรีธรรมราช และเทือกเขาภูเก็ต ซึ่งมีลักษณะเป็นเนินเขาอยู่เป็นแห่งๆ อำเภอที่อยู่ในบริเวณนี้คือ อำเภอพิปูน อำเภอทุ่งใหญ่ อำเภอฉวาง อำเภอนาบอน และอำเภอทุ่งสง ในแต่ละพื้นที่ของจังหวัด

นครศรีธรรมราชที่แบ่งตามเขตภูมิวิเวศทั้ง 3 แห่ง จะมีศักยภาพในการปลูกข้าวแตกต่างกัน มีทั้งการปลูกข้าวนาและข้าวไร่ โดยมีผลผลิตเฉลี่ย 461 กิโลกรัมต่อไร่

สำหรับการผลิตข้าวอินทรีย์นั้น เป็นระบบการผลิตข้าวที่ไม่ใช้สารเคมีทางการเกษตรทุกชนิดเป็นต้นว่า ปุ๋ยเคมี สารควบคุมการเจริญเติบโต สารควบคุมและกำจัดวัชพืช สารป้องกันกำจัดโรค แมลงและสัตว์ศัตรูข้าว ตลอดจนสารเคมีที่ใช้รมเพื่อป้องกันกำจัดแมลงศัตรูข้าวในโรงเก็บ การผลิตข้าวอินทรีย์นอกจากจะทำให้ได้ผลผลิตข้าวที่มีคุณภาพสูงและปลอดภัยจากสารพิษแล้ว ยังเป็นการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและเป็นการพัฒนาการเกษตรแบบยั่งยืน นอกจากนี้การผลิตข้าวอินทรีย์เป็นระบบการผลิตทางการเกษตรที่เน้นเรื่องของธรรมชาติเป็นสำคัญ ได้แก่ การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ การฟื้นฟูความอุดมสมบูรณ์ของธรรมชาติ การรักษาสมดุลธรรมชาติและการใช้ประโยชน์จากธรรมชาติ เพื่อการผลิตอย่างยั่งยืน เช่น ปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดินโดยการปลูกพืชหมุนเวียน การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในไร่หรือจากแหล่งอื่น ควบคุมโรค แมลงและสัตว์ศัตรูข้าวโดยวิธีผสมผสานที่ไม่ใช้สารเคมี การเลือกใช้พันธุ์ข้าวที่เหมาะสม มีความต้านทานโดยธรรมชาติ รักษาสมดุลของศัตรูธรรมชาติ การจัดการพืช ดิน และน้ำ ให้ถูกต้องเหมาะสมกับความต้องการของต้นข้าว เพื่อให้ต้นข้าวเจริญเติบโตได้ดี มีความสมบูรณ์แข็งแรงตามธรรมชาติ การจัดการสภาพแวดล้อมไม่ให้เกิดการระบาดของโรค แมลงและสัตว์ศัตรูข้าว เป็นต้น การศึกษาค้นคว้า วิจัย ประสงค์เพื่อต้องการยกระดับเกษตรกรผู้ปลูกข้าวสู่การเป็นเกษตรกรผู้ผลิตแบบเกษตรอินทรีย์ ของเกษตรกรตำบลเขาไร่ อำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช และกลุ่มเครือข่าย เพื่อให้เกษตรกรผู้ปลูกข้าวเกิดการรวมกลุ่มในการปลูกข้าวอินทรีย์ในพื้นที่ที่เหมาะสม มีรายได้เพิ่มขึ้นจากการผลิตข้าวอินทรีย์ และเกษตรกรได้มาตรฐานการผลิตข้าวอินทรีย์

วิธีดำเนินการวิจัย

สถานที่ดำเนินการวิจัย

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ได้ดำเนินการในเขตพื้นที่ตำบลเขาโร อำเภอกงสูง จังหวัดนครศรีธรรมราช เนื่องด้วยเป็นแหล่งปลูกข้าวพันธุ์เม็ดฝ้ายที่สำคัญและได้รับการส่งเสริมจากศูนย์วิจัยข้าว นครศรีธรรมราช ดำเนินงานภายใต้โครงการส่งเสริมการผลิตข้าวตลาดเฉพาะ กองพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าว กรมการข้าว เพื่อเชื่อมโยงการตลาดและสร้างกลยุทธ์ทางการตลาดให้แก่กลุ่มเกษตรกรเป้าหมาย และเผยแพร่ประชาสัมพันธ์สินค้าข้าวตลาดเฉพาะกลุ่มของเกษตรกรผู้ผลิตข้าวให้เป็นที่แพร่หลาย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ทำการสุ่มด้วยวิธีการสุ่มแบบเจาะจง (Purposive Sampling) ได้แก่ เกษตรกรผู้ปลูกข้าวพันธุ์เม็ดฝ้ายในพื้นที่ตำบลเขาโร อำเภอกงสูง จังหวัดนครศรีธรรมราช ทั้งหมด 21 ราย เนื่องด้วยประชากรในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีจำนวนไม่มากนัก ผู้วิจัยจึงได้กำหนดให้ประชากรทั้งหมดเป็นกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ใช้แบบสัมภาษณ์เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลประกอบไปด้วยข้อคำถามแบบปลายปิด (Close-ended Question) และข้อคำถามปลายเปิด (Open-ended Question) ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ส่วนที่ 1 ข้อคำถามเกี่ยวกับข้อมูลพื้นฐานด้านเศรษฐกิจและสังคมบางประการของเกษตรกร โดยลักษณะคำถามเป็นแบบให้เลือกตอบ

ส่วนที่ 2 ข้อคำถามเกี่ยวกับระบบปลูกข้าวพันธุ์เม็ดฝ้ายของเกษตรกร โดยลักษณะคำถามเป็นแบบให้เลือกตอบและเปิดให้แสดงความคิดเห็น

ส่วนที่ 3 ข้อคำถามเกี่ยวกับความเป็นไปได้ในการยกระดับเกษตรกรผู้ปลูกข้าวพันธุ์เม็ดฝ้ายสู่การเป็นเกษตรกรผู้ผลิตแบบเกษตรอินทรีย์ โดยลักษณะคำถามเป็น

แบบมาตราส่วนประเมินค่า 5 ระดับ (Rating scale) ได้แก่ 5 = ความเป็นไปได้มากที่สุด 4 = ความเป็นไปได้มาก 3 = ความเป็นไปได้ปานกลาง 2 = ความเป็นไปได้น้อย และ 1 = ความเป็นไปได้น้อยที่สุด โดยคะแนนเฉลี่ยที่ได้นำมาแบ่งเป็นช่วงๆ เพื่อพิจารณาระดับความเป็นไปได้ในการยกระดับเกษตรกรผู้ปลูกข้าวพันธุ์เม็ดฝ้ายสู่การเป็นเกษตรกรผู้ผลิตแบบเกษตรอินทรีย์ ดังนี้

ระดับคะแนนเฉลี่ย	ระดับความเป็นไปได้
4.21 – 5.00	มีความเป็นไปได้มากที่สุด
3.41 – 4.20	มีความเป็นไปได้มาก
2.61 – 3.40	ความเป็นไปได้ปานกลาง
1.81 – 2.60	ความเป็นไปได้น้อย
1.00 – 1.80	ความเป็นไปได้น้อยที่สุด

ส่วนที่ 4 ข้อคำถามเกี่ยวกับปัญหาและอุปสรรคของเกษตรกรผู้ปลูกข้าวพันธุ์เม็ดฝ้ายในการยกระดับไปสู่เกษตรอินทรีย์ โดยลักษณะคำถามเป็นแบบเปิดให้แสดงความคิดเห็น

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งที่เป็นข้อมูลทุติยภูมิ ที่เป็นแนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องจากแหล่งต่าง ๆ อาทิ ห้องสมุดมหาวิทยาลัย ศูนย์วิจัยข้าว และข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์ เป็นต้น ส่วนข้อมูลปฐมภูมิจากการลงพื้นที่เข้าถึงตำบลเขาโร อำเภอกงสูง จังหวัดนครศรีธรรมราช จากนั้นชี้แจงวัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย แล้วจึงสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่าง

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลส่วนนี้โดยใช้โปรแกรมสถิติสำเร็จรูปทางสังคมศาสตร์ (Statistical package for the social science; SPSS) โดยใช้สถิติพรรณนา ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (Mean) ค่าร้อยละ (Percentage) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation; S.D.) และใช้สถิติเชิงอ้างอิง ได้แก่ สถิติการถดถอยพหุคูณ (Multiple Regression) เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูล

ผลการวิจัย

ข้อมูลพื้นฐานด้านเศรษฐกิจและสังคมบางประการของกลุ่มตัวอย่าง

ผลการวิจัยพบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่เป็นเพศชาย (ร้อยละ 85.70) มีอายุเฉลี่ย 51.00 ปี จบการศึกษาในระดับประถมศึกษา (ร้อยละ 47.60) มีสถานภาพสมรส (ร้อยละ 90.50) จำนวนสมาชิกในครัวเรือนเฉลี่ย 4.50 คน ทำการเกษตรเฉลี่ย 1.83 คน มีพื้นที่ถือครองการทำเกษตรเฉลี่ย 7.13 ไร่ โดยทั้งหมดเป็นของตนเอง มีรายได้อยู่ในช่วง 10,001-20,000 บาทต่อเดือน และทั้งหมดเป็นสมาชิกกลุ่ม/สถาบันการเกษตร

ระบบการปลูกข้าวพันธุ์เมล็ดฝ้ายของเกษตรกร

ผลการวิจัยพบว่า เกษตรกรทั้งหมดไม่มีการเลือกพื้นที่ปลูกข้าวพันธุ์เมล็ดฝ้าย แต่มีการคัดเลือกใช้พันธุ์ข้าวที่เหมาะสมกับพื้นที่ปลูก เตรียมเมล็ดพันธุ์ข้าวโดยการสูบล้างเมล็ดพันธุ์เพื่อตรวจสอบ (ร้อยละ 81.00) เตรียมดินโดยการไถตะ และมีวิธีการปลูกข้าวแบบปักดำจำนวนต้นกล้า 3-5 ต้นต่อกอ เกษตรกรทั้งหมดใส่ปุ๋ยสูตร 16-20-0 โรคที่พบมากที่สุด ได้แก่ โรคกาบใบแห้ง (ร้อยละ 75.00) ส่วนวัชพืชที่พบมากที่สุด ได้แก่ หญ้าข้าวนก (ร้อยละ 43.80) และการป้องกันกำจัดวัชพืช ได้แก่ การใช้สารกำจัดวัชพืช (ร้อยละ 55.90)

การใช้ปัจจัยการผลิต ผลผลิต และรายได้ (เฉลี่ย/ไร่/ปี) พบว่า มีผลผลิตเฉลี่ย 635.10 กิโลกรัมต่อไร่ ราคาจำหน่ายเฉลี่ย 45.10 บาทต่อกิโลกรัม คิดเป็นมูลค่าผลผลิตเฉลี่ย 28,643.01 บาทต่อไร่ มีต้นทุนผันแปรเฉลี่ย 2,672.32 บาทต่อไร่ ประกอบไปด้วยค่าปุ๋ยเคมีเฉลี่ย 1,766.97 บาทต่อไร่ ค่าสารกำจัดวัชพืชเฉลี่ย 355.25 บาทต่อไร่ ค่าจ้างไถ 550.10 บาทต่อไร่ และมีต้นทุนคงที่เฉลี่ย 3.77 บาทต่อไร่ จากข้อมูลดังกล่าวข้างต้นคำนวณผลตอบแทนที่เกิดจากการปลูกข้าวพันธุ์เมล็ดฝ้าย พบว่า รายได้สุทธิเฉลี่ย 25,970.69 บาทต่อไร่ และมีกำไรสุทธิเฉลี่ย 25,966.92 บาทต่อไร่

ความเป็นไปได้ในการยกระดับเกษตรกรผู้ปลูกข้าวพันธุ์เมล็ดฝ้ายสู่การเป็นเกษตรกรผู้ผลิตแบบเกษตรอินทรีย์

จากการศึกษาระบบการปลูกข้าวพันธุ์เมล็ดฝ้ายใน 7 ขั้นตอน พบว่า มีความเป็นไปได้ในการยกระดับเกษตรกรผู้ปลูกข้าวพันธุ์เมล็ดฝ้ายสู่การเป็นเกษตรกรผู้ผลิตแบบเกษตรอินทรีย์อยู่ในระดับมากที่สุดทุกขั้นตอน ได้แก่ การเลือกพื้นที่ปลูก (ค่าเฉลี่ย 4.31) การเลือกใช้พันธุ์ข้าว (ค่าเฉลี่ย 4.19) การเตรียมเมล็ดพันธุ์ข้าว (ค่าเฉลี่ย 4.82) การเตรียมดิน (ค่าเฉลี่ย 4.69) วิธีปลูก (ค่าเฉลี่ย 4.71) การจัดการความอุดมสมบูรณ์ของดิน (ค่าเฉลี่ย 4.76) และการป้องกันกำจัดโรคแมลงและศัตรูพืช (ค่าเฉลี่ย 4.57) ซึ่งส่งผลต่อความเป็นไปได้ในภาพรวมในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 4.58) เช่นกัน (Table 1)

Table 1 The feasibility level of farmers enhancing towards organic rice farmers

Enhancing issue	Mean	S.D.	Feasibility level
Planting area selection	4.31	0.58	Highest
Rice variety selection	4.19	0.48	High
Rice seed preparation	4.82	0.36	Highest
Soil preparation	4.69	0.31	Highest
Planting Procedures	4.71	0.48	Highest
Soil fertility management	4.76	0.36	Highest
Disease, bug, and pest control	4.57	0.43	Highest
Total	4.58	0.43	Highest

รายละเอียดของการยกระดับเกษตรกรผู้ปลูกข้าว พันธุ์เมล็ดฝ้ายสู่การเป็นเกษตรกรผู้ผลิตแบบเกษตรอินทรีย์ในแต่ละด้านต่าง ๆ ดังนี้

การเลือกพื้นที่ปลูก

ผลการวิจัยพบว่า ด้านการเลือกพื้นที่ปลูก ในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 4.31) เมื่อพิจารณาประเด็นย่อยจะพบว่า อยู่ในระดับมากที่สุด 2 ประเด็น คือ ห่างจากพื้นที่ที่มีการใช้สารเคมีทำการเกษตร (ค่าเฉลี่ย 4.75) ไม่ควรเป็นพื้นที่ที่มีการใช้สารเคมีในปริมาณมาก ติดต่อกันเป็นเวลานาน หรือมีการปนเปื้อนของสารเคมีสูง (ค่าเฉลี่ย 4.63) และอยู่ในระดับมาก 2 ประเด็น คือ เลือกพื้นที่ที่มีขนาดใหญ่ติดต่อกัน และมีความอุดมสมบูรณ์ของดินโดยธรรมชาติค่อนข้างสูง ประกอบด้วยธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของข้าวอย่างเพียงพอ (ค่าเฉลี่ย 4.03) มีแหล่งน้ำสำหรับการเพาะปลูก (ค่าเฉลี่ย 3.85)

การเลือกใช้พันธุ์ข้าว

ผลการวิจัยพบว่า ด้านการเลือกใช้พันธุ์ข้าว ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 4.19) เมื่อพิจารณาประเด็นย่อยจะพบว่า อยู่ในระดับมากที่สุด 3 ประเด็น คือ พันธุ์ข้าวที่ใช้ปลูกควรมีคุณสมบัติด้านการเจริญเติบโตเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมในพื้นที่ปลูก (ค่าเฉลี่ย 4.43) ด้านทานโรคและแมลงศัตรูข้าว (ค่าเฉลี่ย 4.33) มีคุณภาพเมล็ดตรงกับความต้องการของผู้บริโภคข้าวอินทรีย์ (ค่าเฉลี่ย 4.23) และอยู่ในระดับมาก 1 ประเด็น คือ ให้ผลผลิตได้ดีแม้ในสภาพดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ค่อนข้างต่ำ (ค่าเฉลี่ย 3.75)

การเตรียมเมล็ดพันธุ์ข้าว

ผลการวิจัยพบว่า ด้านการเตรียมเมล็ดพันธุ์ข้าว ในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 4.82) เมื่อพิจารณาประเด็นย่อยจะพบว่า อยู่ในระดับมากที่สุด 3 ประเด็น คือ เลือกใช้เมล็ดพันธุ์ข้าวที่ได้มาตรฐานผลิตแบบเกษตรอินทรีย์ (ค่าเฉลี่ย 4.93) เมล็ดพันธุ์ข้าวมีความงอกดี

(ค่าเฉลี่ย 4.83) เมล็ดผ่านการเก็บรักษาโดยไม่ใช้สารเคมีสังเคราะห์ ปราศจากโรค แมลง และเมล็ดวัชพืช (ค่าเฉลี่ย 4.68)

การเตรียมดิน

ผลการวิจัยพบว่า ด้านการเตรียมดิน ในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 4.69) เมื่อพิจารณาประเด็นย่อยจะพบว่า อยู่ในระดับมากที่สุด 2 ประเด็น คือ ไถตะไถแปร คราด และทำเทือก (ค่าเฉลี่ย 4.86) เตรียมดินเพื่อสร้างสภาพที่เหมาะสมต่อการปลูกและการเจริญเติบโตของข้าว (ค่าเฉลี่ย 4.51)

วิธีปลูก

ผลการวิจัยพบว่า ด้านวิธีปลูก ในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 4.71) เมื่อพิจารณาประเด็นย่อยจะพบว่า อยู่ในระดับมากที่สุด 4 ประเด็น คือ การปลูกข้าวอินทรีย์เพียงปีละครั้ง และการผลิตข้าวอินทรีย์ต้องหลีกเลี่ยงการใช้สารสังเคราะห์ทุกชนิดโดยเฉพาะปุ๋ยเคมีในจำนวนเท่ากัน (ค่าเฉลี่ย 4.81) ต้นกล้าที่ใช้ปักดำควรมีอายุประมาณ 30 วัน เลือกต้นกล้าที่เจริญเติบโตแข็งแรงดี ปราศจากโรคและแมลงทำลาย (ค่าเฉลี่ย 4.63) ระยะระหว่างต้นและแถวประมาณ 20 เซนติเมตร จำนวนต้นกล้า 3-5 ต้นต่อกอ (ค่าเฉลี่ย 4.60)

การจัดการความอุดมสมบูรณ์ของดิน

ผลการวิจัยพบว่า ด้านการจัดการความอุดมสมบูรณ์ของดิน ในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 4.76) เมื่อพิจารณาประเด็นย่อยจะพบว่า อยู่ในระดับมากที่สุด 7 ประเด็น คือ เพิ่มอินทรีย์วัตถุให้กับดิน เช่น การปลูกพืชตระกูลถั่ว (ค่าเฉลี่ย 4.86) ไม่เผาตอซัง ฟางข้าว และเศษวัสดุอินทรีย์ (ค่าเฉลี่ย 4.81) ใส่ปุ๋ยอินทรีย์จากธรรมชาติอย่างสม่ำเสมอ (ค่าเฉลี่ย 4.79) ไม่ปล่อยให้ดินว่างเปล่าก่อนและหลังการปลูกข้าว (ค่าเฉลี่ย 4.76) การวิเคราะห์ดินในแปลงนา (ค่าเฉลี่ย 4.73) เกษตรกรมีความรู้ในการจัดการดินที่ถูกต้องและเหมาะสมกับการปลูกข้าว

อินทรีย์ (ค่าเฉลี่ย 4.68) การเลือกพื้นที่ปลูกที่มีความอุดมสมบูรณ์สูงตามธรรมชาติ (ค่าเฉลี่ย 4.63)

การป้องกันกำจัดโรค แมลง และศัตรูพืช

ผลการวิจัยพบว่า ด้านการป้องกันกำจัดโรค แมลง และศัตรูพืช ในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 4.57) เมื่อพิจารณาประเด็นย่อยจะพบว่าอยู่ในระดับมากที่สุด 4 ประเด็น คือ การปฏิบัติด้านเขตกรรม เช่น การเตรียมแปลงกำหนดช่วงเวลาปลูกที่เหมาะสม ใช้อัตราเมล็ดและระยะปลูกที่เหมาะสม การปลูกพืชหมุนเวียนเพื่อตัดวงจรการระบาดของโรค แมลงและสัตว์ศัตรูข้าว (ค่าเฉลี่ย 4.85) ควบคุมวัชพืชโดยวิธีกล เช่น การเตรียมดินที่เหมาะสม วิธีการทำนาที่ลดปัญหาวัชพืช การใช้ระดับน้ำควบคุมวัชพืช การใช้วัสดุคลุมดิน การถอนด้วยมือ เป็นต้น (ค่าเฉลี่ย 4.81) ปลูกพืชขับไล่แมลงบนคันนา

เช่น ตะไคร้หอม (ค่าเฉลี่ย 4.75) ใช้สารสกัดจากพืช เช่น สะเดา ข่า ตะไคร้หอม และใบแคฝรั่ง เป็นต้น (ค่าเฉลี่ย 4.23) และอยู่ในระดับมาก 1 ประเด็น คือ ใช้วิธีกล เช่น ใช้แสงไฟล่อ ใช้กับดัก และใช้กาวเหนียว (ค่าเฉลี่ย 4.18)

ปัจจัยที่มีผลต่อความเป็นไปได้ในการยกระดับเกษตรกรผู้ปลูกข้าวพันธุ์เมล็ดฝ้ายสู่การเป็นเกษตรกรผู้ผลิตแบบเกษตรอินทรีย์

จาก Table 2 พบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อความเป็นไปได้ในการยกระดับเกษตรกรผู้ปลูกข้าวพันธุ์เมล็ดฝ้ายสู่การเป็นเกษตรกรผู้ผลิตแบบเกษตรอินทรีย์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ทั้งหมดมี 6 ปัจจัย คือ อายุ ระดับการศึกษา สถานภาพ สมาชิกแรงงานในครัวเรือน พื้นที่ถือครองการทำเกษตร และรายได้เฉลี่ยต่อเดือน (Table 2)

Table 2 Factors effecting the feasibility of farmers enhancing towards organic rice farmers

Variables	Feasibility of farmers enhancing towards organic rice farmers	
	B	t-VALUE
Gender	0.047	0.753
Age	0.163	3.948**
Education attainment	0.225	4.653**
Marital status	0.192	4.025**
Household member	-0.015	-0.843
Household workforce	0.311	4.967**
Agricultural land area holding	0.493	11.914**
Average income per month	0.488	10.826**
Membership of agricultural institutes	-0.076	-1.475
R² = 0.754		F value = 9.913

** statistical significance relationship 0.01

ปัญหาและอุปสรรคในการยกระดับเกษตรกรผู้ปลูกข้าวพันธุ์เมล็ดฝ้ายสู่การเป็นเกษตรกรผู้ผลิตแบบเกษตรอินทรีย์

จากการสัมภาษณ์เกษตรกรพบว่า ปัญหาและอุปสรรคหลักที่ส่งผลต่อการยกระดับเกษตรกรผู้ปลูกข้าวพันธุ์เมล็ดฝ้ายสู่การเป็นเกษตรกรผู้ผลิตแบบเกษตรอินทรีย์คือ เกษตรกรขาดความรู้ความเข้าใจในกระบวนการปลูกข้าวพันธุ์เมล็ดฝ้าย โดยหน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้องควรส่งเสริมความรู้ความเข้าใจ ตลอดจนการปฏิบัติภายใต้มาตรฐานอินทรีย์ของการปลูกข้าวพันธุ์เมล็ดฝ้ายให้แก่เกษตรกรและการติดตามผลงานอย่างต่อเนื่อง

วิจารณ์ผลการวิจัย

จากผลการวิจัยพบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่เป็นเพศชาย (ร้อยละ 85.70) มีอายุเฉลี่ย 51.00 ปี จบการศึกษาในระดับประถมศึกษา (ร้อยละ 47.60) มีสถานภาพสมรส (ร้อยละ 90.50) จำนวนสมาชิกในครัวเรือนเฉลี่ย 4.50 คน ทำการเกษตรเฉลี่ย 1.83 คน มีพื้นที่ถือครองการทำเกษตรเฉลี่ย 7.13 ไร่ โดยทั้งหมดเป็นของตนเอง มีรายได้อยู่ในช่วง 10,001-20,000 บาทต่อเดือน และทั้งหมดเป็นสมาชิกกลุ่ม/สถาบันการเกษตรระบบการปลูกข้าวพันธุ์เมล็ดฝ้ายของเกษตรกร พบว่าเกษตรกรทั้งหมดไม่มีการเลือกพื้นที่ปลูกข้าวพันธุ์เมล็ดฝ้าย แต่มีการคัดเลือกใช้พันธุ์ข้าวที่เหมาะสมกับพื้นที่ปลูกเตรียมเมล็ดพันธุ์ข้าวโดยการสุ่มเมล็ดพันธุ์เพื่อตรวจสอบ (ร้อยละ 81.00) เตรียมดินโดยการไถตะ และมีวิธีการปลูกข้าวแบบปักดำ จำนวนต้นกล้า 3-5 ต้นต่อกอ เกษตรกรทั้งหมดใส่ปุ๋ยสูตร 16-20-0 โรคที่พบมากที่สุด ได้แก่ โรคกาบใบแห้ง (ร้อยละ 75.00) ส่วนวัชพืชที่พบมากที่สุด ได้แก่ หญ้าข้าวรก (ร้อยละ 43.80) และการป้องกันกำจัดวัชพืช ได้แก่ การใช้สารกำจัดวัชพืช (ร้อยละ 55.90) ความเป็นไปได้ในการยกระดับเกษตรกรผู้ปลูกข้าวพันธุ์เมล็ดฝ้ายสู่การเป็นเกษตรกรผู้ผลิตแบบเกษตรอินทรีย์ในภาพรวมอยู่ระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 4.58) พบว่า ด้านการเลือกพื้นที่ปลูกอยู่ในระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณา

ประเด็นย่อยพบว่า อยู่ในระดับมากที่สุด 2 ประเด็น คือ ห่างจากพื้นที่ที่มีการใช้สารเคมีทำการเกษตรและไม่ควรเป็นพื้นที่ที่มีการใช้สารเคมีในปริมาณมากติดต่อกันเป็นเวลานานหรือมีการปนเปื้อนของสารเคมีสูง และอยู่ในระดับมากที่สุด 2 ประเด็น คือ เลือกพื้นที่ที่มีขนาดใหญ่ติดต่อกัน และมีความอุดมสมบูรณ์ของดินโดยธรรมชาติค่อนข้างสูง ประกอบด้วยธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของข้าวอย่างเพียงพอ มีแหล่งน้ำสำหรับการเพาะปลูก ด้านการเลือกใช้พันธุ์ข้าว พบว่า อยู่ในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 4.21) เมื่อพิจารณาประเด็นย่อยจะพบว่า อยู่ในระดับมากที่สุด 3 ประเด็น คือ พันธุ์ข้าวที่ใช้ปลูกควรมีคุณสมบัติด้านการเจริญเติบโตเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมในพื้นที่ปลูก ด้านทานโรคและแมลงศัตรูข้าว มีคุณภาพเมล็ดตรงกับความต้องการของผู้บริโภคข้าวอินทรีย์ และอยู่ในระดับมากที่สุด 1 ประเด็น คือ ให้ผลผลิตได้ดีแม้ในสภาพดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ค่อนข้างต่ำ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Sangsri (2015) ได้ทำการวิจัยเรื่องปัจจัยของการคัดเลือกสายพันธุ์ข้าวไร่พื้นเมืองในหมู่บ้านมอญ ตำบลห้วยเขย่ง อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี พบว่า เกษตรกรมีพฤติกรรมคัดเลือกสายพันธุ์ข้าวที่ทำได้ง่ายในท้องถิ่น และด้านทานต่อโรคและแมลงได้ดี ด้านการเตรียมเมล็ดพันธุ์ข้าว พบว่า อยู่ในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 4.82) เมื่อพิจารณาประเด็นย่อยจะพบว่า อยู่ในระดับมากที่สุด 3 ประเด็น คือ เลือกใช้เมล็ดพันธุ์ข้าวที่ได้มาตรฐานผลิตแบบเกษตรอินทรีย์ เมล็ดพันธุ์ข้าวมีความงอกดี เมล็ดผ่านการเก็บรักษาโดยไม่ใช้สารเคมีสังเคราะห์ ปราศจากโรค แมลง และเมล็ดวัชพืช ด้านการเตรียมดิน พบว่า อยู่ในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 4.69) เมื่อพิจารณาประเด็นย่อยจะพบว่า อยู่ในระดับมากที่สุด 2 ประเด็น คือ ไถตะ ไถแปร คราด และทำเทือก เตรียมดินเพื่อสร้างสภาพที่เหมาะสมต่อการปลูกและการเจริญเติบโตของข้าว ด้านวิธีปลูก พบว่า อยู่ในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 4.71) เมื่อพิจารณาประเด็นย่อยจะพบว่า อยู่ในระดับมากที่สุด 4 ประเด็น คือ การปลูกข้าวอินทรีย์เพียงปีละครั้ง และการผลิตข้าวอินทรีย์ต้องหลีกเลี่ยงการ

ใช้สารสังเคราะห์ทุกชนิดโดยเฉพาะปุ๋ยเคมีในจำนวนเท่ากัน ต้นกล้าที่ใช้ปักดำควรมีอายุประมาณ 30 วัน เลือกต้นกล้าที่เจริญเติบโตแข็งแรงดี ปราศจากโรคและแมลงทำลาย ระยะระหว่างต้นและแถวประมาณ 20 เซนติเมตร จำนวนต้นกล้า 3-5 ต้นต่อกอ ด้านการจัดการความอุดมสมบูรณ์ของดิน พบว่า อยู่ในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 4.76) เมื่อพิจารณาประเด็นย่อยจะพบว่า อยู่ในระดับมากที่สุด 7 ประเด็น คือ เพิ่มอินทรีย์วัตถุให้กับดิน เช่น การปลูกพืชตระกูลถั่ว ไม่เผาตอซัง ฟางข้าว และเศษวัสดุอินทรีย์ ใส่ปุ๋ยอินทรีย์จากธรรมชาติอย่างสม่ำเสมอ ไม่ปล่อยที่ดินให้ว่างเปล่าก่อนและหลังการปลูกข้าว การวิเคราะห์ดินในแปลงนา เกษตรกรมีความรู้ในการจัดการดินที่ถูกต้องและเหมาะสมกับการปลูกข้าวอินทรีย์ การเลือกพื้นที่ปลูกที่มีความอุดมสมบูรณ์สูงตามธรรมชาติ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Phitthayaphinant and Tongkaemkaew (2017) ได้ทำการวิจัยเรื่องจากนาข้าวเคมีสู่นาข้าวอินทรีย์วิถีพอเพียง: การถอดบทเรียนจากแหล่งปลูกข้าวสังข์หยดดั้งเดิมในจังหวัดพัทลุง พบว่า การทำนาข้าวอินทรีย์มีการจัดการดินโดยไม่ใช้สารเคมี นอกจากนี้ เกษตรกรยังแสดงให้เห็นถึงการมีภูมิคุ้มกันในการทำนาข้าวอินทรีย์ โดยมีการรวมกลุ่มและแสวงหาความรู้ ด้านการป้องกันกำจัดโรคแมลงและศัตรูพืช พบว่า อยู่ในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 4.57) เมื่อพิจารณาประเด็นย่อยจะพบว่า อยู่ในระดับมากที่สุด 4 ประเด็น คือ การปฏิบัติด้านเกษตรกรรม เช่น การเตรียมแปลงกำหนดช่วงเวลาปลูกที่เหมาะสม ใช้อัตราเมล็ดและระยะปลูกที่เหมาะสม การปลูกพืชหมุนเวียนเพื่อตัดวงจรการระบาดของโรค แมลงและสัตว์ศัตรูข้าว ควบคุมวัชพืชโดยวิธีการ เช่น การเตรียมดินที่เหมาะสม วิธีการทำนาที่ลดปัญหาวัชพืช การใช้ระดับน้ำควบคุมวัชพืช การใช้วัสดุคลุมดิน การถอนด้วยมือ เป็นต้น ปลูกพืชขับไล่แมลงบนคันนา เช่น ตะไคร้หอม ใช้สารสกัดจากพืช เช่น สะเดา ข่า ตะไคร้หอม และใบแคฝรั่ง เป็นต้น และอยู่ในระดับมากที่สุด 1 ประเด็น คือ ใช้วิธีการ เช่น ใช้แสงไฟล่อ ใช้กับดัก และใช้กาวเหนียว ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Plasila and

Tirwong (2017) ได้ทำการวิจัยเรื่องการยกระดับผลิตภัณฑ์ข้าวอินทรีย์ของกลุ่มผลิตข้าวอินทรีย์สู่มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ตำบลงมะตะ อำเภอมะนัง จังหวัดเชียงราย พบว่า จัดทำแผนการจัดการดินเพื่อการผลิตข้าวอินทรีย์เริ่มจากการไถกลบก่อนไถแห้งอีกรอบแล้วไถน้ำปรับดินให้เรียบ หลังจากนั้นทำการหว่านข้าว 7 วันหลังหว่านใส่ปุ๋ยชีวภาพที่หมักด้วยแกลบบด แกลบหยาบ และน้ำจุลินทรีย์มีการควบคุมกระบวนการปลูก ดูแลรักษาและเก็บเกี่ยว ควบคุมการปนเปื้อนของสารต้องห้ามในขั้นตอนการขนย้าย

สรุปผลการวิจัย

ความเป็นไปได้ในการยกระดับเกษตรกรผู้ปลูกข้าวพันธุ์เมล็ดฝ้ายของพื้นที่ตำบลเขาโร อำเภอกงหรา จังหวัดนครศรีธรรมราช ผู้การเป็นเกษตรกรผู้ผลิตแบบเกษตรอินทรีย์ ผลการวิจัยพบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่เป็นเพศชาย อายุเฉลี่ย 51.00 ปี จบประถมศึกษา (ร้อยละ 47.60) มีสถานภาพสมรส (ร้อยละ 90.50) สมาชิกในครัวเรือนเฉลี่ย 4.50 คน ทำการเกษตรเฉลี่ย 1.83 คน มีพื้นที่ทำเกษตรเฉลี่ย 7.13 ไร่ รายได้ 10,001-20,000 บาทต่อเดือน และทั้งหมดเป็นสมาชิกกลุ่ม/สถาบันเกษตรกร ระบบการปลูกข้าวพันธุ์เมล็ดฝ้ายของเกษตรกรพบว่า เกษตรกรเตรียมดินโดยการไถตะ ปลูกแบบปักดำ ต้นกล้า 3-5 ต้นต่อกอ ใช้ปุ๋ย 16-20-0 โรคที่พบบทบาทแห่ง วัชพืชที่พบหญ้าข้าวนก และผลตอบแทนจากการปลูกข้าวพันธุ์เมล็ดฝ้าย พบว่า มีกำไรสุทธิเฉลี่ย 25,966.92 บาทต่อไร่ต่อปี ความเป็นไปได้ในการยกระดับเกษตรกรผู้ปลูกข้าวพันธุ์เมล็ดฝ้ายสู่การเป็นเกษตรกรผู้ผลิตแบบเกษตรอินทรีย์ พบว่า มีความเป็นไปได้ในการยกระดับเกษตรกรผู้ปลูกข้าวพันธุ์เมล็ดฝ้ายสู่การเป็นเกษตรกรผู้ผลิตแบบเกษตรอินทรีย์อยู่ในระดับมากที่สุดทุกขั้นตอน ได้แก่ การเลือกพื้นที่ปลูก (ค่าเฉลี่ย 4.31) การเลือกใช้พันธุ์ข้าว (ค่าเฉลี่ย 4.21) การเตรียมเมล็ดพันธุ์ข้าว (ค่าเฉลี่ย 4.82) การเตรียมดิน (ค่าเฉลี่ย 4.69) วิธีปลูก (ค่าเฉลี่ย 4.71)

การจัดการความอุดมสมบูรณ์ของดิน (ค่าเฉลี่ย 4.76) และการป้องกันกำจัดโรคแมลงและศัตรูพืช (ค่าเฉลี่ย 4.57) ซึ่งส่งผลต่อความเป็นไปได้ในภาพรวมในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 4.58) ปัจจัยที่มีผลต่อความเป็นไปได้ในการยกระดับเกษตรกรผู้ปลูกข้าวพันธุ์เมล็ดฝ้ายสู่การเป็นเกษตรกรผู้ผลิตแบบเกษตรอินทรีย์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ทั้งหมดมี 6 ปัจจัย คือ อายุ ระดับการศึกษา สถานภาพ สมาชิกแรงงานในครัวเรือน พื้นที่ถือครองการทำเกษตร และรายได้เฉลี่ยต่อเดือน ปัญหาและอุปสรรคหลักที่ส่งผลต่อการยกระดับเกษตรกรผู้ปลูกข้าวพันธุ์เมล็ดฝ้ายสู่การเป็นเกษตรกรผู้ผลิตแบบเกษตรอินทรีย์ คือ เกษตรกรขาดความรู้ความเข้าใจในกระบวนการปลูกข้าวพันธุ์เมล็ดฝ้าย โดยหน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้องควรส่งเสริมความรู้ความเข้าใจ ตลอดจนการปฏิบัติภายใต้มาตรฐานอินทรีย์ของการปลูกข้าวพันธุ์เมล็ดฝ้ายให้แก่เกษตรกรและการติดตามผลงานอย่างต่อเนื่อง

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ประจำปีงบประมาณ 2563 ซึ่งผู้วิจัยขอขอบคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ ขอขอบคุณคณาจารย์ และบุคลากรสาขาวิชา พัฒนาการเกษตรและการจัดการธุรกิจเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ทุกท่านที่ได้ให้คำปรึกษา คำแนะนำในการศึกษาวิจัย การติดต่อประสานงานในการดำเนินงานวิจัยจนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- Chunta, S. 2015. **Local rice on the land of Isan Local Wisdom in the Resource Management, Genetics of the Farmer Community.** Bangkok: National Research University and Higher Education Research Promotion Congress (NRU & HERP). 131 p. [in Thai]
- Office of Agricultural Economics. 2006. **Agricultural Statistics Report 2005/2006.** Bangkok: Office of Agricultural Economics. 59 p. [in Thai]
- Phitthayaphinant, P. and U. Tongkaemkaew. 2017. From chemical paddy fields to organic paddy fields on a self-sufficient path: lessons learned from the traditional growing area for Sangyod rice in Phatthalung province. **Journal of Community Development Research (Humanities and Social Sciences)** 11(4): 64-74. [in Thai]
- Plasila, K. and S. Tirwong. 2017. **Organic Rice Upgrading for Standard of Organic Rice Groups in Dongmada Sub-district, Mae Lao District, Chang Rai Province.** Chon Buri: Humanities and Social Sciences Naresum Research No.13, Research and Innovation Driving Creative Economy and Society. [in Thai]

Phatthalung Rice Research. 2009. **Rice Production Potential Zoning in Nakhon Sri Thammarat**. Bangkok: Rice Department. 90 p. [in Thai]

Sangsir, A. 2015. **Selection Factors of Local Upland Rice Varieties of Mon Community at Haui Khayeng, Thong Pha Phum, Kanchanaburi Province**. Bangkok: Mahidol University. 420 p. [in Thai]

Siamwalla, A. and V. NaRanong. 1990. **Process Knowledge of Rice**. Bangkok: Development Research Institute. 379 p. [in Thai]

Tongdee, A. 1995. **Rice: Culture and Change**. Bangkok: Matichon. 199 p. [in Thai]

ปัจจัยที่มีผลต่อความต้องการในการส่งเสริมปลูกผักปลอดภัยจากสารพิษ
ของเกษตรกรอำเภอเมืองปาน จังหวัดลำปาง

Factors Effecting Needs for the Promotion of Non-toxin Vegetable Growing
of Farmers in Muang Pan District, Lampang Province

ศรัณยา ปัญญาเย็น สายสกุล ฟองมูล* พหล ศักดิ์คะทศน์ และกังสตาล กนกหงส์

Saranya Panyayuen, Saisakul Fongmul*, Phahol Sakkatat and Kangsadan Kanokhong

สาขาวิชาพัฒนาทรัพยากรและส่งเสริมการเกษตร คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290

Department of Resources Development and Agricultural Extension, Faculty of Agricultural Production,

Maejo University, Chiang Mai, Thailand 50290

*Corresponding author: saisakul_tor@yahoo.com

Received: July 14, 2020

Revised: April 24, 2022

Accepted: May 09, 2022

Abstract

This study was conducted to investigate: 1) a level of needs for the promotion of non-toxin vegetable growing of farmers; 2) factors effecting needs for the promotion of non-toxin vegetable growing of the farmers; and 3) problems encountered and suggestions about non-toxin vegetable growing of the farmers. The sample group consisted of 163 farmers growing non-toxin vegetable in Muang Pan district, Lampang province. A set of questionnaires was used for data collection and analyzed by using descriptive statistics and multiple regression analysis. Results of the study revealed that most of the respondents had a high level of needs for the promotion of non-toxin vegetable growing ($\bar{x}=3.41$). The following were factors having an effect on the promotion with a positively statistical significance level at 0.05: age, capital source, inspection of chemical contamination, and knowledge about non-toxin vegetable growing. However, one factor was found with a negatively statistical significance level at 0.05: experience in farming. The following were problems encountered: 1) a high amount of pesticide application; 2) decreased profitability of non-toxin vegetable selling; 3) lack of farmer group forming support; and 4) lack of water supply for cultivation. For suggestion, the following should be done: 1) allocation of water supply for cultivation; 2) extension of knowledge about chemicals for pest prevention and elimination; 3) market creation and expansion for sale agricultural yields; and 4) promotion of group farming among non-toxin vegetable growers as well as support on seed, chemical contamination inspection, budgeting and farm visit.

Keywords: needs of farmers, toxin-free agriculture, farmers growing vegetable

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาระดับความต้องการการส่งเสริมปลูกผักปลอดภัยจากสารพิษของเกษตรกร 2) ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความต้องการการส่งเสริมปลูกผักปลอดภัยจากสารพิษของเกษตรกร 3) ศึกษาปัญหา และข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการปลูกผักปลอดภัยจากสารพิษของเกษตรกร กลุ่มตัวอย่างในการศึกษาคือ เกษตรกรที่ปลูกผักปลอดภัยจากสารพิษในเขตอำเภอเมืองปาน จังหวัดลำปาง จำนวน 163 คน เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถาม วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา และการวิเคราะห์ถดถอยพหุ ผลการวิจัยพบว่า เกษตรกรมีความต้องการการส่งเสริมปลูกผักปลอดภัยจากสารพิษอยู่ในระดับมาก (เฉลี่ย 3.41) ปัจจัยที่มีผลต่อความต้องการการส่งเสริมปลูกผักปลอดภัยจากสารพิษของเกษตรกรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ในเชิงบวก ได้แก่ อายุ แหล่งเงินทุนในการปลูกผัก การตรวจสอบการตกค้างของสารเคมี และความรู้เกี่ยวกับการปลูกผักปลอดภัยจากสารพิษ และในทางลบ คือ ประสบการณ์การปลูกผัก ผลการศึกษาเกี่ยวกับปัญหาในการส่งเสริมปลูกผักปลอดภัยจากสารพิษของเกษตรกร พบว่า 1) ยังมีการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชในปริมาณสูง 2) เกษตรกรได้ผลกำไรจากการจำหน่ายผักปลอดภัยจากสารพิษลดน้อยลง 3) ยังขาดการสนับสนุนการรวมกลุ่มผู้ปลูกผักปลอดภัยจากสารพิษ และ 4) ยังขาดแคลนแหล่งน้ำในการเพาะปลูก โดยมีข้อเสนอแนะ ดังนี้ 1) ควรจัดสรรแหล่งน้ำเพื่อใช้ในการเกษตรปลูกผัก 2) ควรให้ความรู้เกี่ยวกับการใช้สารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืชเพิ่มมากขึ้น ควบคู่กับการสนับสนุนการใช้สารชีวภัณฑ์ต่าง ๆ 3) ควรส่งเสริมการสร้างและขยายตลาดเพื่อรับซื้อผลผลิตทางการเกษตรที่ผลิตในระบบเกษตรปลอดภัย และ 4) ควรส่งเสริมการรวมกลุ่มผู้ปลูกผักปลอดภัยจากสารพิษเพื่อนำไปสู่การสนับสนุนในด้านต่าง ๆ เช่น เมล็ดพันธุ์ การตรวจสอบสารเคมี

ตกค้างในผัก งบประมาณ และการเยี่ยมเยียนแปลงเกษตรกร เป็นต้น

คำสำคัญ: ความต้องการของเกษตรกร เกษตรปลอดภัยจากสารพิษ เกษตรกรผู้ปลูกผัก

คำนำ

นับตั้งแต่มนุษย์เริ่มมีการตั้งหลักปักฐาน และสร้างแหล่งที่อยู่อาศัยที่แน่นอน ตลอดจนมีการเพาะปลูกพืชนานาชนิดไว้บริโภค “ผัก” จึงได้ถูกพัฒนาเป็นพืชอาหารที่มีความสำคัญมากต่อการดำรงชีพของมนุษย์ ปัจจุบันพืชผักได้มีการพัฒนาสายพันธุ์ให้มีความหลากหลาย รวมถึงเริ่มมีการคำนึงถึงความปลอดภัย และการสร้างประโยชน์ต่อสุขภาพของผู้บริโภคเพิ่มมากขึ้น (Thaikasetsart, 2012) ดังเช่นยุทธศาสตร์ 20 ปีของประเทศไทยด้านการสร้างความสามารถในการแข่งขันที่ได้กำหนดประเด็นการสร้างความสามารถในการแข่งขัน ได้กำหนดให้ “เกษตรปลอดภัย” เป็นหนึ่งในรูปแบบการผลิตที่ต้องมีการส่งเสริมให้เกษตรกรได้ปฏิบัติจนเกิดผลลัพธ์อย่างเป็นรูปธรรม ภายใต้การสนับสนุนของภาครัฐและหน่วยงานพัฒนาต่าง ๆ โดยเริ่มจากการสร้างความตระหนักแก่ผู้ผลิตและผู้บริโภคเกี่ยวกับความสำคัญของมาตรฐาน และระบบการจัดการความปลอดภัยด้านอาหาร เพื่อนำไปสู่การสร้างแรงจูงใจและการวางกรอบให้เกษตรกรดำเนินการผลิตสินค้าที่สอดคล้องกับมาตรฐาน หรือปรับเปลี่ยนเข้าสู่ระบบมาตรฐานการจัดการคุณภาพทางการเกษตรที่ได้รับการรับรองจากสถาบันที่มีความน่าเชื่อถือ ควบคู่ไปกับการให้ความรู้เกษตรกรด้านกระบวนการผลิตตามมาตรฐานสากล เพื่อหนุนเสริมการเลิกใช้สารเคมีในภาคเกษตร โดยส่งเสริมการถ่ายทอดองค์ความรู้แก่เกษตรกรในการทำเกษตรที่ปลอดสารเคมี สนับสนุนกลไกทางการตลาดแก่เกษตรกรที่ต้องการทำการเกษตรที่ปลอดภัย พัฒนาระบบการตรวจรับรอง

คุณภาพและมาตรฐานสินค้าเกษตร และมีระบบตรวจสอบย้อนกลับสำหรับการตรวจสอบที่มาของสินค้าในทุกขั้นตอนให้เป็นไปตามมาตรฐาน เพื่อให้เป็นที่ยอมรับของตลาดทั้งในประเทศและต่างประเทศ (National Strategy Secretariat Office, 2019)

แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 12 เป็นแผนการพัฒนาประเทศที่ได้จัดทำขึ้นบนพื้นฐานของยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี (พ.ศ.2560-2579) ซึ่งได้กำหนดยุทธศาสตร์การพัฒนาภาคเหนือให้เป็นฐานเศรษฐกิจสร้างเสริมมูลค่าสูง โดยมุ่งเน้นให้ภาคการเกษตรได้สนับสนุนการพัฒนาอย่างมีประสิทธิภาพ และสร้างมูลค่าเพิ่มภายใต้แนวคิดเกษตรปลอดภัยและเกษตรอินทรีย์ ควบคู่กับการพัฒนาอุตสาหกรรมเกษตรแปรรูปให้มีความหลากหลายสอดคล้องกับความต้องการของตลาด โดยส่งเสริมการลดใช้สารเคมีในภาคเกษตร เพื่อปรับระบบการผลิตจากเกษตรเคมีไปสู่การผลิตตามแนวทางเกษตรปลอดภัยและเกษตรอินทรีย์ สนับสนุนการนำเทคโนโลยีสมัยใหม่ที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมมาใช้ในกระบวนการผลิต และการสนับสนุนการรวมกลุ่มเกษตรกรในการวางแผนการผลิตและการสร้างเครือข่ายการตลาดให้มีประสิทธิภาพ เพื่อนำไปสู่การเป็นภูมิภาคที่เป็นฐานการผลิตสินค้าทางการเกษตรที่มีความยั่งยืนของประเทศ (Office of the National Economic and Social Development Board, 2016)

อำเภอเมืองปาน เป็นหนึ่งในอำเภอของจังหวัดลำปาง ที่มีความโดดเด่นโดยเฉพาะการมีประชากรเกินกว่าครึ่งหนึ่งที่ประกอบอาชีพเกษตรกรรมในภูมิภาคที่มีลักษณะพื้นที่เป็นพื้นที่สูง จึงทำให้มีพืชเศรษฐกิจสำคัญที่สร้างรายได้ให้แก่เกษตรกร ส่วนใหญ่เป็นพืชผักเมืองหนาว เช่น ผักกาดขาว กะหล่ำปลี ผักสลัด ฟักทอง บวบ และแตงกวา เป็นต้น ภายใต้การส่งเสริมการผลิตตามมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (Good Agricultural Practices: GAP) และระบบเกษตรปลอดภัยจากสารพิษจากหน่วยงานพัฒนาภาคการเกษตรทั้งของรัฐและเอกชนใน

พื้นที่ ซึ่งเป็นไปตามแผนพัฒนาจังหวัดลำปาง 5 ปี (พ.ศ. 2561-2565) ที่ได้วางยุทธศาสตร์ด้านการเกษตรที่มุ่งเน้นให้มีการผลิตในระบบเกษตรปลอดภัย และเกษตรอินทรีย์ โดยมีเป้าประสงค์ให้จังหวัดลำปางเป็นแหล่งผลิตและจำหน่ายผลผลิตทางการเกษตรที่มีความโดดเด่นในด้านคุณภาพและมาตรฐานของภาคเหนือและของประเทศ ภายใต้กลยุทธ์ที่สำคัญ คือ การพัฒนาประสิทธิภาพการผลิตทางการเกษตร และสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับสินค้าเกษตรปลอดภัย เกษตรอินทรีย์ และเกษตรอุตสาหกรรม โดยนำนวัตกรรมและเทคโนโลยีมาปรับใช้ควบคู่กับการพัฒนาอุตสาหกรรมแปรรูปการผลิตทางการเกษตรให้มีความหลากหลาย สอดคล้องกับความต้องการของตลาด (Lampang Government Center, 2020) อย่างไรก็ตาม การขยายพื้นที่และการส่งเสริมการปลูกผักปลอดภัยแก่เกษตรกรในอำเภอเมืองปาน จังหวัดลำปาง ยังขาดข้อมูลในการสนับสนุนการปฏิบัติงานของหน่วยงานด้านการเกษตร โดยเฉพาะข้อมูลเกี่ยวกับความต้องการของเกษตรกรในพื้นที่ต่อการผลิตผักปลอดภัยจากสารพิษ ซึ่งถือเป็นข้อมูลสำคัญที่จะสามารถสนับสนุนให้เจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรจากหน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชนได้ใช้เป็นฐานในการกำหนดแนวทางการดำเนินการส่งเสริมในเชิงปฏิบัติตามเป้าประสงค์ของแผนพัฒนาจังหวัดดังกล่าวมาข้างต้น ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องมีการดำเนินการศึกษาข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับความต้องการส่งเสริมปลูกผักปลอดภัยจากสารพิษของเกษตรกร ข้อมูลความรู้ตลอดจนข้อมูลลักษณะเศรษฐกิจ-สังคมของเกษตรกร เพื่อใช้วิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลให้เกษตรกรเกิดความต้องการในการผลิตผักในระบบเกษตรปลอดภัยเพิ่มมากขึ้น เพื่อนำไปสู่การยกระดับอำเภอเมืองปานให้เป็นหนึ่งในพื้นที่สำคัญของจังหวัดลำปางที่สามารถผลิตสินค้าและจำหน่ายสินค้าการเกษตรภายใต้มาตรฐานเกษตรปลอดภัยได้อย่างมีประสิทธิภาพ ตลอดจนเพื่อเป็นการเตรียมความพร้อมสู่การเป็นแหล่งผลิตพืชผลทางการเกษตรในระบบเกษตรอินทรีย์ที่มีความโดดเด่นของภาคเหนือและของประเทศในอนาคตต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้ใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปริมาณ เพื่อศึกษาความต้องการการส่งเสริมปลูกผักปลอดภัยจากสารพิษของเกษตรกรอำเภอเมืองปาน จังหวัดลำปาง โดยมีวิธีดำเนินการวิจัยดังนี้

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรเป้าหมายในการวิจัยครั้งนี้ คือ เกษตรกรผู้ปลูกผักปลอดสารพิษในเขตอำเภอเมืองปาน จังหวัดลำปาง จำนวน 276 คน คำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สูตรคำนวณของ Yamane (1973) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และยอมให้มีความคลาดเคลื่อน 0.05 ซึ่งได้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 163 คน ทำการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple Random Sampling) โดยใช้ตารางเลขสุ่มตามรายชื่อเกษตรกรผู้ปลูกผักปลอดสารพิษในเขตอำเภอเมืองปาน จังหวัดลำปาง

การเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจากเกษตรกรผู้ปลูกผักปลอดสารพิษในเขตอำเภอเมืองปาน จังหวัดลำปาง จำนวน 276 คนในปี พ.ศ. 2562 โดยใช้แบบสอบถามซึ่งมีจำนวน 3 ตอน ดังนี้ ตอนที่ 1 การศึกษาลักษณะพื้นฐานส่วนบุคคล เศรษฐกิจ และสังคมของเกษตรกร ตอนที่ 2 การศึกษาความรู้เกี่ยวกับการปลูกผักปลอดภัยจากสารพิษของเกษตรกร ตอนที่ 3 การศึกษาความต้องการการส่งเสริมปลูกผักปลอดภัยจากสารพิษ และตอนที่ 4 การศึกษาปัญหา และข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการปลูกผักปลอดภัยจากสารพิษ

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่

1) การวิเคราะห์ข้อมูลลักษณะพื้นฐานส่วนบุคคล ลักษณะทางเศรษฐกิจ และลักษณะทางสังคม ข้อมูลความรู้เกี่ยวกับการปลูกผักปลอดภัยจากสารพิษ

และข้อมูลความต้องการส่งเสริมปลูกผักปลอดภัยจากสารพิษของเกษตรกร ใช้สถิติเชิงพรรณนาในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2) การวิเคราะห์ความรู้เกี่ยวกับการปลูกผักปลอดภัยจากสารพิษของเกษตรกร กำหนดให้การแปลความหมายและการใส่รหัสจากการเลือกตอบคำถามเป็น 1=ตอบถูกต้อง 0=ตอบไม่ถูกต้อง จากนั้นแบ่งช่วงสำหรับการพิจารณาจำนวนและร้อยละของเกษตรกรจำแนกตามระดับของความรู้เกี่ยวกับการปลูกผักปลอดภัยจากสารพิษ (คะแนนเต็ม 17 คะแนน) ดังนี้

ช่วงคะแนน ระดับความรู้ของเกษตรกร

12-17	มาก
6-11	ปานกลาง
0-5	น้อย

3) การวิเคราะห์ข้อมูลความต้องการส่งเสริมปลูกผักปลอดภัยจากสารพิษ ได้แบ่งระดับความต้องการออกเป็น 5 ระดับ คือ 5=ต้องการมากที่สุด 4=ต้องการมาก 3=ต้องการปานกลาง 2=ต้องการน้อย และ 1=ต้องการน้อยที่สุด โดยนำคะแนนที่ได้มาหาค่าเฉลี่ยและแบ่งช่วงคะแนนเพื่อใช้ในการพิจารณาระดับความต้องการส่งเสริมปลูกผักปลอดภัยจากสารพิษของเกษตรกร ได้ดังต่อไปนี้

ค่าคะแนน	ระดับความต้องการ
4.21-5.00	มีความต้องการมากที่สุด
3.41-4.20	มีความต้องการมาก
2.61-3.40	มีความต้องการปานกลาง
1.81-2.60	มีความต้องการน้อย
1.00-1.80	มีความต้องการน้อยที่สุด

4) การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับความต้องการรับการส่งเสริมปลูกผักปลอดภัยจากสารพิษของเกษตรกร โดยใช้การวิเคราะห์ถดถอยพหุ (Multiple Regression Analysis) แบบ Enter โดยมีจุดประสงค์เพื่อหาว่าตัวแปรอิสระใดมีความสัมพันธ์กับตัวแปรตาม คือ ความต้องการส่งเสริมปลูกผักปลอดภัยจากสารพิษของ

เกษตรกรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (Vanichbuncha, 2018) และมีความสัมพันธ์กันในทิศทางใดกับตัวแปรตาม (เชิงบวกหรือเชิงลบ) (Phengsawat, 2010) ซึ่งการศึกษาในครั้งนี้ใช้ตัวแปรอิสระจำนวน 13 ตัวแปร และกำหนดรหัส ดังนี้ 1) เพศ (GEN: 0=หญิง, 1=ชาย) 2) อายุ (AGE: จำนวนปี [ค่าเฉลี่ย]) 3) ระดับการศึกษา (EDU: 0=ประถมศึกษาหรือต่ำกว่า, 1=มัธยมศึกษา หรือสูงกว่า) จำนวนสมาชิกในครัวเรือน (MEMF: จำนวนคน [ค่าเฉลี่ย]) รายได้จากการปลูกผักปลอดภัยจากสารพิษ (INCF: บาท/ปี [ค่าเฉลี่ย]) แหล่งเงินทุนในการปลูกผัก (SOU: จำนวนแหล่งทุน [ค่าเฉลี่ย]) พื้นที่เพาะปลูกผัก (FARMS: จำนวนไร่ [ค่าเฉลี่ย]) ประสบการณ์การปลูกผัก (EXP: จำนวนปี [ค่าเฉลี่ย]) การเข้าร่วมอบรมเกี่ยวกับเกษตรกรปลอดภัยจากสารพิษ (TRIN: จำนวนครั้ง/ปี [ค่าเฉลี่ย]) การติดต่อกับเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตร (CONT: จำนวนครั้ง/ปี [ค่าเฉลี่ย]) การจดบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับการปลูกผักปลอดภัยจากสารพิษ (REC: จำนวนครั้ง/ปี [ค่าเฉลี่ย]) การตรวจสอบการตกค้างของสารเคมี (CHE: จำนวนครั้ง/ปี [ค่าเฉลี่ย]) และความรู้เกี่ยวกับการปลูกผักปลอดภัยจากสารพิษ (KNOW: ผลรวมคะแนน) ในส่วนของตัวแปรตาม คือ ความต้องการส่งเสริมปลูกผักปลอดภัยจากสารพิษของเกษตรกร (NEED: ค่าเฉลี่ย) ทั้งนี้เมื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระแต่ละคู่ โดยใช้การวิเคราะห์สหสัมพันธ์ พบว่า ไม่มีตัวแปรอิสระคู่ใดที่มีความสัมพันธ์กันสูงกว่า 0.70 อันทำให้เกิดปัญหาความสัมพันธ์ ระหว่างตัวแปรอิสระด้วยกันเอง (Multicollinearity) อันเป็นการละเมิดเงื่อนไขของการวิเคราะห์พหุคูณ (Prasitrat, 2013)

5) การวิเคราะห์ข้อมูลปัญหา และข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการส่งเสริมปลูกผักปลอดภัยจากสารพิษ วิเคราะห์โดยใช้การจัดกลุ่มและแบ่งประเภทของเนื้อหา

ผลการวิจัยและวิจารณ์

ข้อมูลลักษณะพื้นฐานส่วนบุคคล เศรษฐกิจ และสังคมของเกษตรกร

ผลการศึกษาลักษณะส่วนบุคคลพบว่า เกษตรกรผู้ให้ข้อมูลส่วนใหญ่เป็นเพศชาย มีอายุเฉลี่ย 43 ปี ระดับการศึกษามัธยมศึกษาตอนปลาย/ปวช สมาชิกในครัวเรือนเฉลี่ย 6 คน มีรายได้จากการเพาะปลูกผักเฉลี่ย 128,343 บาทต่อปี มีขนาดพื้นที่เพาะปลูกผัก เฉลี่ย 9 ไร่ต่อครัวเรือน มีประสบการณ์การปลูกผักเฉลี่ย 17 ปี เข้าร่วมการฝึกอบรมเกี่ยวกับเกษตรกรปลอดภัยจากสารพิษเฉลี่ย 1 ครั้งต่อปี ติดต่อกับเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรเฉลี่ย 2 ครั้งต่อปี มีการจดบันทึกข้อมูลในการปลูกผักปลอดภัยจากสารพิษเฉลี่ย 3 ครั้งต่อปี และตรวจสอบการตกค้างของสารเคมี เฉลี่ย 1 ครั้งต่อปี

ข้อมูลความรู้เกี่ยวกับการปลูกผักปลอดภัยจากสารพิษของเกษตรกร

กลุ่มตัวอย่างเกษตรกรส่วนใหญ่มีความรู้เกี่ยวกับการปลูกผักปลอดภัยจากสารพิษในระดับมาก (คิดเป็นร้อยละ 75.46) โดยข้อคำถามที่เกษตรกรส่วนใหญ่ตอบถูกมากที่สุดคือ ข้อที่ 1) ผักปลอดภัยจากสารพิษ หมายถึง ผลผลิตพืชผักที่ไม่มีสารเคมีป้องกันศัตรูพืชปนเปื้อนหรือตกค้างอยู่ โดยตอบถูก 146 คน คิดเป็นร้อยละ 89.57 (Table 1)

Table 1 Levels of knowledge about non-toxin vegetable growing of the farmers

			(n=163)
Level of knowledge	No.	%	
High	123	75.46	
Moderate	20	12.27	
Low	20	12.27	
$\bar{x} = 9.66$		SD = 2.52	Min-Mix = 1-15

0-5 = Low; 6-11= Moderate; 12-17= High

ข้อมูลความต้องการการส่งเสริมปลูกผักปลอดภัยจากสารพิษของเกษตรกร

กลุ่มตัวอย่างเกษตรกรมีความต้องการอยู่ในระดับมาก (เฉลี่ย 3.41) โดยพบว่ากลุ่มเกษตรกรมีค่าเฉลี่ยระดับความต้องการอยู่ในระดับมากจำนวน 6 ด้าน โดยเรียงลำดับตามค่าเฉลี่ยจากมากไปน้อย ได้แก่ ด้านการเตรียมแปลงปลูก (ค่าเฉลี่ย 3.88) ด้านการเตรียมเมล็ดพันธุ์ (ค่าเฉลี่ย 3.71) ด้านการปลูกและการดูแล (ค่าเฉลี่ย 3.68) ด้านการให้ธาตุอาหารเสริม (ค่าเฉลี่ย 3.41) ด้าน

การใช้กับดักกาวเหนียว (ค่าเฉลี่ย 3.46) และด้านการปลูกผักในโรงเรือนมุ้งตาข่ายไนลอน (ค่าเฉลี่ย 3.44) ในส่วนด้านที่มีความต้องการในระดับปานกลางมีจำนวน 4 ด้าน โดยเรียงลำดับตามค่าเฉลี่ยจากมากไปน้อย ได้แก่ ด้านการใช้กับดักแสงไฟ (ค่าเฉลี่ย 3.09) ด้านการใช้พลาสติกหรือฟางข้าวคลุมแปลง (ค่าเฉลี่ย 3.26) ด้านการควบคุมโดยชีววิธี (ค่าเฉลี่ย 3.21) ด้านการใช้สารสกัดจากพืช (ค่าเฉลี่ย 3.21) และด้านการใช้สารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืช (ค่าเฉลี่ย 3.22) (Table 2)

Table 2 Mean, standard deviation, and levels of needs for the promotion of non-toxin vegetable growing

Needs for the promotion of non-toxin vegetable growing	\bar{x}	S.D.	Level
Growing plot preparation	3.88	0.67	High
Seed preparation	3.71	0.62	High
Growing and care-taking	3.68	0.68	High
Supplementary nutrients	3.41	0.67	High
Glue trap	3.46	0.90	High
Lighting trap	3.09	0.90	Moderate
Using plastic/rice straw to cover growing plots	3.26	0.76	Moderate
Growing vegetables in a nylon net house	3.44	0.90	High
Control by using bio-method	3.21	0.83	Moderate
Using plant extracts	3.21	0.84	Moderate
Using chemicals to prevent and eliminate pets	3.22	0.84	Moderate
Total	3.41	0.78	High

4.21-5.00 = Highest; 3.41-4.20 = High; 2.61-3.40 = Moderate; 1.81-2.60 = Low; 1.00-1.80 = Lowest

ปัจจัยที่มีผลต่อความต้องการการส่งเสริมปลูกผักปลอดภัยจากสารพิษของเกษตรกร อำเภอเมืองปาน จังหวัดลำปาง

จากผลการวิเคราะห์พบว่า ตัวแปรอิสระที่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตัวแปรตาม (ความต้องการการส่งเสริมปลูกผักปลอดภัยจากสารพิษ) มีจำนวนทั้งหมด 5 ตัวแปร โดยแบ่งออกเป็นตัวแปรที่มีความสัมพันธ์เชิงบวกจำนวน 4 ตัวแปร คือ อายุ แหล่งเงินทุนในการปลูกผัก การตรวจสอบการตกค้างของสารเคมี และความรู้เกี่ยวกับการปลูกผักปลอดภัยจากสารพิษ ในขณะที่ตัวแปรที่มีความสัมพันธ์เชิงลบ 1 ตัวแปร คือ ประสบการณ์การปลูกผัก โดยตัวแปรอิสระทั้งหมด 13 ตัวแปร สามารถอธิบายการผันแปรของตัวแปรตามได้จำนวนร้อยละ 54.30% ($R^2=0.543$) (Table 3) ซึ่งสามารถอธิบายผลการวิเคราะห์ได้ดังนี้

1) อายุ พบว่าเกษตรกรที่มีอายุมากขึ้นจะมีแนวโน้มที่จะมีความต้องการการส่งเสริมการปลูกผักปลอดภัยจากสารพิษเพิ่มมากขึ้น .102 คะแนน เนื่องจากการมีอายุเพิ่มสูงขึ้นนั้นทำให้เกษตรกรจะปรารถนาที่จะประสบความสำเร็จหรือการมีรายได้ที่เพียงพอต่อการเลี้ยงชีพและดูแลสุขภาพในครัวเรือน รวมถึงการมีสุขภาพหรือร่างกายที่สมบูรณ์ ดังนั้นการปรับเปลี่ยนการปลูกผักเป็นการผลิตในรูปแบบของเกษตรปลอดภัยจากสารพิษจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งสำหรับเกษตรกรที่มีอายุเพิ่มขึ้นในการสร้างความสำเร็จให้แก่ตนเอง โดยเฉพาะการได้รับราคาผลผลิตผักที่สูงกว่าการผลิตแบบทั่วไป หรือการมีสุขภาพที่ดีของเกษตรกรผู้ผลิต สมาชิกครอบครัว และผู้บริโภค ซึ่งสอดคล้องกับ Nunthadee *et al.* (2019) ได้ศึกษาความต้องการรับการบริการวิชาการด้านการเกษตรของเกษตรกร ในเขตอำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ พบว่า เกษตรกรที่มีอายุสูงขึ้นจะมีความต้องการรับการบริการวิชาการด้านการเกษตรมากขึ้นตามไปด้วยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

2) แหล่งเงินทุนในการปลูกผัก พบว่า เกษตรกรที่มีแหล่งเงินทุนในการปลูกผักเพิ่มขึ้น 1 แหล่ง จะมีความต้องการการส่งเสริมปลูกผักปลอดภัยจากสารพิษเพิ่มมากขึ้น

4.120E-5 คะแนน เนื่องจากการปลูกผักปลอดภัยจากสารพิษในเชิงการผลิตเพื่อการค้าต้องมีค่าใช้จ่ายในการดำเนินการผลิต เช่น การซื้อปุ๋ยชีวภาพ การดูแลรักษา การป้องกันโรคและแมลง การเก็บเกี่ยว และการขนส่ง เป็นต้น ดังนั้นเกษตรกรจึงมีความจำเป็นต้องลงทุนในการผลิตเพื่อให้ได้มาซึ่งผลผลิตที่มีปริมาณและคุณภาพเหมาะสมและเพียงพอต่อการจำหน่ายเพื่อให้ได้กำไรตามที่ตั้งเป้าหมายไว้ ในขณะที่เดียวกันการมีแหล่งเงินทุนที่เพิ่มขึ้นก็สามารถช่วยเกษตรกรที่มีหนี้สิน หรือมีต้นทุนการผลิตน้อยเข้าสู่การผลิตผักปลอดภัยจากสารพิษได้ ซึ่งสอดคล้องกับ Supattra *et al.* (2017) ที่พบว่า จำนวนแหล่งเงินทุนเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสัมพันธ์กับความต้องการของเกษตรกรต่อการได้รับการพัฒนาการเกษตรจาก อบต.หัวาทอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เนื่องจากการมีภาระหนี้สินในครัวเรือนของเกษตรกร จึงต้องการได้รับการพัฒนาการเกษตรในด้านการสนับสนุนเงินทุน แหล่งเงินทุนดอกเบี้ยต่ำ และปัจจัยการผลิต เพื่อให้เกษตรกรสามารถทำการเกษตรเพิ่มขึ้นได้อย่างต่อเนื่อง จึงจะสามารถลดภาระหนี้สินลงได้

3) การตรวจสอบการตกค้างของสารเคมีสามารถอธิบายได้ว่า เกษตรกรที่มีการตรวจสอบการตกค้างของสารเคมีเพิ่มขึ้น 1 ครั้งต่อปี จะมีผลทำให้เกิดความต้องการในการส่งเสริมปลูกผักปลอดภัยจากสารพิษสูงขึ้นอีก 1.454 คะแนน เนื่องจากการตรวจสอบสารเคมีตกค้างสามารถบ่งชี้ถึงความพร้อมในการผลิตผักปลอดภัยจากสารพิษของเกษตรกร โดยเฉพาะการได้ทราบถึงปริมาณสารเคมีที่มีอยู่ในผัก รวมถึงที่ดิน และแหล่งน้ำที่เกษตรกรใช้ในการผลิต ซึ่งสามารถนำไปสู่การเตรียมความพร้อมและสร้างความต้องการในการปรับเปลี่ยนการปลูกผักแบบเดิมเป็นการผลิตผักปลอดภัยจากสารพิษในอนาคตได้

4) ความรู้เกี่ยวกับการปลูกผักปลอดภัยจากสารพิษสามารถอธิบายได้ว่า เกษตรกรมีความรู้เกี่ยวกับการปลูกผักปลอดภัยจากสารพิษเพิ่มขึ้น 1 คะแนน จะมีผลทำให้เกิดความต้องการการส่งเสริมปลูกผักปลอดภัยจากสารพิษเพิ่มขึ้น .582 คะแนน เนื่องจากการมีความรู้เกี่ยวกับการปลูกผักปลอดภัยจากสารพิษสามารถใช้เป็น

ข้อมูลพื้นฐานให้เกษตรกรใช้ประกอบการตัดสินใจหรือประเมินจุดเด่น ข้อจำกัด หรือโอกาสต่าง ๆ ในการปรับเปลี่ยนวิธีการผลิตผักจากเดิมเป็นการผลิตผักที่ปลอดภัยจากสารพิษ หรือสร้างแรงจูงใจในการผลิตผักแบบปลอดภัยจากสารพิษ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Kaewjareonsri *et al.* (2020) ที่พบว่า ความรู้ของเกษตรกรเกี่ยวกับการทำเกษตรในระบบอินทรีย์เป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลให้เกษตรกรอำเภอพยุหะคีรี จังหวัดนครสวรรค์ มีความต้องการในการส่งเสริมการปลูกพืชสมุนไพรในระบบอินทรีย์

5) ประสิทธิภาพการปลูกผักพบว่า เกษตรกรที่มีประสิทธิภาพการปลูกผักเพิ่มขึ้นหนึ่งปีจะมีความต้องการส่งเสริมการปลูกผักปลอดภัยจากสารพิษลดลง .112 คะแนน กล่าวคือ เกษตรกรที่มีประสิทธิภาพการปลูกผักที่

มากขึ้นความต้องการปรับเปลี่ยนมาปลูกผักปลอดภัยจากสารพิษในระดับที่น้อย เนื่องจากการปรับเปลี่ยนจากการปลูกผักแบบเดิมซึ่งใช้สารเคมีมาเป็นการผลิตผักที่มีการควบคุมการใช้สารเคมีให้ได้มาตรฐานหรือปลอดภัยจากสารพิษ ทำให้เกษตรกรต้องมีการปรับเปลี่ยนแผนการผลิตจากเดิมที่ตนเองเคยผลิตมา เช่น ชนิดวัสดุบำรุงดิน สารป้องกันและกำจัดศัตรูพืช และวิธีการดูแลรักษา เป็นต้น โดยอาจทำให้เกษตรกรต้องลงทุนใหม่ทั้งหมดเพื่อเริ่มการผลิตผักปลอดภัยจากสารพิษที่ตนเองยังขาดประสบการณ์ และไม่สามารถคำนวณหรือคาดการณ์ปริมาณ และคุณภาพผลผลิตผักในการผลิตแต่ละครั้งได้ เหมือนกับการผลิตในแบบเดิมที่ตนเองมีประสบการณ์การปลูกผักมาอย่างยาวนาน

Table 3 An analysis of factors effecting needs for the promotion of non-toxin vegetable growing

Independent variables	Dependent variables		
	Needs for the promotion non-toxin vegetable growing		
	B	t	Sig
Gender	1.170	1.176	0.241
Age	0.102	2.256	0.026*
Educational attainment	0.417	0.937	0.350
Household members	-0.089	-0.468	0.641
Income earns from vegetable growing	-6.798E-6	-1.157	0.249
Capital source	4.120E-5	2.420	0.017*
Growing area size	0.041	0.971	0.333
Experience in vegetable growing	-0.112	-2.288	0.024*
Training on non-toxin farmers	0.485	1.410	0.161
Source of information about non-toxin farming	0.158	1.482	0.140
Date record on non-toxin vegetable growing	-0.171	-0.379	0.705
Checking toxin contamination before selling	1.454	2.172	0.031*
Knowledge about non-toxin vegetable growing	0.582	3.107	0.002**
Constant	27.801	7.441	0.000**
R² = 0.543 (54.30%) F = 4.414 Sig = 0.000**			

Statistical significance level at 0.05*, Statistical significance level at 0.01**

ปัญหา และข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการปลูกผักปลอดภัย จากสารพิษของเกษตรกร อำเภอเมืองปาน จังหวัดลำปาง

การศึกษาปัญหาของเกษตรกรที่กระทบต่อความต้องการการส่งเสริมปลูกผักปลอดภัยจากสารพิษมีดังนี้ 1) ปัญหาด้านการป้องกันและกำจัดศัตรูพืชพบว่า แมลงศัตรูพืชมีการทนต่อสารป้องกันและกำจัดศัตรูพืช ทำให้เกษตรกรบางรายต้องเพิ่มปริมาณการใช้สารเคมีมากขึ้น ทำให้เกิดผลเสียต่อสุขภาพ 2) ด้านการตลาดพบว่าเกษตรกรได้รับกำไรจากการจำหน่ายผักน้อยลง หรือมีต้นทุนในการผลิตสูงกว่ารายได้จากการจำหน่ายผักของตนเอง ประกอบกับเกษตรกรยังขาดการจดบันทึกรายรับ-รายจ่าย ทำให้ไม่สามารถวิเคราะห์ต้นทุนและกำไรในการดำเนินการผลิตได้อย่างเต็มที่ 3) ด้านการผลิตพบว่าในช่วงฤดูแล้งเกษตรกรจะประสบปัญหาการขาดแคลนน้ำในการปลูกผัก และขาดแหล่งน้ำที่สามารถใช้ได้ตลอดทั้งปี และ 4) ด้านการส่งเสริมและสนับสนุนพบว่า เกษตรกรยังขาดการสนับสนุนการรวมกลุ่มสำหรับการปลูกผักปลอดภัยจากสารพิษจากภาครัฐ หรือหน่วยงานต่าง ๆ ทำให้การรวมกลุ่มของเกษตรกรในพื้นที่ยังขาดการบริหารจัดการอย่างเป็นระบบ นอกจากนี้เกษตรกรทั่วไปที่ประสงค์จะเข้าร่วมกลุ่มยังมีการเข้าร่วมอบรมที่ไม่ครบตามกฎระเบียบของกลุ่มผู้ปลูกผักปลอดภัยจากสารพิษเท่าที่ควร โดยเกษตรกรมีข้อเสนอแนะสำหรับการปลูกผักปลอดภัยจากสารพิษในประเด็นดังต่อไปนี้

- 1) ด้านการผลิต ควรมีการส่งเสริมหรือถ่ายทอดองค์ความรู้สมัยใหม่เกี่ยวกับการปลูกผักปลอดสารพิษและการจัดการน้ำเพื่อการเพาะปลูกผัก การป้องกันและกำจัดศัตรูพืช หรือการใช้สารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืชให้ถูกต้องตามมาตรฐาน และส่งเสริมให้เกษตรกรมีการใช้สารชีวภัณฑ์เพื่อทดแทนการใช้สารเคมีอย่างถูกต้องตามหลักวิชาการ
- 2) ด้านการตลาด ควรมีการสนับสนุนจากหน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชนในการสร้างตลาดรับซื้อ

ผลผลิตปลอดภัย รวมถึงการขนส่งผลผลิตไปสู่ตลาดและผู้บริโภคที่สามารถคงคุณภาพของผลผลิตให้เป็นไปตามมาตรฐาน

- 3) ด้านส่งเสริมและสนับสนุน ควรมีการสร้างการมีส่วนร่วมกับเกษตรกรเกี่ยวกับการตรวจสอบการตกค้างในผลผลิตผัก ตลอดจนสร้างความรู้และความเข้าใจถึงความสำคัญของการตรวจสอบสารพิษตกค้างในผลผลิตทางการเกษตรแก่เกษตรกร ประกอบกับเจ้าหน้าที่จากหน่วยงานภาคการเกษตรควรเข้ามาเยี่ยมเยียนแปลงผักของเกษตรกรอย่างสม่ำเสมอ และมีการสนับสนุนการรวมกลุ่มผู้ปลูกผักปลอดภัยจากสารพิษให้เป็นไปตามกฎระเบียบของหน่วยงานราชการ รวมถึงสนับสนุนพันธุ์พืชผักหรือเมล็ดพันธุ์ผักที่ทนต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศ และเป็นที่ยอมรับของตลาดและผู้บริโภคในปัจจุบัน

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาสามารถสรุปได้ว่า เกษตรกรมีความต้องการการส่งเสริมปลูกผักปลอดภัยจากสารพิษอยู่ในระดับมาก (เฉลี่ย 3.41) โดยอายุ แหล่งเงินทุนในการปลูกผัก การตรวจสอบการตกค้างของสารเคมี และความรู้เกี่ยวกับการปลูกผักปลอดภัยจากสารพิษเป็นปัจจัยที่มีผลทำให้เกษตรกรมีความต้องการการส่งเสริมปลูกผักปลอดภัยจากสารพิษเพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 อย่างไรก็ตามประสบการณ์การปลูกผักเป็นหนึ่งในปัจจัยที่ส่งผลให้เกษตรกรมีความต้องการการส่งเสริมปลูกผักปลอดภัยจากสารพิษลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ในส่วนของปัญหาเกี่ยวกับการส่งเสริมปลูกผักปลอดภัยจากสารพิษของเกษตรกรพบว่า ส่วนใหญ่ยังมีการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชในปริมาณสูง เกษตรกรได้ผลกำไรจากการจำหน่ายผักปลอดภัยจากสารพิษ

ลดน้อยลง เกษตรกรยังขาดการสนับสนุนการรวมกลุ่มผู้ปลูกผักปลอดภัยจากสารพิษ และเกษตรกรยังขาดแคลนแหล่งน้ำในการเพาะปลูก โดยมีข้อเสนอแนะจากเกษตรกร ได้แก่ 1) ควรจัดสรรแหล่งน้ำเพื่อใช้ในการเกษตรปลูกผักให้มีอย่างเพียงพอ 2) ควรให้ความรู้เกี่ยวกับการใช้สารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืชที่ถูกต้องตามหลักวิชาการ หรือการป้องกันและกำจัดศัตรูพืชโดยชีววิธี 3) ควรส่งเสริมการสร้างและขยายตลาดเพื่อรับซื้อผลผลิตทางการเกษตรที่ผลิตในระบบเกษตรปลอดภัย 4) ควรส่งเสริมการรวมกลุ่มผู้ปลูกผักปลอดภัยจากสารพิษ เพื่อเพิ่มโอกาสในการสนับสนุนการดำเนินการผลิตของเกษตรกรผู้ปลูกผัก อาทิ เมล็ดพันธุ์ การตรวจสอบสารเคมีตกค้างในผัก งบประมาณ และการเยี่ยมเยียนแปลงเกษตรกร

ข้อเสนอแนะ

1) สำนักงานเกษตรอำเภอเมืองปาน ควรมีการส่งเสริมการรวมกลุ่มเกษตรกรผู้สูงอายุ หรือประชาชนที่กำลังจะเข้าสู่ผู้สูงอายุ หรือในวัยผู้สูงอายุให้มีการปลูกผักในระบบเกษตรปลอดภัยจากสารพิษ โดยมุ่งเน้นการปลูกเพื่อการบริโภคในครัวเรือนในขั้นแรก และขยายสู่การผลิตเพื่อการค้าเมื่อมีความพร้อมมากยิ่งขึ้น ภายใต้การให้ความสำคัญถึงสุขภาพ และการมีอาหารที่ปลอดภัยสำหรับการบริโภคเป็นอาหาร และการสร้างรายได้เสริมสำหรับผู้สูงอายุทั้งที่ประกอบอาชีพเกษตรกรรม และอาชีพอื่น ๆ

2) วิสาหกิจชุมชนกลุ่มปลูกผักปลอดภัยจากสารพิษในเขตอำเภอเมืองปาน จังหวัดลำปาง ควรมีการจัดสรรรายได้ส่วนหนึ่งของกลุ่ม เพื่อใช้เป็นแหล่งเงินทุนให้เกษตรกรผู้ปลูกผักในแต่ละฤดูกาลผลิต และมีการสร้างเครือข่ายเพื่อการประชาสัมพันธ์ข้อมูลเกี่ยวกับแหล่งเงินทุนการเกษตรที่เกษตรกรสามารถเข้าถึงได้ และมีความเป็นธรรม โดยเฉพาะแหล่งเงินทุนกู้ยืมที่มีดอกเบี้ยต่ำ

3) สำนักงานเกษตรอำเภอเมืองปาน และวิสาหกิจชุมชนกลุ่มผู้ปลูกผักปลอดภัยจากสารพิษ หรือกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกผักต่าง ๆ ควรมีการบูรณาการการทำงานร่วมกันสำหรับตรวจสอบสารเคมีตกค้างในผลผลิตผักของเกษตรกร ควบคู่กับการหนุนเสริมข้อมูลหรือแลกเปลี่ยนความรู้ร่วมกับเกษตรกรให้เกิดความเข้าใจถึงความสำคัญของการปลูกผักในระบบเกษตรปลอดภัยจากสารพิษทั้งในเชิงสุขภาพ เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อม เพื่อสร้างแรงจูงใจหรือความต้องการในการปรับเปลี่ยนการผลิตเป็นแบบเกษตรปลอดภัยจากสารพิษ

4) สำนักงานเกษตรอำเภอเมืองปาน และวิสาหกิจชุมชนกลุ่มผู้ปลูกผักปลอดภัยจากสารพิษ ควรมีการประสานงานระหว่างกันเพื่อจัดทำกิจกรรมอบรมให้ความรู้เกี่ยวกับระบบเกษตรปลอดภัยจากสารพิษแก่เกษตรกรผู้ปลูกผักในพื้นที่ โดยเฉพาะด้านที่เกษตรกรมีความต้องการส่งเสริมปลูกผักปลอดภัยจากสารพิษอยู่ในระดับมาก ได้แก่ ด้านการเตรียมแปลงปลูก ด้านการเตรียมเมล็ดพันธุ์ ด้านการปลูกและการดูแล ด้านการให้ธาตุอาหารเสริม ด้านการใช้กับดักกาวเหนียว และด้านการปลูกผักในโรงเรือนมุ้งตาข่ายในล่อน เพื่อสร้างแรงจูงใจหรือความปรารถนาที่จะปรับเปลี่ยนการผลิตให้อยู่ในระบบเกษตรที่ปลอดภัยจากสารพิษ

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยเรื่องปัจจัยที่มีผลต่อความต้องการในการส่งเสริมปลูกผักปลอดภัยจากสารพิษของเกษตรกรอำเภอเมืองปาน จังหวัดลำปาง ขอขอบคุณเกษตรกรอำเภอเมืองปาน ประธานกลุ่ม รองประธานกลุ่ม และสมาชิกวิสาหกิจชุมชนกลุ่มปลูกผักปลอดภัยจากสารพิษที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลในการดำเนินการวิจัยจนสำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

เอกสารอ้างอิง

- Kaewjareonsri, W., P. Kruekum, N. Rungkawat, and S. Fongmul. 2020. Need for Organic Herbal Plants Growing Promotion of Farmers in Phayuhakhiri district, Nakhon Sawan province. **Journal of Agri. Research and Extension** 37(3): 39-48. [in Thai].
- Lampang Government Center. 2020. **Lampang province development plan (2013-2022)**. [Online]. Available http://www.lampang.go.th/strategy/index_pl.htm (July 1, 2021). [in Thai].
- National Strategy Secretariat Office. 2019. **National Strategy (2018-2037)**. Bangkok: Office of the National Economic and Social Development Board. 71 p. [in Thai]
- Nunthadee, K., P. Kruekum, A. Wongvarnthecha, P. Jeerat and T. Purintrapiba. 2019. Needs for agricultural advisory services of farmers in San Sai district, Chiang Mai province. **Journal of Agricultural Production** 1(3): 49-60. [in Thai]
- Office of the National Economic and Social Development Board. 2016. **The Twelfth National Economic and Social Development Plan (2017-2021)**. Bangkok: Office of the National Economic and Social Development Board. 260 p. [in Thai].
- Prasitratsin, S 2013. **Applications of Statistical Methods in Research**. 6nd ed. Bangkok: Samlada Part.,Ltd. 445 p. [in Thai]
- Phengsawat, W. 2010. **Applied Statistics for Social Science Research**. Bangkok: Suveeriyasarn. 428 p. [in Thai]
- Supattra, K. 2017. Farmers' Needs for agricultural development from Wathong subdistrict administrative organization Phuwiang district, Khon Kaen province. **Khon Kaen Agriculture Journal** 45(1): 1515-1521.
- Thaikasetsart. 2012. **The importance of vegetables**. [Online]. Available <https://www.thaikasetsart.com/ความสำคัญของพืชผัก> (July 1, 2021) [in Thai]
- Vanichbuncha, K. 2018. **Statistics for Research**. 12nd. Bangkok: Samlada Part., Ltd. 317 p. [in Thai]
- Yamane, T. 1973. **Statistics: An Introductory Analysis**. 3rd. New York: Harper and Row Publication. 1130 p.

ความรู้และการปฏิบัติตามแนวทางการเกษตรที่ดีในการเลี้ยงผึ้งโพรง
ของเกษตรกรในอำเภอปะเหลียน จังหวัดตรัง

Knowledge and Practice Accordance with Good Agricultural Practices
in the Raising of Asian Honey Bee (*Apis cerana* F.) of Farmers in Palian District
Trang Province

ฐิตาภรณ์ อนุสาร* ปองพชร ธาราสุข และนฤมล พุกษา

Thitaporn Anusarn*, Pongpachara Tarasook and Narumon Preuksa

สาขาวิชานวัตกรรมและการจัดการ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ สงขลา 90110
Agricultural Innovation and Management Division, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University Hat Yai,
Songkhla, Thailand 90110

*Corresponding author: miracle_dusk9@hotmail.com

Received: February 21, 2021

Revised: March 08, 2022

Accepted: April 25, 2022

Abstract

This research aimed to study 1) personal factors, economic factors, social factors, knowledge and Good Agricultural Practices (GAP) of farmers in the raising of Asian honey bee (*Apis cerana* F.), 2) factors related to GAP of farmers, and 3) problems and needs of farmers for the raising of Asian honey bee. The sample was 161 of Asian Honey Bee farmers in Palian District, Trang Province. The sample size was calculated by using the Taro Yamane. Mean, percentage, standard deviation and multiple regressions were used for data analysis.

The results found that most of farmers have 4 years in average of experience in raising Asian honey bee and have gained 5,818.18 baht/year in average as an income from selling honey. Most farmers, 95.03%, received news and information from agricultural extensionist and their level of knowledge and practices are at a high level. The analysis of factors related to GAP in raising Asian honey bee found that there are 6 independent variables affecting the GAP significantly at the 0.01 level and can be predicted at 37.20% (R^2 Adjusted=37.20). The variables with positive correlation were experiences of farmers in raising Asian honey bee, group attending, number of knowledge sources and number of training they have attended. While the variables with negative correlation were level of education attained and knowledge on GAP. The most important problems found in their production are the not entering the hive of bees and marketing channels. Need of farmers for self development are the techniques for separation of beehives and the transfer of bees into the perches.

Keywords: knowledge, good agricultural practices, Asian honey bee, bee farmer

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา 1) ปัจจัยส่วนบุคคล เศรษฐกิจ สังคม ความรู้และการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีในการเลี้ยงผึ้งโพรง 2) ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี 3) ปัญหาและความต้องการของเกษตรกรในการเลี้ยงผึ้งโพรงประชากร คือ เกษตรกรผู้เลี้ยงผึ้งโพรงในอำเภอปะเหลียน จังหวัดตรัง กำหนดขนาดตัวอย่างตามสูตรของ Taro Yamane ได้ 161 คน เครื่องมือ คือ แบบสอบถามมีโครงสร้าง วิเคราะห์ข้อมูลด้วย ค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การถดถอยพหุแบบขั้นตอน

ผลการศึกษาพบว่า 1) เกษตรกรส่วนใหญ่มีประสบการณ์เฉลี่ย 4 ปี รายได้จากน้ำผึ้ง 5,818.18 บาทต่อปี รับข่าวสารจากนักวิชาการส่งเสริมการเกษตรร้อยละ 95.03 มีคะแนนความรู้ และการปฏิบัติระดับสูง 2) ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีในการเลี้ยงผึ้งโพรง พบว่า ตัวแปรอิสระ 6 ตัวแปร มีผลต่อการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และสามารถทำนายได้ร้อยละ 37.20 (R^2 Adjusted=37.20) ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์เชิงบวก คือ ประสบการณ์ การเข้าร่วมกลุ่ม จำนวนแหล่งความรู้ และจำนวนครั้งการได้รับอบรมการเลี้ยงผึ้งโพรง ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์เชิงลบ คือ ระดับการศึกษา และความรู้ทางการเกษตรที่ดี และ 3) ปัญหาที่พบ คือ ผึ้งโพรงทิ้งรัง/ไม่เข้ารัง และช่องทางการตลาด เกษตรกรต้องการพัฒนาตนเองด้านการแยกรังและย้ายผึ้งโพรงเข้าคอน

คำสำคัญ: ความรู้ การปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี ผึ้งโพรง เกษตรกรผู้เลี้ยงผึ้งโพรง

คำนำ

ผึ้งเป็นแมลงเศรษฐกิจที่มีความสำคัญต่อประเทศ เนื่องจากประเทศไทยส่งออกน้ำผึ้งในปี พ.ศ. 2563 จำนวน 7,671.89 ตัน มูลค่า 562.16 ล้านบาท (Customs Department, 2021) ผึ้งโพรงจัดเป็นผึ้งพื้นเมืองที่มีขนาดเล็ก เกษตรกรนิยมเลี้ยงไว้เพื่อเสริมรายได้ ผึ้งชนิดนี้สามารถพบได้ในทุกภาคของประเทศไทย แต่พบมากที่สุดในภาคใต้ เกษตรกรในภาคใต้ส่วนใหญ่จึงเลี้ยงผึ้งโพรงเป็นอาชีพเสริม แต่นิสัยธรรมชาติของผึ้งโพรงชอบทิ้งรังได้ง่ายเมื่อถูกรบกวนจากสภาพแวดล้อม (Department of Agricultural Extension, 2013) ผู้เลี้ยงจึงจำเป็นต้องมีความรู้และเข้าใจระบบพื้นฐานการเลี้ยงผึ้งที่ดีและเหมาะสมเกี่ยวกับชีววิทยาของผึ้ง รวมถึงการปฏิบัติในการเลี้ยงผึ้งตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี เพื่อให้ผลผลิตมีมาตรฐาน ปริมาณ และคุณภาพตรงต่อความต้องการของผู้บริโภค (Chantawankun, 2018) ดังนั้น กรมส่งเสริมการเกษตรได้กำหนดนโยบายส่งเสริมให้เกษตรกรเลี้ยงผึ้งโพรงเป็นอาชีพเสริม เพื่อเพิ่มรายได้นอกจากนี้ผึ้งโพรงยังมีความต้านทานต่อเชื้อโรคและศัตรู ทำให้เกษตรกรสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้อย่างต่อเนื่อง (Department of Agricultural Extension, 2018) แต่จากรายงานทะเบียนฟาร์มผึ้งที่ได้รับรองมาตรฐานฟาร์มจากกรมปศุสัตว์ พบว่าเกษตรกรผู้เลี้ยงผึ้งโพรงส่วนใหญ่ยังไม่ผ่านการรับรองมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี ตามหลักมาตรฐานสินค้าเกษตร (Department of Livestock, 2017) ที่กำหนดเกณฑ์การปฏิบัติตั้งแต่การจัดการองค์ประกอบฟาร์ม อาหาร น้ำ การเลี้ยง สุขภาพ สิ่งแวดล้อม และการบันทึกข้อมูล เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์จากผึ้งที่มีคุณภาพ ถูกสุขลักษณะ และปลอดภัยต่อผู้บริโภค (National Bureau of Agricultural Commodity and

Food Standards, 2016) สำหรับภาคใต้ การส่งเสริมการเลี้ยงผึ้งโพรงเริ่มขึ้นในปี พ.ศ. 2560 มีเกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการกระจายอยู่ใน 6 จังหวัด คือ พัทลุง สงขลา นครศรีธรรมราช ตรัง ระนอง และชุมพร โดยจังหวัดที่มีเกษตรกรเข้าร่วมการเลี้ยงผึ้งโพรงในปี พ.ศ. 2560 มากอันดับ 1 คือ จังหวัดชุมพร รองลงมาคือ จังหวัดตรัง นครศรีธรรมราช สงขลา พัทลุง และระนอง ตามลำดับ (Department of Agricultural Extension, 2017) ซึ่งปัจจุบันเกษตรกรในพื้นที่ภาคใต้ผ่านการรับรองมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีจากกรมปศุสัตว์เพียง 8 ราย คิดเป็นร้อยละ 2.60 จากจำนวนเกษตรกรทั้งหมด 307 คน (Department of Livestock, 2017) และเป็นเกษตรกรที่อยู่ในจังหวัดชุมพรทั้งหมด ขณะที่จังหวัดตรัง ซึ่งมีเกษตรกรเข้าร่วมโครงการการเลี้ยงผึ้งโพรงมากเป็นอันดับ 2 กลับไม่มีเกษตรกรผ่านการรับรองมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี ทั้งนี้เกษตรกรอาจประสบปัญหาเกี่ยวกับองค์ความรู้บางด้านในการจัดการการเลี้ยงผึ้งโพรงให้ผ่านการรับรองมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี สอดคล้องกับ Department of Agricultural Extension (2013) ได้กล่าวว่า การเลี้ยงผึ้งโพรงให้ประสบความสำเร็จ ผู้เลี้ยงต้องมีความรู้เกี่ยวกับพฤติกรรมของผึ้ง การจัดการรังผึ้ง และประสบการณ์ เพื่อให้สามารถจัดการรังผึ้งได้อย่างมีประสิทธิภาพ สะท้อนให้เห็นว่าความรู้และการปฏิบัติของเกษตรกรนำไปสู่การได้รับรองมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี อีกทั้งยังส่งผลต่อปริมาณและคุณภาพของน้ำผึ้งโดยรวม ยิ่งไปกว่านั้น น้ำผึ้งและไขผึ้งที่มีคุณภาพสามารถนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ที่ช่วยสร้างรายได้เสริมให้แก่เกษตรกรเพิ่มขึ้นอีกด้วย

อำเภอปะเหลียน จังหวัดตรัง เป็นพื้นที่ที่เกษตรกรนิยมเลี้ยงผึ้งโพรงมากที่สุด จำนวน 270 ครัวเรือน และมีแนวโน้มขยายตัวเพิ่มขึ้นทุกปี แต่เกษตรกรยังไม่สามารถขอการรับรองตามมาตรฐานทางการเกษตรที่ดีสำหรับฟาร์มผึ้งได้ ผู้วิจัยจึงมีความสนใจศึกษาความรู้และการปฏิบัติตามแนวทางการเกษตรที่ดีในการเลี้ยงผึ้งโพรงของเกษตรกรในอำเภอปะเหลียน จังหวัด

ตรัง โดยมุ่งสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับระดับความรู้และการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีของเกษตรกร ปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี ตลอดจนปัญหา และความต้องการของเกษตรกรในการเลี้ยงผึ้งโพรง ทั้งนี้ข้อมูลที่ได้สามารถนำไปใช้ปรับปรุง แก้ไข และพัฒนา ความรู้และการปฏิบัติตามแนวทางการเกษตรที่ดีในการเลี้ยงผึ้งโพรงของเกษตรกรให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น อีกทั้งกรมส่งเสริมการเกษตรและกรมปศุสัตว์สามารถนำข้อมูลไปใช้สำหรับวางแผนการพัฒนาหรือกำหนดแผนงานส่งเสริมการเลี้ยงผึ้งโพรงที่มีความเหมาะสมและตรงกับความต้องการของเกษตรกร เพื่อให้เกษตรกรได้รับรองมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีในอนาคต

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากร

คือเกษตรกรที่เลี้ยงผึ้งโพรงในอำเภอปะเหลียน จังหวัดตรัง ที่เข้าร่วมโครงการของกรมส่งเสริมการเกษตร ได้แก่ 1) โครงการ 9101 ตามรอยเท้าพ่อภายใต้ร่มพระบารมี เพื่อการพัฒนาการเกษตรอย่างยั่งยืน จำนวน 105 คน 2) โครงการส่งเสริมการเกษตรแบบแปลงใหญ่ (แปลงใหญ่ ผึ้งโพรง) จำนวน 38 คน และ 3) โครงการเสริมสร้างรายได้ให้แก่เกษตรกรรายย่อย จำนวน 165 คน รวมทั้งสิ้น 270 คน กำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้สูตรของ ยามาเน่ (Yamane, 1973) ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 ได้จำนวนตัวอย่าง 161 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เป็นแบบสอบถามแบบมีโครงสร้างที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยใช้แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องมาเป็นฐานความรู้ในการสร้างแบบสอบถาม ประกอบด้วย คำถามปิด (Close-ended question) และคำถามเปิด (Open-ended question) ประกอบด้วย ข้อคำถาม 4 ส่วน คือ 1) ปัจจัยส่วนบุคคล ปัจจัยด้านเศรษฐกิจ และปัจจัยด้าน

สังคมของเกษตรกร ลักษณะคำถามเป็นแบบปิด และเปิด

2) ความรู้ทางการเกษตรที่ดีในการเลี้ยงผึ้งโพรง ลักษณะคำถามเป็นแบบข้อทดสอบแบบถูก-ผิด โดยกำหนดคำตอบ ผิด เท่ากับ 0 คะแนน และ ตอบถูก เท่ากับ 1 คะแนน ซึ่งเกณฑ์คะแนนแบ่งเป็น 3 ระดับคือ ต่ำ (0.00-5.00) ปานกลาง (5.01-10.00) และ สูง (10.01-15.00) 3) ทักษะการเกษตรที่ดีในการเลี้ยงผึ้งโพรง ลักษณะคำถามเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) โดยแบ่งการปฏิบัติเป็น 3 ระดับ คือ ปฏิบัติทุกครั้ง (2 คะแนน) ปฏิบัติบางครั้ง (1 คะแนน) ไม่ได้ปฏิบัติ (0 คะแนน) เกณฑ์การให้คะแนน แบ่งเป็น 4 ระดับ คือ ไม่ได้ปฏิบัติ (0.00) น้อย (1.00-1.33) ปานกลาง (1.34-1.64) และ สูง (1.65-2.00) 4) ปัญหา และความต้องการของเกษตรกร โดยปัญหาใช้ข้อคำถามที่มีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ และกำหนดเกณฑ์ระดับปัญหาในการเลี้ยงผึ้งโพรงเป็น 5 ระดับ คือ น้อยที่สุด (1.00-1.80) น้อย (1.81-2.60) ปานกลาง (2.61-3.40) มาก (3.41-4.20) มากที่สุด (4.21-5.00) ส่วนความต้องการในการเลี้ยงผึ้งโพรงของเกษตรกร ใช้คำถามแบบเปิด

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปริมาณ ประกอบด้วย สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) ใช้สำหรับวิเคราะห์ข้อมูลปัจจัยส่วนบุคคล ปัจจัยด้านเศรษฐกิจ และปัจจัยด้านสังคม ได้แก่ ค่าความถี่ (Frequency) ค่าร้อยละ (Percentage) ค่าต่ำสุด (Minimum) ค่าสูงสุด (Maximum) ค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) และสถิติเชิงอ้างอิง (Inferential Statistics) ใช้วิธีการวิเคราะห์ถดถอยพหุแบบขั้นตอน (Stepwise Multiple Regression Analysis) เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม ซึ่งการวิเคราะห์ทั้ง 2 ส่วนนี้จะใช้โปรแกรมสถิติสำเร็จรูปเพื่อการวิจัยทางสังคมศาสตร์ในการช่วยบันทึก วิเคราะห์ และแปลผลการวิจัย

ผลการวิจัย

สภาพเศรษฐกิจและสังคม

ของครัวเรือนเกษตรกรผู้เลี้ยงผึ้งโพรงในอำเภอปะเหลียน จังหวัดตรัง พบว่าเกษตรกรส่วนใหญ่เป็นเพศชาย (ร้อยละ 71.40) อายุเกษตรกรเฉลี่ย 52 ปี จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย/ปวส.มากที่สุด (ร้อยละ 32.90) ประสบการณ์ในการเลี้ยงผึ้งโพรงเฉลี่ย 4 ปี สมาชิกในครัวเรือนเฉลี่ยจำนวน 4 คน แรงงานที่ใช้ในการเลี้ยงผึ้งโพรงจำนวน 2 คน รั้งที่ใช้น้อยกว่า 10 รั้ง/ครัวเรือน (ร้อยละ 59.63) รายได้จากการการเลี้ยงผึ้งโพรงมี 2 ลักษณะ คือ 1) การจำหน่ายน้ำผึ้ง เฉลี่ย 5,818.18 บาทต่อปี 2) การจำหน่ายอุปกรณ์และผลิตภัณฑ์แปรรูป เฉลี่ย 11,000 บาทต่อปี เกษตรกรส่วนใหญ่เข้าร่วมกลุ่มทางการเกษตร (ร้อยละ 81.37) และไม่ดำรงตำแหน่งทางสังคม ร้อยละ 75.16 เกษตรกรได้รับข่าวสารด้านการเลี้ยงผึ้งโพรงจาก สื่อบุคคลมากที่สุด (ร้อยละ 93.79) และส่วนใหญ่ได้รับจาก นักวิชาการส่งเสริมการเกษตรมากที่สุด (ร้อยละ 95.03) รองลงมาคือ สื่อออนไลน์ การฝึกอบรมด้านการเลี้ยงผึ้งโพรงเฉลี่ย 4.18 ครั้งต่อคน

ระดับความรู้เกี่ยวกับการเลี้ยงผึ้งโพรง

เป็นข้อทดสอบจำนวน 15 ข้อ คะแนนเต็ม 15 คะแนน ผลการทดสอบ พบว่า เกษตรกรมีระดับความรู้เกี่ยวกับการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี อยู่ในระดับสูง (10.01-15.00 คะแนน) คิดเป็นร้อยละ 85.09 คะแนนเฉลี่ยที่เกษตรกรผู้เลี้ยงผึ้งโพรงตอบถูกเท่ากับ 11.99 คะแนน (Table 1) แต่ยังคงพบความรู้ที่ผู้เลี้ยงผึ้งโพรงตอบผิดมากที่สุด ได้แก่ การเตรียมการก่อนเลี้ยงผึ้งโพรง: การบังคับผึ้งโพรงเข้าคอน (การจับนางพญาผึ้งมาปล่อยในกล่องเลี้ยงผึ้งที่เตรียมไว้ โดยไม่จำเป็นต้องตัดรวงผึ้งโพรงในรังผึ้งมาใส่ในคอนผึ้ง) คิดเป็นร้อยละ 55.28 รองลงมาคือ การจัดการหลังการเก็บเกี่ยว (การเก็บน้ำผึ้งให้นางรวงผึ้งที่ตัดเฉพาะส่วนที่เป็นน้ำผึ้ง นำมาบีบด้วยมือและกรองด้วยตะแกรงเพื่อให้ได้น้ำผึ้งปริมาณมากที่สุด) คิดเป็นร้อยละ 32.30 (Table 2)

Table 1 Knowledge level

(n=161)

Knowledge level	Number (person)	Percent
0.00–5.00 (Low level knowledge)	1	0.62
5.01–10.00 (Moderate knowledge)	23	14.29
10.01–15.00 (High level knowledge)	137	85.09
Mean (Standard Deviation)	11.99 (1.81)	
Minimum–Maximum	4–14	
Total	161	100.00

Table 2 Knowledge in the raising of Asian honey bee (*Apis cerana* F.) of farmers in Palian District, Trang Province

(n=161)

Knowledge in the raising of Asian honey bee (<i>Apis cerana</i> F.)	Correct (%)	Wrong (%)
Breed characteristics	151 (93.79)	10 (6.21)
Castes of bees	140 (86.96)	21 (13.04)
Physical factors affecting Asian honey bee and raising of Asian honey bee	110 (68.32)	51 (31.68)
Preparation before raising: Buying Asian honey bee to raise	115 (71.43)	46 (28.57)
Preparation before raising: Forcing Asian honey bee cavities into frame	72 (44.72)	89 (55.28)
Environment suitable for the productivity: Climate	126 (78.26)	35 (21.74)
Environment suitable for the productivity: Location	122 (75.78)	39 (24.22)
Environment suitable for the productivity: Food sources	136 (84.47)	25 (15.53)
Environment suitable for the productivity: Source of water	132 (81.99)	29 (18.01)
Honeycomb management	141 (87.58)	20 (12.42)
Collecting honey from Asian honey bee: Equipment use	141 (88.82)	18 (11.18)
Collecting honey from Asian honey bee: Methods	148 (91.93)	13 (8.07)
Collecting honey from Asian honey bee: Honey harvest	139 (86.34)	22 (13.66)
Important enemies of Asian honey bee and defenses, elimination	145 (90.06)	16 (9.94)
Post-harvest management	109 (67.70)	52 (32.30)
Average	11.99	

ระดับการปฏิบัติเกี่ยวกับการเลี้ยงผึ้งโพรง

พบว่าภาพรวมเกษตรกรมีการปฏิบัติอยู่ในระดับสูง การปฏิบัติเฉลี่ย 1.71 เมื่อพิจารณารายข้อ จะเห็นได้ว่า เกษตรกรมีการปฏิบัติอยู่ในระดับสูง (1.68-2.00) จำนวน 12 ข้อ โดยข้อที่มีค่าเฉลี่ยการปฏิบัติมากที่สุด คือ องค์กรประกอบฟาร์ม: การเลือกสถานที่ตั้งรังผึ้งโพรง

อยู่ห่างจากพื้นที่ที่มีความเสี่ยงจากการปนเปื้อนของวัตถุพิษจากการทำเกษตรกรรมหรือโรงงานอุตสาหกรรม (\bar{X} =1.96) ส่วนข้อที่เกษตรกรมีการปฏิบัติอยู่ในระดับน้อย (1.00-1.33) และมีค่าเฉลี่ยการปฏิบัติที่น้อยที่สุด คือ การบำบัดโรค: การเลี้ยงผึ้งโพรงอยู่ภายใต้ความดูแลของสัตวแพทย์ (\bar{X} =1.10) (Table 3)

Table 3 Practice in accordance with Good Agricultural Practices (GAP)

(n=161)

Practice in accordance with Good Agricultural Practice	Number of Practice			Score (Translation)
	Every time (%)	Sometimes (%)	Non-practical (%)	
The composition of the farm: Location	152 (94.41)	7 (4.35)	2 (1.24)	1.96 (high)
The composition of the farm: Bee box	103 (63.98)	47 (29.19)	11 (6.83)	1.69 (high)
The composition of the farm: Device storage	142 (88.20)	18 (11.18)	1 (0.62)	1.89 (high)
The composition of the farm: Equipment	151 (93.79)	9 (5.59)	1 (0.62)	1.94 (high)
Food sources	127 (78.88)	30 (18.63)	4 (2.48)	1.81 (high)
Water	106 (65.84)	43 (26.71)	12 (7.45)	1.71 (high)
Pre harvest quality management	23 (14.29)	56 (34.78)	82 (50.93)	1.29 (small)
Harvest quality management	98 (60.87)	59 (36.65)	4 (2.48)	1.62 (medium)
Post harvest quality management: Equipment	72 (44.72)	75 (46.58)	14 (8.70)	1.49 (medium)
Post harvest quality management: Personal	27 (16.77)	62 (38.51)	72 (44.72)	1.30 (medium)
Personal hygiene: Training	37 (22.98)	62 (38.51)	62 (38.51)	1.37 (medium)
Personal hygiene: Physical examination	77 (47.83)	48 (29.81)	36 (22.36)	1.62 (medium)
Personal hygiene: Dressing	120 (74.53)	36 (22.36)	5 (3.11)	1.77 (high)
Personal hygiene: Cleanliness (place/equipment)	146 (90.68)	13 (8.07)	2 (1.24)	1.92 (high)
Animal health: Disease and enemy control	101 (62.73)	44 (27.33)	16 (9.94)	1.70 (high)
Animal health: Residual removal	88 (54.66)	39 (24.22)	34 (21.12)	1.69 (high)
Animal health: therapeutics	1 (0.62)	9 (5.59)	151 (93.79)	1.10 (small)
Environmental management: Waste water	130 (80.75)	8 (4.97)	23 (14.29)	1.94 (high)
Environmental management: Garbage	116 (72.05)	20 (12.42)	25 (15.53)	1.85 (high)
Record keeping and traceability	28 (17.39)	49 (30.43)	84 (52.17)	1.36 (medium)
Average		1.71 (high)		

Non-practical (0 points) were not analyzed for mean

ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีในการเลี้ยงผึ้งโพรง

ปัจจัยในการศึกษาครั้งนี้มีจำนวนตัวแปรทั้งสิ้น 13 ตัวแปร เลือกตัวแปรเข้าสู่สมการทีละตัวแปร ด้วย Stepwise พบว่า ตัวแปรจำนวน 6 ตัวแปร มีความสัมพันธ์ต่อการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีในการเลี้ยงผึ้งโพรง ได้แก่ ระดับการศึกษาของเกษตรกร (X_3) ประสบการณ์ในการ

เลี้ยงผึ้งโพรง (X_4) การเข้าร่วมกลุ่ม (X_9) จำนวนแหล่งความรู้ด้านการเลี้ยงผึ้งโพรง (X_{11}) จำนวนครั้งที่ได้รับ การอบรมด้านการเลี้ยงผึ้งโพรง (X_{12}) ความรู้ทางการเกษตรที่ดีของเกษตรกรที่เลี้ยงผึ้งโพรง (X_{13}) ซึ่งสามารถทำนายการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีในการเลี้ยงผึ้งโพรงได้ร้อยละ 37.20 (R^2 Adjusted=0.372) (Table 4)

Table 4 Multiple regression analysis Factors Associated with Good Agricultural Practices in the raising of Asian honey bee

Variable	B	β	t	P-value	Collinearity Statistics	
					Tolerance	VIF
(Constant)	1.449	-	10.434	0.000	-	-
Education level (X_3)	-0.010	-0.147	-2.116	0.036	0.850	1.177
Experience (X_4)	0.024	0.198	2.906	0.004	0.883	1.133
Group participation (X_9)	0.121	0.189	2.542	0.012	0.741	1.350
Number of sources of knowledge (X_{11})	0.033	0.330	4.914	0.000	0.910	1.099
Number of training sessions (X_{12})	0.023	0.278	3.619	0.000	0.694	1.442
Good agricultural knowledge of farmers (X_{13})	-0.031	-0.212	-2.902	0.004	0.766	1.306

F=16.133*, P-Value=0.000, SE_{est}=1.984, Durbin-Watson=1.497**
R²=0.397, R²Adjusted=0.372

ผลการวิเคราะห์จาก Table 4 สามารถนำมาเขียนสมการถดถอย ได้ดังนี้

$$Y_1 = 1.449 - 0.010x_3 + 0.024x_4 + 0.121x_9 + 0.033x_{11} + 0.023x_{12} - 0.031x_{13}$$

สมการถดถอยมีค่าประมาณการค่าคงที่ เท่ากับ 1.449 หมายความว่า กลุ่มตัวอย่างที่ทำการศึกษามีคะแนนการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีในการเลี้ยงผึ้งโพรงจำนวน 1.499 คะแนน ซึ่งเป็นคะแนนที่เป็นอิสระจากคะแนนที่มาจากอิทธิพลของตัวแปรอิสระอื่น ๆ โดยค่าสัมประสิทธิ์ความถดถอยของประสบการณ์ในการเลี้ยง

ผึ้งโพรง (X_4) การเข้าร่วมกลุ่ม (X_9) จำนวนแหล่งความรู้ด้านการเลี้ยงผึ้งโพรง (X_{11}) จำนวนครั้งที่ได้รับ การอบรม (X_{12}) มีความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับตัวแปรตาม ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 มีค่าเท่ากับ 0.024, 0.121, 0.033 และ 0.023 ตามลำดับ สามารถอธิบายได้ว่า หากเกษตรกรมีประสบการณ์ในการเลี้ยงผึ้งโพรงเพิ่มขึ้น 1 ปี เกษตรกรมีการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีในการเลี้ยงผึ้งโพรงเพิ่มขึ้น 0.024 หากเกษตรกรมีการเข้าร่วมกลุ่มเพิ่มขึ้น 1 กลุ่ม การปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีในการเลี้ยงผึ้งโพรงเพิ่มขึ้น 0.121 หากเกษตรกรมีจำนวนแหล่ง

ความรู้ด้านการเลี้ยงผึ้งโพรง เพิ่มขึ้น 1 แห่ง การปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีในการเลี้ยงผึ้งโพรงเพิ่มขึ้น 0.033 คะแนน และหากเกษตรกรมีจำนวนครั้งในการได้รับการอบรมด้านการเลี้ยงผึ้งโพรงเพิ่มขึ้น 1 ครั้ง การปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีในการเลี้ยงผึ้งโพรงเพิ่มขึ้น 0.023 คะแนน ขณะที่ค่าสัมประสิทธิ์ความถดถอยของระดับการศึกษาของเกษตรกร (X_3) และความรู้ทางการเกษตรที่ดีของเกษตรกร (X_{13}) ความสัมพันธ์เชิงลบ เท่ากับ -0.010 และ -0.031 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่า หากเกษตรกรมีจำนวนปีที่ศึกษาเพิ่มขึ้น 1 ปี การปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีในการเลี้ยงผึ้งโพรงลดลง 0.010 คะแนน และหากเกษตรกรมีความรู้ทางการเกษตรที่ดีของเกษตรกรเพิ่มขึ้น 1 คะแนน การปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีในการเลี้ยงผึ้งโพรงลดลง 0.031 คะแนน

ปัญหา และความต้องการของเกษตรกรในการเลี้ยงผึ้งโพรง มีรายละเอียดดังนี้

1) ปัญหาของเกษตรกรในการเลี้ยงผึ้งโพรง แบ่งปัญหาออกเป็น 2 ด้าน คือ ปัญหาในด้านการผลิต และการจัดการผลผลิต ปัญหาด้านการผลิตที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด คือ ผึ้งโพรงทิ้งรัง/ผึ้งโพรงไม่เข้ารัง (\bar{X} =3.41) ส่วนปัญหาด้านการจัดการผลผลิตที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด คือ ช่องทางการจำหน่ายผลผลิต/ผลิตภัณฑ์สินค้า (\bar{X} =3.28) (Table 5)

2) ความต้องการของเกษตรกรในการเลี้ยงผึ้งโพรง พบว่า เกษตรกรมีความต้องการอบรมการแยกรัง ผึ้งโพรงและการย้ายผึ้งโพรงเข้าคอนมากที่สุด (ร้อยละ 89.44) รองลงมา คือ ตลาดหรือช่องทางในการจำหน่ายผลิตภัณฑ์ (ร้อยละ 88.82) (Table 6)

Table 5 Problems of farmers for the raising of Asian honey bee

(n=161)				
Problems	\bar{X}	S.D.	Needs of farmers	Person (%)
Production problems			Productivity Management	
Funding	2.62	1.14	Marketing	3.28
Knowledge	2.81	1.09	product price	2.87
Protective clothing/equipment	2.41	1.20	Product processing	2.60
Adviser	2.42	1.17	Packaging	2.53
Skilled labor	2.15	1.23	Output exceeds market demand	2.42
Unsuitable environment	3.28	1.52	Insufficient market demand	1.84
Leave / move the nest	3.41	1.37	Consistency of honey quality	2.42
Forcing Asian honey bee in frame	3.25	1.45		

Table 6 Needs of farmers for the raising of Asian honey bee

Needs of farmers	Person (%)
Good Agricultural Practice Training	132 (81.99)
Forcing Asian honey bee in frame Training	144 (89.44)
Post-harvest management Training	100 (62.11)
Product processing Training	135 (83.85)
Certification Instructions	118 (73.29)
Marketing	143 (88.82)
Product development	138 (85.71)
Funding	118 (73.29)
Training and study visits	4 (2.48)

วิจารณ์ผลการวิจัย

ความรู้และการปฏิบัติตามแนวทางการเกษตรที่ดีในการเลี้ยงผึ้งโพรงของเกษตรกรในอำเภอปะเหลียน จังหวัดตรัง

1) ความรู้ทางการเกษตรที่ดีในการเลี้ยงผึ้งโพรงของเกษตรกรในอำเภอปะเหลียน จังหวัดตรัง ส่วนใหญ่อยู่ในระดับสูง (ร้อยละ 85.09) แต่เมื่อพิจารณารายข้อคำถามกลับพบว่า ความรู้ที่ผู้เลี้ยงผึ้งโพรงตอบถูกน้อยที่สุด ได้แก่ การเตรียมการก่อนเลี้ยงผึ้งโพรง: การบังคับผึ้งโพรงเข้าคอน ทั้งนี้ เนื่องจากการเลี้ยงผึ้งโพรงของเกษตรกรในอำเภอปะเหลียน เกษตรกรไม่ใช้คอน ซึ่งเป็น การเลี้ยงที่มีพื้นฐานจากภูมิปัญญา และการเรียนรู้ด้วยตนเองหรือบุคคลใกล้ชิดซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Laksana *et al.*, (2014) ที่ได้ศึกษาการเลี้ยงและการจัดการของเกษตรกรผู้เลี้ยงผึ้งโพรงไทยในตำบลสระแก้ว อำเภอท่าศาลา จังหวัดนครศรีธรรมราช พบว่า การเลี้ยงผึ้งโพรงไทยของเกษตรกรมีการใช้หลักการจัดการที่เป็นของชุมชนโดยวิธีการลองผิดลองถูก และการใช้ภูมิปัญญา มาประยุกต์ใช้ เกษตรกรไม่ปฏิเสธความรู้เพิ่มเติมจากหน่วยงานราชการที่เข้าไปให้ความรู้ แต่เกษตรกรไม่สามารถปฏิบัติได้ในบางกรณี เช่น การบังคับให้ผึ้งโพรง

เข้าคอน อาจกล่าวได้ว่า เกษตรกรผู้เลี้ยงผึ้งโพรงยังขาดองค์ความรู้ในการบังคับผึ้งโพรงเข้าคอนที่ทำให้เกษตรกรสามารถเพิ่มปริมาณผลผลิต และจัดการคุณภาพน้ำผึ้งได้ดียิ่งขึ้น

2) การปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีในการเลี้ยงผึ้งโพรงของเกษตรกรในอำเภอปะเหลียน จังหวัดตรัง พบว่า เกษตรกรมีการปฏิบัติอยู่ในระดับสูง เฉลี่ย 1.71 แต่การปฏิบัติที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ การบำบัดโรค: การเลี้ยงผึ้งโพรงอยู่ภายใต้ความดูแลของสัตวแพทย์ ($\bar{X}=1.10$) เนื่องจากเจ้าหน้าที่รัฐในพื้นที่อำเภอปะเหลียนไม่มีศูนย์ตรงทางสัตวแพทย์ อีกทั้งปัจจุบันการขอคำปรึกษาในการเลี้ยงผึ้งโพรง เกษตรกรนิยมติดต่อเกษตรตำบล หรือนักวิชาการส่งเสริมการเกษตร หรือบางส่วนอาจขอคำปรึกษาจากปศุสัตว์อำเภอ มากกว่าสัตวแพทย์ จึงทำให้เกษตรกรมีการปฏิบัติเพียงบางครั้ง ซึ่งส่งผลต่อการขอรับรองมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีที่เกษตรกรต้องปฏิบัติทุกครั้งเมื่อมีคณะกรรมการมาตรวจประเมิน สอดคล้องกับ Department of Livestock (2015) ที่ได้ นิยามคำว่าสัตวแพทย์ผู้ควบคุมฟาร์มเลี้ยงสัตว์ (Farm Veterinarian) ในคู่มือการตรวจประเมินและการออกใบรับรองการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีด้านปศุสัตว์

สำหรับเจ้าหน้าที่กรมปศุสัตว์ ว่าหมายถึง สัตวแพทย์ที่มีใบอนุญาตเป็นผู้ประกอบวิชาชีพการสัตวแพทย์ชั้นหนึ่งจากสัตวแพทย์สภา ตามกฎหมายว่าด้วยวิชาชีพการสัตวแพทย์ และได้รับใบรับรองสัตวแพทย์ผู้ควบคุมฟาร์มเลี้ยงสัตว์จากกรมปศุสัตว์ อีกทั้งประกอบกับเกษตรกรส่วนใหญ่เป็นเกษตรกรรายย่อย มีฟาร์มเลี้ยงไก่ฟองขนาดเล็กจำนวนรังน้อยกว่า 10 รัง ส่วนใหญ่เน้นเลี้ยงไก่ฟองเพื่อการบริโภคในครัวเรือนเป็นหลัก ขณะที่เกษตรกรบางรายมีการจำหน่ายผลผลิต หรือผลิตภัณฑ์ แต่ยังมีรายได้จากฟาร์มเลี้ยงไก่ฟองไม่มากนัก จึงไม่สามารถจ้างสัตวแพทย์เข้ามาดูแลฟาร์มเลี้ยงไก่ฟองเป็นการเฉพาะได้ เช่นเดียวกับ Proranee *et al.* (2020) ที่ทำการศึกษา การวิเคราะห์ใช้คุณค่าของการเลี้ยงไก่แบบธรรมชาติในพื้นที่ป่า: กรณีศึกษาชุมชนห้วยหินลาดในอำเภอเวียงป่าเป้า จังหวัดเชียงราย พบข้อจำกัดในการจำหน่ายและการเข้าถึงตลาดของเกษตรกรที่เลี้ยงไก่ฟองชุมชนห้วยหินลาดคือ เกษตรกรเลี้ยงไก่ฟองแบบธรรมชาติ เนื่องจากที่ตั้งของชุมชนอยู่ในพื้นที่คาบเกี่ยวระหว่างเขตป่าสงวนแห่งชาติและเขตอุทยานแห่งชาติ ทำให้เกษตรกรไม่สามารถควบคุมปริมาณ และคุณภาพ รวมถึงเข้าถึงการยกระดับมาตรฐานผลิตภัณฑ์ได้

ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีในการเลี้ยงไก่ฟอง

1) ประสบการณ์มีผลทางบวกต่อการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีในการเลี้ยงไก่ฟอง สะท้อนให้เห็นว่า หากเกษตรกรมีประสบการณ์มากขึ้น การปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีในการเลี้ยงไก่ฟองจะมากกว่าเกษตรกรที่มีประสบการณ์น้อย อาจเป็นเพราะเกษตรกรที่มีประสบการณ์มากมักใช้ภูมิปัญญาในการประยุกต์ใช้ความรู้สำหรับพัฒนาการเลี้ยงไก่ฟองได้มากกว่าเกษตรกรที่มีประสบการณ์น้อย ในทางกลับกันเกษตรกรที่มีประสบการณ์มาก แม้ได้รับการฝึกอบรมการเลี้ยงไก่ฟอง และการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับการเลี้ยงไก่ฟอง แต่ส่วนใหญ่กลับปฏิบัติด้วยวิธีการดั้งเดิม

จึงส่งผลต่อการขอรับรองการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสอดคล้องกับ Sampantamit *et al.* (2013) ที่ทำการศึกษาการอนุรักษ์ภูมิปัญญาการจับผึ้งหลวงเพื่อการใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืน: กรณีศึกษาชุมชนบ้านถ้ำพระพุทธรอยต่อระหว่างจังหวัดตรัง และจังหวัดนครศรีธรรมราช พบว่าภูมิปัญญาการจับผึ้งหลวงของชุมชนเกิดจากการสั่งสมประสบการณ์ มีการพัฒนาองค์ความรู้และประสบการณ์มาปรับใช้กับปัญหาที่เกิดขึ้น

2) การเข้าร่วมกลุ่มมีผลทางบวกต่อการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีในการเลี้ยงไก่ฟอง สะท้อนให้เห็นว่า หากเกษตรกรมีการเข้าร่วมกลุ่มมากขึ้น การปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีในการเลี้ยงไก่ฟองจะมากกว่าเกษตรกรที่มีการเข้าร่วมกลุ่มน้อย อาจเป็นเพราะเกษตรกรที่มีการเข้าร่วมกลุ่มกันมีวัตถุประสงค์ เพื่อการพัฒนาอาชีพ แลกเปลี่ยนความคิดเห็น และแก้ปัญหาในอาชีพ ซึ่งส่งผลให้การเข้าร่วมกลุ่มมีการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีในการเลี้ยงไก่ฟองมากกว่าการไม่เข้าร่วมกลุ่ม สอดคล้องกับ Niramol *et al.* (2021) ที่ทำการศึกษา พบว่าการรวมกลุ่มเพื่อบริหารจัดการการจัดการของกลุ่มเกษตรกรผู้เลี้ยงผึ้ง นำไปสู่การสร้างกระบวนการเรียนรู้ การแลกเปลี่ยนประสบการณ์ การเผยแพร่ข้อมูลข่าวสาร การประสานผลประโยชน์ช่วยเหลือเกื้อกูลกัน ช่วยให้การเลี้ยงผึ้งของเกษตรกรเป็นระบบ อีกทั้งช่วยให้เกิดแนวทางในการพัฒนาอาชีพการเลี้ยงผึ้งอย่างครบวงจร จนเกิดความยั่งยืนได้ในอนาคต

3) จำนวนแหล่งความรู้ด้านการเลี้ยงไก่ฟองมีผลทางบวกต่อการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีในการเลี้ยงไก่ฟอง สะท้อนให้เห็นว่า หากเกษตรกรมีจำนวนแหล่งความรู้ด้านการเลี้ยงไก่ฟองมากขึ้น การปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีในการเลี้ยงไก่ฟองจะมากกว่าเกษตรกรที่มีจำนวนแหล่งความรู้ด้านการเลี้ยงไก่ฟองน้อย เนื่องจากแหล่งความรู้ด้านการเลี้ยงไก่ฟองจากสื่อต่าง ๆ ซึ่งเกษตรกรสามารถเข้าถึงได้ง่ายและรวดเร็ว ก่อให้เกิดการสะสมเป็นองค์ความรู้หลากหลายด้าน สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการเลี้ยงไก่ฟองของเกษตรกรเอง จึงทำให้

เกษตรกรที่มีจำนวนแหล่งความรู้ด้านการเลี้ยงผึ้งโพรงมาก และเกษตรกรที่มีจำนวนแหล่งความรู้ด้านการเลี้ยงผึ้งโพรงน้อย จะมีการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีในการเลี้ยงผึ้งโพรงแตกต่างกัน สอดคล้องกับ Niramol *et al.* (2021) ที่กล่าวว่า การพัฒนา ฝึกฝน การเพิ่มพูนความรู้ ทักษะแก่ผู้เลี้ยงผึ้งให้เกิดความชำนาญ ย่อมมีผลต่อการบริหารจัดการฟาร์มผึ้งอย่างเหมาะสม

4) จำนวนครั้งการได้รับการอบรมด้านการเลี้ยงผึ้งโพรงมีผลทางบวกต่อการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี ในการเลี้ยงผึ้งโพรง สะท้อนให้เห็นว่า หากเกษตรกรมีจำนวนครั้งการได้รับการอบรมด้านการเลี้ยงผึ้งโพรงมากขึ้น การปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีในการเลี้ยงผึ้งโพรงจะมากกว่าเกษตรกรที่มีจำนวนครั้งการได้รับการอบรมด้านการเลี้ยงผึ้งโพรงน้อย เนื่องจากความรู้เกี่ยวกับการปฏิบัติในการเลี้ยงผึ้งโพรง เป็นความรู้ในด้านเทคนิคเฉพาะที่ต้องอาศัยการสังเกตและการฝึกฝน/ฝึกปฏิบัติจนเกิดความชำนาญ ดังนั้นจำนวนครั้งการได้รับการอบรมด้านการเลี้ยงผึ้งโพรงจึงเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีในการเลี้ยงผึ้งโพรงของเกษตรกร

5) ระดับการศึกษาของเกษตรกร และความรู้ทางการเกษตรที่ดี มีผลทางลบต่อการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีในการเลี้ยงผึ้งโพรง นั่นคือ หากเกษตรกรมีจำนวนปีที่ศึกษามากขึ้น เกษตรกรมีการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีในการเลี้ยงผึ้งโพรงน้อยลง อาจเป็นเพราะเกษตรกรที่มีจำนวนปีที่ศึกษามาก มักมีความเชื่อมั่นเทคนิคหรือวิธีการใหม่ๆ โดยใช้วิธีการปฏิบัติตามคำแนะนำจากการสืบค้นจากแหล่งความรู้ต่าง ๆ ด้วยตนเองแล้วนำมาทดลองปฏิบัติ ซึ่งอาจเป็นแหล่งที่เผยแพร่ความรู้ที่ไม่ถูกต้องตามหลักวิชาการหรือข้อกำหนดมาตรฐานทางการเกษตรที่ดี จึงทำให้จำนวนปีที่ศึกษาส่งผลทางลบต่อการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีในการเลี้ยงผึ้งโพรงของเกษตรกร เช่นเดียวกับกรณีของเกษตรกรที่มีคะแนนความรู้การปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีในการเลี้ยงผึ้งโพรงมาก แต่เกษตรกรมีการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีในการเลี้ยงผึ้งโพรงน้อยลง อาจเนื่องจาก

เกษตรกรทำการศึกษาเทคนิคหรือวิธีการจากแหล่งความรู้ต่าง ๆ จนก่อเกิดเป็นองค์ความรู้ แต่เกษตรกรเลือกปฏิบัติตามวิธีที่ปฏิบัติสืบทอดกันมาเป็นภูมิปัญญา จึงทำให้ความรู้การปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีในการเลี้ยงผึ้งโพรงส่งผลทางลบต่อการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีในการเลี้ยงผึ้งโพรงของเกษตรกร สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Manowanna and Ruth (2017) ที่ทำการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการใช้มาตรฐานฟาร์มผึ้งของเกษตรกรผู้เลี้ยงผึ้งในจังหวัดเชียงใหม่ พบว่าเกษตรกรส่วนใหญ่มีการศึกษาระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ประกอบกับทำฟาร์มเลี้ยงผึ้งสืบทอดกันมาตั้งแต่บรรพบุรุษ ทำให้ยึดติดกับรูปแบบการผลิตแบบดั้งเดิม

ปัญหา และความต้องการของเกษตรกร

พบว่าปัญหาในการเลี้ยงผึ้งโพรงของเกษตรกรคือ ผึ้งโพรงทิ้งรัง/ไม่เข้ารัง และช่องทางการตลาดเกษตรกรต้องการพัฒนาตนเองด้านการแยกรังและย้ายผึ้งโพรงเข้าคอน จากปัญหาและความต้องการของเกษตรกรถือเป็นปัญหาสำคัญในด้านการจัดการการเลี้ยงผึ้งโพรง เพื่อให้ผ่านการรับรองมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี เนื่องจากปัญหาดังกล่าวสอดคล้องทั้งในประเด็นพฤติกรรมของผึ้ง การจัดการรังผึ้ง และประสบการณ์การส่งเสริมความรู้และการปฏิบัติของเกษตรกรนำไปสู่การได้รับรองมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีจึงถือเป็นเรื่องสำคัญที่ภาครัฐควรเร่งปรับปรุง แก้ไข และพัฒนาให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

สรุปผลการวิจัย

เกษตรกรส่วนใหญ่เป็นเพศชาย อายุเกษตรกรเฉลี่ย 52 ปี จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย/ปวส. มีประสบการณ์ในการเลี้ยงผึ้งโพรงเฉลี่ย 4 ปี สมาชิกในครัวเรือนเฉลี่ยจำนวน 4 คน ใช้แรงงานเฉลี่ยจำนวน 2 คน ส่วนใหญ่มีรังเลี้ยงผึ้งโพรงน้อยกว่า 10 รัง/ครัวเรือน รายได้จากการจำหน่ายน้ำผึ้ง เฉลี่ย 5,818.18 บาทต่อปี

จากการจำหน่ายอุปกรณ์และผลิตภัณฑ์แปรรูป เฉลี่ย 11,000 บาทต่อปี เกษตรกรส่วนใหญ่เข้าร่วมกลุ่มทางการเกษตร และไม่ดำรงตำแหน่งทางสังคม เกษตรกรได้รับข่าวสารด้านการเลี้ยงผึ้งโพรงจาก สื่อบุคคลมากที่สุด คือ นักวิชาการส่งเสริมการเกษตร การฝึกอบรมด้านการเลี้ยงผึ้งโพรงเฉลี่ย 4.18 ครั้งต่อคน มีคะแนนความรู้ และการปฏิบัติระดับสูง ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีในการเลี้ยงผึ้งโพรง พบว่า ตัวแปรอิสระ 6 ตัวแปร มีผลต่อการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และสามารถทำนายได้ร้อยละ 37.20 (R^2 Adjusted=37.20) ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์เชิงบวก คือ ประสบการณ์ การเข้าร่วมกลุ่ม จำนวนแหล่งความรู้ และจำนวนครั้งการได้รับอบรมการเลี้ยงผึ้งโพรง ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์เชิงลบ คือ ระดับการศึกษา และความรู้ทางการเกษตรที่ดี และปัญหาด้านการผลิต คือ ผึ้งโพรงทิ้งรัง/ผึ้งโพรงไม่เข้ารัง (\bar{X} =3.41) ปัญหาด้านการจัดการผลผลิต คือ ช่องทางการจำหน่ายผลผลิต/ผลิตภัณฑ์สินค้า (\bar{X} =3.28) เกษตรกรต้องการอบรมการเลี้ยงผึ้งโพรงและการย้ายผึ้งโพรงเข้าคอนมากที่สุด (ร้อยละ 89.44) รองลงมา คือ ตลาดหรือช่องทางในการจำหน่ายผลิตภัณฑ์ (ร้อยละ 88.82)

ข้อเสนอแนะ

เกษตรกร

1) เกษตรกรควรศึกษา และฝึกปฏิบัติเกี่ยวกับวิธีการย้ายผึ้งโพรงเข้าคอน เพื่อปรับเปลี่ยนวิธีการเลี้ยงผึ้งโพรงมาเป็นแบบใช้นวัตกรรม (ใช้คอน) ให้สามารถปฏิบัติได้ตามข้อกำหนด อีกทั้งสามารถเก็บผลผลิตได้มากขึ้นอย่างน้อยปีละ 2-4 ครั้ง (Department of Agricultural Extension, 2018) และเพื่อช่วยในการควบคุมประชากรของผึ้งโพรงได้ง่าย อีกทั้งยังช่วยลดปัญหาการหนีรังของผึ้งโพรง

2) เกษตรกรควรเลี้ยงผึ้งตามมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (GAP) โดยเกษตรกรจะต้องให้ความสำคัญกับการปฏิบัติตามหลักเกณฑ์ทุกข้อกำหนด

เช่น การบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับการเลี้ยงผึ้งโพรง เกษตรกรควรหมั่นบันทึกอยู่เป็นประจำต่อเนื่อง เนื่องจากพบว่า ในปัจจุบันเกษตรกรทั่วไปในภาคใต้นิยมเลี้ยงผึ้งโพรงมากขึ้น เพราะเลี้ยงง่าย และจำหน่ายได้ในราคาสูง ดังนั้นเกษตรกรจึงจำเป็นต้องยกระดับผลิตภัณฑ์ด้วยการรับประกันสินค้าด้วยมาตรฐานสินค้า เพื่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์ในด้านคุณภาพ ทำให้สินค้าเป็นที่น่าเชื่อถือสามารถนำไปจำหน่ายในตลาดหลากหลายเพิ่มขึ้น

3) เกษตรกรควรมีการรวมกลุ่มของผู้เลี้ยงผึ้งโพรงในรูปแบบวิสาหกิจชุมชน เพื่อช่วยสร้างศักยภาพบริหารจัดการมากยิ่งขึ้น รวมถึงมีการสร้างเครือข่ายวิสาหกิจชุมชนเพื่อเปิดโอกาสให้มีการแลกเปลี่ยนความรู้ระหว่างสมาชิกของเครือข่าย เมื่อกลุ่มเข้มแข็ง หรือมีศักยภาพในด้านเงินทุนก็สามารถจ้างสัตวแพทย์เข้ามาดูแลฟาร์มผึ้งโพรงเป็นการเฉพาะได้

หน่วยงานภาครัฐ

การวิจัยพบว่า เกษตรกรมีการปฏิบัติเกี่ยวกับการเลี้ยงผึ้งโพรงอยู่ภายใต้ความดูแลของสัตวแพทย์ อยู่ในระดับน้อย (0.07) ควรดำเนินการดังนี้

1) กรมปศุสัตว์ สำนักงานปศุสัตว์จังหวัด สำนักงานปศุสัตว์อำเภอ ต้องจัดสรรบุคลากรภายใต้สังกัดลงพื้นที่เข้าไปดูแลเกษตรกร เพื่อให้เกษตรกรสามารถดำเนินการได้ตามมาตรฐานที่กำหนด หรือกระจายอำนาจให้เจ้าหน้าที่ที่ไม่ได้มีคุณสมบัติสัตวแพทย์แต่เป็นเจ้าหน้าที่ที่ทำงานอยู่ในสังกัดของสำนักงานปศุสัตว์ให้มีอำนาจหน้าที่ดำเนินการแทนได้ เนื่องจากจากเจ้าหน้าที่ของรัฐในพื้นที่ไม่ได้มีคุณสมบัติทางด้านสัตวแพทย์ ประกอบกับเกษตรกรส่วนใหญ่เป็นเกษตรกรรายย่อย เกษตรกรไม่สามารถจ้างสัตวแพทย์เข้ามาดูแลฟาร์มผึ้งโพรงเสริมเป็นการเฉพาะได้ ซึ่งส่งผลต่อการขอการรับรองมาตรฐานทางการเกษตรที่ดี (GAP)

2) สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ ในฐานะเป็นหน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้องกับการรับรองมาตรฐาน ควรมีการปรับเกณฑ์การขอการรับรอง

บางประเด็นให้เหมาะสมกับแหล่งผลิต เพื่อให้เกษตรกร เข้าถึงการรับรอง เนื่องจากเกณฑ์การประเมินในการขอ การรับรองเป็นการใช้หลักเกณฑ์ร่วมกันกับผึ้งชนิดอื่น ซึ่ง เกษตรกรที่เลี้ยงผึ้งพันธุ์กับเกษตรกรที่เลี้ยงผึ้งโพรงจะมี ขนาดของฟาร์มที่แตกต่างกัน โดยฟาร์มเลี้ยงผึ้งพันธุ์จะเป็น ฟาร์มขนาดใหญ่ ฟาร์มเลี้ยงผึ้งโพรงมักมีขนาดเล็ก และผึ้งโพรงมีความจำเพาะมากกว่าผึ้งพันธุ์ ทำให้ เกษตรกรที่เลี้ยงผึ้งโพรงไม่สามารถปฏิบัติตามมาตรฐาน ทางการเกษตรที่ดีบางประการได้ หรือปฏิบัติได้แต่มี ต้นทุนในการผลิตสูงกว่าแหล่งผลิตอื่น

การพัฒนาหรือส่งเสริมองค์ความรู้ตามความต้องการ ของเกษตรกร

จากผลการวิจัยพบว่าเกษตรกรมีความต้องการ ในการพัฒนาตนเองโดยให้ความสนใจเข้ารับการอบรม ทักษะด้านต่าง ๆ คือ การอบรมการแยกรังผึ้งโพรงและ การย้ายผึ้งโพรงเข้าคอน รองลงมา คือ ตลาดหรือช่องทาง ในการจำหน่ายผลิตภัณฑ์ และความต้องการเพิ่มเติม คือ การอบรมในสถานที่จริงและศึกษาดูงาน ซึ่งถือได้ว่า กิจกรรมต่าง ๆ ที่ เป็นความต้องการของเกษตรกร หาก หน่วยงานที่เกี่ยวข้องมีการทำงานแบบบูรณาการร่วมกัน เช่น สำนักงานเกษตรอำเภอดำเนินการสนับสนุนถ่ายทอด ความรู้โดยจัดหาวิทยากรหรือผู้เชี่ยวชาญ มาถ่ายทอด ความรู้และทดลองฝึกปฏิบัติให้แก่เกษตรกร สำนักงาน พัฒนาชุมชนดำเนินการส่งเสริมการพัฒนาผลิตภัณฑ์และ หาช่องทางการตลาดในการจำหน่ายสินค้าให้แก่เกษตรกร และองค์การบริหารส่วนท้องถิ่นสนับสนุนการศึกษาดูงาน จากแหล่งความรู้ที่ประสบผลสำเร็จในด้านการปฏิบัติทาง การเกษตรที่ดีให้แก่เกษตรกร เป็นต้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอบคุณ ดร.ปองเพชร ธาราสุข ดร.นฤมล พุกกา และดร.ปวีรวิทย์ พิทยาภินันท์ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา ตรวจสอบแก้ไข ให้ข้อเสนอแนะจนงานวิจัยสำเร็จ สมบูรณ์ และขอขอบคุณบิดา มารดา ผู้ให้การสนับสนุน ทางการศึกษา และเป็นต้นแบบของคามวิริยะอุตสาหะ

เอกสารอ้างอิง

- Chantawankun, P. 2018. **Manual of Beekeeping**. 1st edition. Chiang Mai: Chotana Print Company Limited. 65 p. [in Thai]
- Customs Department. 2021. **Report of natural honey export statistics**. [Online]. Available http://www.customs.go.th/report.php?Tab=by_statistic_code (January 21, 2021). [in Thai]
- Department of Agricultural Extension. 2013. **The Body of Knowledge to Increase Production Efficiency to Become Smart Officer: Bees and Economic Insects**. 1st edition. Bangkok: Printing House, Agricultural Cooperative Federation of Thailand, Ltd. 121 p. [in Thai]
- Department of Agricultural Extension. 2017. **Asian honey bee collaborative farming**. [Online]. Available [https://co-Report2.smry.php?Cmd=search&sv_plant_name=Asian+honey+bee+\(Apis+cerana+F.\)](https://co-Report2.smry.php?Cmd=search&sv_plant_name=Asian+honey+bee+(Apis+cerana+F.)) (March 27, 2019). [in Thai]

- Department of Agricultural Extension. 2018. **Asian honey bee**. [Online]. Available [www.aopdb03.doae.go.th/home/wp-content/.../12/Asian honey bee \(*Apis cerana* F\).pdf](http://www.aopdb03.doae.go.th/home/wp-content/.../12/Asian_honey_bee_(Apis_cerana_F).pdf) (March 27, 2019). [in Thai]
- Department of Livestock. 2015. **Livestock good agricultural practices audit and certification guide for officers of the department of livestock development**. [Online]. Available https://pvlo-nak.dld.go.th/service/manual_gap.pdf (February 3, 2019). [in Thai]
- Department of Livestock. 2017. **Information of establishments on accredited good agricultural practices from the department of livestock**. [Online]. Available <http://certify.dld.go.th/certify/index.php/th/2016-05-01-14-50-24/49-2016-05-03-02-34-26/612-miraclebeone> (September 4, 2019). [in Thai]
- Laksana, S., K.B. Bumpen and N. Pornchulee. 2014. The Raising of Asian Honey Bee at Tambon Sa Kaeo, Tha Sala District, Nakhon Si Thammarat Province. pp. 1-10. *In Proceedings of the 4th STOU Graduate Research Conference (Oral)*. Nonthaburi: Sukhothai Thammathirat Open University. [in Thai]
- Manowanna, P and S. Ruth. 2017. Factors affected bee farm standard application of beekeepers in Chiang Mai province. **KHON KAEN AGR. J.** 45(1): 1540-1544.
- National Bureau of Agricultural Commodity and Food Standards. 2016. **National Agricultural Commodity and Food Standard TAS 8200 - 2003 on Good Agricultural Practices for Bee Farms**. Bangkok: National Bureau of Agricultural Commodity and Food Standards.. 12. p. [in Thai]
- Niramol, T., J. Tawee and C. Withilak. 2021. Factors affecting the success of Thai beekeepers in beekeeping. **Journal of Social Science and Buddhist Anthropology** 6(5): 359-377. [in Thai]
- Proranee, M., O. Surin and S. Pasuta. 2020. Value chain analysis of natural beekeeping in forests: a case study of Huay Hin Lat Nai community, Wiang Pa Pao district, Chiang Rai province. **Thai Journal of Forestry** 39(1): 165-175. [in Thai]
- Sampantamit, T., W. Markphan, W. Klawcch, N. Sutummawong and S. Roongtawanrongsri. 2013. Conservation of local wisdom on bees hunting for sustainable utilization: case study at Pra Buddha cave community a boundary between Trang and Nakhon Si Thammarat Province. **Thaksin University Journal** 16(2): 55-66. [in Thai]

แนวทางการพัฒนาของการดำเนินงานกลุ่มวิสาหกิจชุมชนเลี้ยงไก่พื้นเมืองพัทลุง
Guidelines for the Operation of Phatthalung Native Chicken Farming
Community Enterprise

อัครลักษณ์ ราชพลสิทธิ์¹ วันชัย ธรรมสังการ^{2*} สมศักดิ์ ลีลา³ อังคณา ธรรมสังการ⁴

สมฤดี สงวนแก้ว⁵ และจิรัชยา เจียวก⁵

Atsawaluk Ratchapolsit¹, Wanchai Dhammasaccakarn^{2*}, Somsak Lila³

Angkana Dhammasaccakarn⁴, Somruedee Sanguankaew⁵ and Jirachaya Jeawkok⁵

¹คณะศิลปศาสตร์ สถาบันการเรียนรู้เพื่อปวงชน สมุทรสงคราม 75120

²คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ สงขลา 90110

³มหาวิทยาลัยหาดใหญ่ สงขลา 90110

⁴คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา สงขลา 90000

⁵คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี ปัตตานี 94000

¹Faculty of Liberal Arts, Learning Institute for Everyone, Samut Songkhram, Thailand 75120

²Faculty of Liberal Arts, Prince of Songkla University, Hat Yai Campus, Songkhla, Thailand 90110

³Hatyai University, Songkhla, Thailand 90110

⁴Faculty of Management Sciences, Songkhla Rajabhat University, Songkhla, Thailand 90000

⁵Faculty of Humanities and Social Sciences, Prince of Songkla University, Pattani Campus, Pattani, Thailand 94000

*Corresponding author: dhwanchai03@gmail.com

Received: August 14, 2020

Revised: November 06, 2021

Accepted: May 19, 2022

Abstract

This research aimed to study 1) implementation of Phatthalung Native Chicken Community Enterprise group. 2) identifying the operating problems of Phatthalung Native Chicken Farming Community Enterprise group, and 3) proposing a guideline for developing the operational potential of Phatthalung Native Chicken Community Enterprise group of Ban Tak Daet Community, village No. 14, Khuan Maprao Sub-district, Muang Phatthalung District, Phatthalung Province. This study employed a qualitative approaches which included using a case study approach, collecting data from related documents, interviewing from a group of 12 key informants and using participatory observation technique. The operation of Phatthalung Native Chicken Community Enterprise group can be classified into four areas: 1) organizational management 2) production management 3) marketing management, and 4) financial management. There are some problems in organizational management, production management, market management and money management that are still inefficient, can't be totally self-reliant, limitation of product and marketing mechanism that cannot meet the needs of customers. In the future the group should improve by studying, training, and developing an effective model of operation.

Keywords: the operation, community enterprise, native chickens

บทคัดย่อ

การศึกษาค้นคว้ามีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา 1) การดำเนินงานกลุ่มวิสาหกิจชุมชนเลี้ยงไก่พื้นเมืองพัทลุง 2) สภาพปัญหาการดำเนินงานกลุ่มวิสาหกิจชุมชนเลี้ยงไก่พื้นเมืองพัทลุง และ 3) เสนอแนวทางการพัฒนาการดำเนินงานกลุ่มวิสาหกิจชุมชนเลี้ยงไก่พื้นเมืองพัทลุงของชุมชนบ้านตากแดด หมู่ที่ 14 ตำบลควนมะพร้าว อำเภอเมืองพัทลุง จังหวัดพัทลุง ด้วยวิธีเชิงคุณภาพ (Qualitative approach) โดยใช้แนวทางการวิจัยแบบกรณีศึกษา (Case study approach) เป็นการศึกษาจากเอกสารที่เกี่ยวข้องและกลุ่มผู้ให้ข้อมูลสำคัญ (Key informants) จำนวน 12 คน เก็บรวบรวมข้อมูลโดยเทคนิคการสังเกตแบบมีส่วนร่วม (Participatory observation) และการสัมภาษณ์เชิงลึก (In-depth interview) ผลการศึกษาพบว่า การดำเนินงานกลุ่มวิสาหกิจชุมชนเลี้ยงไก่พื้นเมืองพัทลุงสามารถจำแนกออกเป็น 4 ด้าน 1) การจัดการองค์กร 2) การจัดการการผลิต 3) การจัดการการตลาด และ 4) การจัดการการเงิน ซึ่งมีปัญหาที่แตกต่างกัน ทั้งในด้านการจัดการองค์กร การจัดการการผลิต การจัดการการตลาด และการจัดการการเงิน ที่ยังขาดประสิทธิภาพ ไม่สามารถพึ่งพาตนเองได้ทั้งหมด มีข้อจำกัดด้านสินค้า กลไกการตลาดที่ไม่สามารถตอบสนองความต้องการของกลุ่มลูกค้าได้ทั้งหมด ซึ่งกลุ่มควรมีการศึกษาดูงาน ผูกอบรม และพัฒนารูปแบบการดำเนินงานที่มีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: การดำเนินงาน วิสาหกิจชุมชน ไก่พื้นเมือง

คำนำ

ธุรกิจชุมชน หมายถึง กิจกรรมทางเศรษฐกิจของชุมชนมีวัตถุประสงค์และอุดมการณ์เพื่อร่วมกันลงทุนผลิตบริหารจัดการ และร่วมรับผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นจากการดำเนินงาน โดยความสอดคล้องกับสังคม วัฒนธรรม ทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมของชุมชน ซึ่งเป็น

พื้นฐานในการพัฒนาความเป็นอยู่ที่ดีของประชาชนให้สามารถพึ่งตนเองได้ (Donkwa, 2013) กล่าวได้ว่าการประกอบธุรกิจชุมชนนั้นถือเป็นการเปิดโอกาสให้คนในชุมชนได้มีอาชีพ มีรายได้ และก่อให้เกิดการพัฒนาคน ช่วยลดปัญหาทางสังคมเพื่อสร้างชุมชนให้มีความเข้มแข็ง เป็นการพัฒนาสอดคล้องกับวิถีการดำเนินชีวิตของคนในชุมชน ซึ่งภาครัฐและภาคเอกชนได้พยายามสนับสนุนให้กลุ่มชาวบ้านได้มีการแปรรูปผลิตภัณฑ์สินค้าด้านการเกษตร (Chumjit *et al.*, 2014) ทั้งนี้ในช่วงปี พ.ศ. 2540 ประเทศไทยประสบกับปัญหาวิกฤตเศรษฐกิจส่งผลกระทบต่อการดำเนินชีวิตของประชาชนในทุกกลุ่ม ไม่ว่าจะเป็นปัญหาด้านความยากจน การประกอบอาชีพ ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงเป็นที่มาของนโยบายหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ เพื่อสนับสนุนให้เกิดการจัดการภูมิปัญญาท้องถิ่นมาพัฒนาสินค้าของตนเอง (Chaisuk *et al.*, 2016) และนำมาสู่การตราพระราชบัญญัติ คือ พระราชบัญญัติส่งเสริมวิสาหกิจชุมชน พ.ศ. 2548 มีเป้าหมายเพื่อให้มีการส่งเสริมความรู้ และภูมิปัญญาท้องถิ่น การสร้างรายได้ การช่วยเหลือซึ่งกันและกัน การพัฒนาความสามารถในการจัดการ และการพัฒนารูปแบบของวิสาหกิจชุมชน มีผลให้ชุมชนพึ่งตนเองได้และพัฒนาาระบบเศรษฐกิจชุมชนให้มีความเข้มแข็งตลอดจนการพัฒนาเชิงพื้นที่เพื่อกระจายโอกาสเศรษฐกิจให้คนในชุมชนและท้องถิ่น รวมถึงการแบ่งปันผลประโยชน์อย่างเป็นธรรมเพื่อลดความเหลื่อมล้ำทางเศรษฐกิจ (Office of the National Economic and Social Development Council, 2016)

จากเหตุผลดังกล่าวจึงนำมาสู่การก่อเกิดของวิสาหกิจชุมชนกลุ่มเลี้ยงไก่พื้นเมืองของชุมชนบ้านตากแดด หมู่ที่ 14 ตำบลควนมะพร้าว อำเภอเมือง จังหวัดพัทลุง ซึ่งได้มีการก่อตั้งขึ้นเมื่อปี พ.ศ. 2550 และยกระดับจากกลุ่มเป็นวิสาหกิจชุมชนเมื่อปี พ.ศ. 2552 ภายใต้การสนับสนุนของหน่วยงานภาครัฐโดยเฉพาะสำนักงานเกษตรอำเภอเมืองพัทลุง จังหวัดพัทลุง เป็นหน่วยงานแรกที่เข้ามาสนับสนุนการจัดตั้งกลุ่มวิสาหกิจชุมชน นอกจากนี้ก็มีอีกหลายหน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชนที่ได้เข้ามาร่วมกัน

พัฒนากลุ่มวิสาหกิจชุมชนที่ถือได้ว่าเป็นกลุ่มแรกและกลุ่มเดียวของจังหวัดพัทลุงที่ได้มีการขับเคลื่อนและส่งเสริมการเลี้ยงไก่พื้นเมือง สายพันธุ์ไก่คอก่อนแท้ของจังหวัดพัทลุง และด้วยเหตุผลดังกล่าวนี้จึงทำให้มีเกษตรกรจากทั่วประเทศเข้ามาติดต่อเพื่อซื้อสายพันธุ์ไก่ดังกล่าวอย่างไม่ขาดสาย ซึ่งกลุ่มได้มีเป้าหมายหลักคือ เพื่อผลิตลูกไก่สายพันธุ์คอก่อนพัทลุงจัดจำหน่ายแก่หน่วยงานภาครัฐ ภาคเอกชน และเกษตรกรโดยทั่วไป ซึ่งสามารถผลิตได้จำนวน 200-500 ตัวต่อเดือน สร้างรายได้เสริมให้แก่สมาชิกนอกเหนือจากรายได้ประจำ เพราะการจัดตั้งกลุ่มวิสาหกิจชุมชนมีกฎกติกาที่ชัดเจน

นอกจากการผลิตแล้วทางกลุ่มยังได้มีกิจกรรมการอบรมทรัพยากรเพื่อยกระดับการดำเนินงานของกลุ่ม อีกทั้งยังมีการเสริมสร้างกระบวนการจัดการเรียนรู้ผ่านเวทีการประชุม การพบปะพูดคุย และการอบรมสัมมนาอยู่เสมอ แต่ถึงอย่างไรก็ตามจากการลงพื้นที่สังเกต การดำเนินงานกลุ่มก็ยังคงพบว่ากลุ่มยังประสบกับปัญหาด้านการดำเนินงานอยู่บ้าง ไม่ว่าจะเป็นปัญหาด้านการจัดการองค์กร ด้านการผลิตที่มีข้อจำกัดในเงื่อนไขของกลุ่ม ด้านการตลาด และด้านการเงิน

ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาการดำเนินงานกลุ่มวิสาหกิจชุมชนเลี้ยงไก่พื้นเมืองพัทลุงหรือที่เรียกกันว่าไก่คอก่อนพัทลุง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาการดำเนินงานกลุ่มวิสาหกิจชุมชนเลี้ยงไก่พื้นเมืองพัทลุง 2) ศึกษาสภาพปัญหาการดำเนินงานกลุ่มวิสาหกิจชุมชนเลี้ยงไก่พื้นเมืองพัทลุง และ 3) เสนอแนวทางการพัฒนาศักยภาพการดำเนินงานกลุ่มวิสาหกิจชุมชนเลี้ยงไก่พื้นเมืองพัทลุงของชุมชนบ้านตากแดด หมู่ที่ 14 ตำบลควนมะพร้าว อำเภอเมืองพัทลุง จังหวัดพัทลุง

วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยครั้งนี้เป็นงานวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative approach) โดยใช้แนวทางการวิจัยแบบกรณีศึกษา (Case study) เป็นการศึกษาจากเอกสารที่

เกี่ยวข้อง (Document study) และการศึกษาจากกลุ่มบุคคลที่เกี่ยวข้อง โดยใช้วิธีการคัดเลือกกลุ่มผู้ให้ข้อมูลแบบเจาะจง (Purposive selection) เพื่อให้ได้ผู้ที่มีคุณสมบัติที่สามารถให้ข้อมูลตรงและครอบคลุมประเด็นที่ศึกษา จำนวน 12 คน ได้แก่ คณะกรรมการและสมาชิกกลุ่ม 10 คน และเครือข่ายคนเลี้ยงไก่คอก่อน 2 คน มีการรวบรวมข้อมูลทั้งปฐมภูมิและทุติยภูมิ มีการเก็บรวบรวมข้อมูลแบบผสมผสาน ทั้งการศึกษาข้อมูลจากเอกสาร (Document study) การสังเกตแบบมีส่วนร่วม (Participatory observation) การสัมภาษณ์เชิงลึก (In-depth interview) โดยมีขั้นตอนดังนี้ 1) ตั้งประเด็นคำถามการวิจัย 2) ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง 3) ลงพื้นที่สำรวจข้อมูลและการสร้างความสัมพันธ์เบื้องต้น 4) ออกแบบกระบวนการวิจัย 5) ลงพื้นที่ศึกษาข้อมูล 6) ตรวจสอบข้อมูลแบบสามเส้า 7) วิเคราะห์ข้อมูล โดยการจำแนกข้อมูลออกเป็นประเด็น ตีความข้อมูล แล้วนำข้อมูลมาเรียบเรียงด้วยการพรรณนาวิเคราะห์ (Creswell, 2003) ใช้ระยะเวลาในการวิจัยตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2562 ทั้งนี้การวิจัยดังกล่าวมีการพิทักษ์สิทธิ์ผู้ให้ข้อมูล โดยชี้แจงวัตถุประสงค์ของการวิจัยแก่กลุ่มผู้ให้ข้อมูลสำคัญ

ผลการวิจัย

สำหรับผลการวิจัยแนวทางการพัฒนาการดำเนินงานกลุ่มวิสาหกิจชุมชนเลี้ยงไก่พื้นเมืองพัทลุงสามารถจำแนกรายละเอียดจากการค้นพบได้ 3 ประการ ดังนี้

การดำเนินงานกลุ่มวิสาหกิจชุมชนเลี้ยงไก่พื้นเมืองพัทลุง

จากการศึกษาพบว่า กลุ่มวิสาหกิจชุมชนเลี้ยงไก่พื้นเมืองพัทลุงมีการดำเนินงาน 4 ด้าน ดังนี้

1) **ด้านการจัดการองค์กร** เป็นการวางระบบการบริหารจัดการกลุ่ม ซึ่งจะมีการแบ่งออกเป็น 2 ด้าน คือ ด้านโครงสร้างของกลุ่ม และด้านบทบาทหน้าที่ของ

ผู้เข้าร่วมขบวนการกลุ่ม (Figure 1) ดังคำสัมภาษณ์ต่อไปนี้

“...การบริหารจัดการกลุ่ม มีการวางโครงสร้างการทำงาน แบ่งบทบาทหน้าที่ออกเป็น 3 ฝ่าย คือ คณะที่ปรึกษา คณะกรรมการ และสมาชิก แต่ละคน แต่ละฝ่ายก็

จะมีบทบาทของตัวเอง ฝ่ายที่ปรึกษาก็ทำหน้าที่ให้คำปรึกษาตามความเชี่ยวชาญ ฝ่ายกรรมการก็บริหารจัดการ และสมาชิกก็ทำหน้าที่ในการผลิตลูกไก่...” (สมจิต ชูเลื่อน สัมภาษณ์เมื่อวันที่ 23 เมษายน 2562)

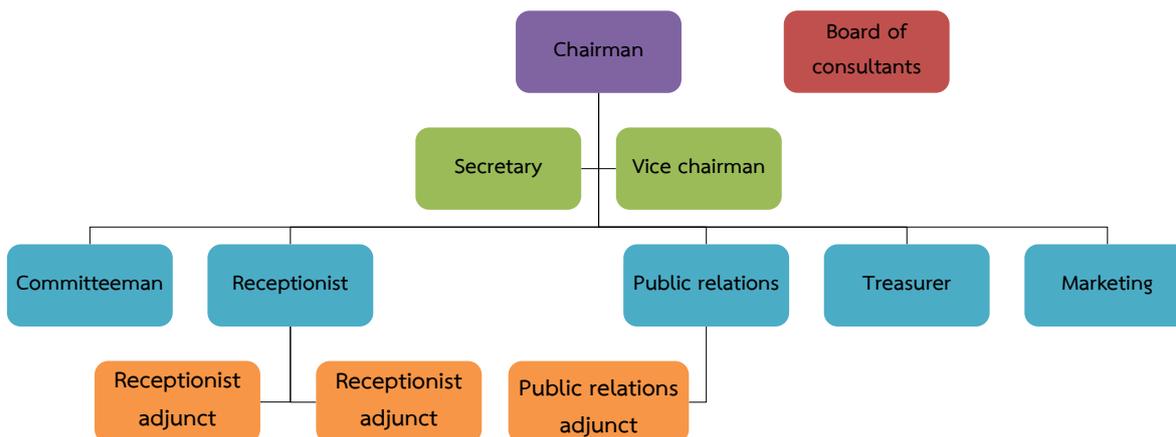


Figure 1 Organization structure of community enterprise group raising Phatthalung native chickens

จาก Figure 1 เห็นได้ว่า บทบาทหน้าที่คณะกรรมการบริหารจัดการกลุ่มจะประกอบด้วย 1) ประธานกลุ่ม ทำหน้าที่ประสานงานกับหน่วยงานภายนอกและสมาชิก พร้อมกับควบคุมการผลิต และการจัดการตลาดให้กับสมาชิกตลอดจนการเสริมสร้างศักยภาพให้แก่สมาชิก 2) รองประธานกลุ่ม เป็นผู้ปฏิบัติหน้าที่แทนประธานกลุ่ม ในขณะที่ประธานกลุ่มไม่อยู่หรือติดภาระหน้าที่ที่อื่น 3) เลขานุการ เป็นผู้รวบรวมลูกไก่จากสมาชิกกลุ่มและติดต่อประสานงานกับหน่วยงานอื่น ๆ ทั้งภายในและภายนอกชุมชน 4) เภรัญญิก เป็นผู้จัดทำบัญชีรายรับ-รายจ่ายของกลุ่ม 5) ฝ่ายการตลาดมีหน้าที่ประสานงานและจัดหาสถานที่จำหน่าย และรับคำสั่งซื้อจากลูกค้าที่มีความสนใจทั้งภายในและภายนอกชุมชน 6) ประชาสัมพันธ์ เป็นบุคคลที่คอยประชาสัมพันธ์ข้อมูลข่าวสารของกลุ่ม 7) ผู้ช่วยประชาสัมพันธ์ ทำหน้าที่ช่วยงานฝ่ายประชาสัมพันธ์เพื่อจำหน่ายสินค้า 8) ปฏิคม

ทำหน้าที่รับรองสมาชิกและแขกผู้เข้ามาเยี่ยมกลุ่ม หรือลูกค้าที่เข้ามาติดต่อเพื่อซื้อผลิตภัณฑ์ของกลุ่ม 9) ผู้ช่วยปฏิคม ทำหน้าที่ช่วยเหลืองานฝ่ายปฏิคมรับรองสมาชิกและแขกผู้เข้ามาเยี่ยมกลุ่ม หรือ ลูกค้าที่เข้ามาติดต่อเพื่อซื้อผลิตภัณฑ์ของกลุ่ม 10) กรรมการ มีบทบาทหน้าที่ในการสนับสนุนกิจกรรมของกลุ่ม ให้การช่วยเหลือสมาชิก 11) สมาชิก ทำหน้าที่ผลิตลูกไก่ และไก่ขุนส่งมายังกลุ่ม และ 12) คณะกรรมการที่ปรึกษา มีบทบาทหน้าที่ในการสนับสนุนกิจกรรมของกลุ่มภายใต้ความรู้ความเชี่ยวชาญของแต่ละบุคคล

2) **ด้านการจัดการการผลิต** เป็นการวางระบบการผลิตของกลุ่มซึ่งสามารถจำแนกการจัดการออกเป็น 5 ด้าน ได้แก่ แผนงาน เวลา สถานที่ แรงงาน และกระบวนการดำเนินงาน (Figure 2) ดังคำสัมภาษณ์ต่อไปนี้

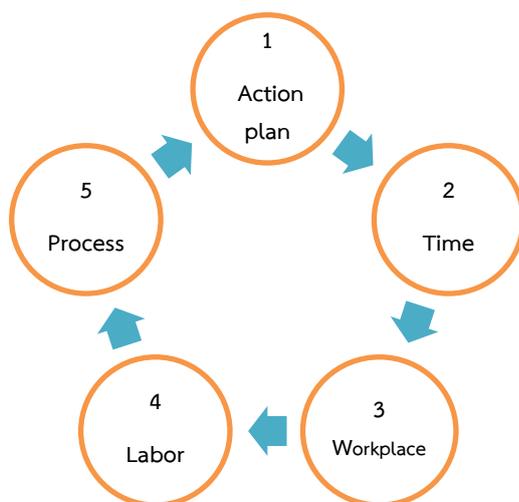


Figure 2 Product operation of community enterprise group raising Phatthalung native chickens

“...ในแต่ละปีเราจะมีการประชุมวางแผนร่วมกันว่าจะยกระดับมาตรฐานการผลิตไปในทิศทางไหน แต่ละเดือนเราทำอะไร ยอดขายเดือนไหนดี เดือนไหนไม่ดี ก็คุยกัน...” (สมจิต ชูเลื่อน สัมภาษณ์เมื่อวันที่ 23 เมษายน 2562)

การผลิตเป็นการร่วมกันวางแผนโดยจะมีการจัดประชุมเป็นประจำทุกปีเพื่อเตรียมความพร้อมสำหรับการผลิตลูกไก่ ไก่บ้านขุน ทั้งนี้จะเป็นการวิเคราะห์สถานการณ์ด้านราคา กลไกของการตลาด และมีการกำหนดราคาลูกไก่ร่วมกัน โดยการผลิตลูกไก่ก่อนเพื่อจัดจำหน่ายนั้นจะมีระยะเวลาในรอบปีจำนวน 10 เดือนคือ ตั้งแต่เดือนมกราคมถึง เดือนตุลาคม เพียงเท่านั้น เพราะในช่วงเวลาดังกล่าวตามฤดูกาลของภาคใต้จะมีอากาศที่เหมาะสมคือ อยู่ในช่วงฤดูแล้ง มีภัยคุกคามต่อการผลิตลูกไคน้อย ส่วน 2 เดือนที่เหลือคือ พฤศจิกายน ถึง ธันวาคม ภายใต้มันจะหยุดการผลิตเพื่อพักฟื้นพ่อแม่พันธุ์ไก่ ประกอบกับช่วงเวลาดังกล่าวอยู่ในช่วงฤดูฝน และไม่เหมาะสมต่อการผลิตลูกไก่

การผลิตจะใช้บริเวณบ้านของสมาชิกที่ตั้งอยู่ในละแวกชุมชนเป็นสถานที่ในการผลิตลูกไก่ และใช้สถานที่บริเวณบ้านของประธานกลุ่มเป็นที่ทำการกลุ่ม ไว้สำหรับเป็นที่ประสานงาน ส่วนแรงงานการฟักลูกไก่ การอนุบาลลูกไก่ การพัฒนาพ่อแม่พันธุ์ และการผลิตไข่ไก่เพื่อเตรียมฟัก มาจากสมาชิกกลุ่มซึ่งถือเป็นแรงงานหลักในการร่วมกัน

ผลิตลูกไก่ โดยสมาชิกทำหน้าที่ผลิตไข่และส่งไข่มายังกลุ่มเพื่อทำการฟัก จากนั้นสมาชิกก็นำลูกไก่กลับไปอนุบาลต่อ และจะนำลูกไก่มาส่งที่กลุ่มเมื่อมียอดส่งจองลูกไก่ ซึ่งประธานจะทำหน้าที่ตรวจสอบคุณภาพของลูกไก่เป็นประจำคือ ลูกไก่จะต้องมีความสมบูรณ์ มีการฉีดหรือหยอดวัคซีนป้องกันโรคตามขั้นตอนการทำวัคซีนในสัตว์ปีก ซึ่งได้รับการฝึกอบรมจากเจ้าหน้าที่ด้านปศุสัตว์ของจังหวัด มีกระบวนการที่สำคัญ 2 ระยะเวลาคือ 1) ระยะเวลาเตรียมความพร้อมได้แก่ (1) เตรียมสถานที่เลี้ยงที่เหมาะสม ไม่มีน้ำท่วมขังเป็นที่เนินสูง (2) เตรียมพ่อแม่พันธุ์ไก่ (3) เตรียมอาหารที่มีคุณภาพและสามารถลดต้นทุนได้ ซึ่งเป็นการผสมระหว่างหัวอาหารและวัสดุที่มีอยู่ในท้องถิ่น (4) เตรียมยารักษาโรคตามคู่มือการเลี้ยงไก่พื้นเมือง เพื่อเตรียมความพร้อมรับมือกับสถานการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น และ (5) เตรียมคอกอนุบาลลูกไก่ และ 2) ระยะเวลาปฏิบัติการผลิต ได้แก่ (1) นำพ่อแม่พันธุ์ 1 ตัว ต่อแม่พันธุ์ 3-5 ตัว ปลอ่ยในบริเวณโรงเรือนที่จัดเตรียมไว้ (2) เตรียมรังเพื่อให้แม่ไก่ได้ไข่ (3) นำไข่ที่ได้ไปฟักกับเครื่องฟักไข่ที่กลุ่ม (4) นำลูกไก่ที่ฟักเสร็จแล้วมาอนุบาล และ (5) ฉีดหรือหยอดวัคซีนป้องกันโรค

3) ด้านการจัดการการตลาด เป็นการวางระบบการจัดการจำหน่ายสินค้าของกลุ่มซึ่งประกอบด้วย การตั้งราคาสินค้า และการจำหน่ายสินค้า (Table 1) จากตาราง

จะเห็นได้ว่าการตั้งราคาลูกไก่จะมีความแตกต่างกันซึ่งได้มีการคำนวณต้นทุนการผลิต คือ การพิจารณาถึงระยะเวลา การเลี้ยง ค่าอาหาร ค่ายารักษาโรค ค่าบริหารจัดการ และอื่น ๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างการผลิตลูกไก่โดยมีการปรึกษาหารือร่วมกันกับสมาชิกกลุ่มและได้ข้อสรุปการกำหนดราคาต่อลูกไก่หนึ่งตัว ทั้งนี้กลุ่มจะมีการจัดจำหน่ายตามคำสั่งซื้อของลูกค้า โดยกลุ่มจะมีลูกค้าผู้รับซื้อขาประจำ ได้แก่ โครงการของหน่วยงานภาครัฐที่มี

ความเกี่ยวข้องกับภาครัฐ พ่อค้า และนอกจากนี้ก็มีเกษตรกรที่สนใจเลี้ยงไก่พื้นเมืองมาศึกษาดูงานและสนใจซื้อ ซึ่งจะเป็นรูปแบบการจัดการตลาดเชิงตั้งรับ เป็นลูกค้าเฉพาะกลุ่มที่มีความสนใจ โดยส่วนใหญ่จะมีการรับรู้ข้อมูลข่าวสารผ่านสื่อภายนอกไม่ว่าจะเป็นสื่อของภาครัฐที่เข้ามาประชาสัมพันธ์ข้อมูลข่าวสารของกลุ่มโดยช่องทาง การสื่อสารผ่านสื่อออนไลน์ เช่น ยูทูบ (YouTube) เว็บไซต์ และเฟซบุ๊ก เป็นต้น

Table 1 The distribution model price setting and distribution setting Phatthalung native chickens

No.	Span of Age (week)	Price and description (Baht)		The distribution model		
		Naked neck	Naked neck hybrid	Government Agency	Merchant	General Public
1	1	35	30	✓	✓	✓
2	2	40	35	✓	✓	✓
3	3	45	40	✓	✓	✓
4	4	50	45	✓	✓	✓
5	5	55	50	✓	✓	✓

4) ด้านการจัดการการเงิน ได้แก่ 1) แหล่งเงินทุน ทางกลุ่มได้รับการสนับสนุนจากหน่วยงานภาครัฐ ทั้งนี้ภายหลังจากการจำหน่ายลูกไก่ได้แล้วก็มีการเก็บเงินร้อยละ 3 บาท ของราคาลูกไก่ที่ขายได้เพื่อนำเงินส่วนนั้นมาไว้เป็นกองทุนสำหรับการบริหารจัดการกลุ่ม นอกจากนี้ในแต่ละเดือนก็จะมีการรับฝากเงินเพื่อส่งเสริมให้สมาชิกได้เก็บออมเงินเพื่อไว้ลงทุนในการพัฒนากิจกรรมการเลี้ยงไก่พื้นเมือง นอกจากนี้แล้วก็มีการปล่อยสินเชื่อให้แก่สมาชิกกลุ่มและนำดอกเบี้ยยที่ได้จากการปล่อยสินเชื่อมาเป็นเงินทุนสำหรับการบริหารจัดการกิจกรรมของกลุ่ม 2) การจัดทำบัญชี กลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลุ่มเลี้ยงไก่พื้นเมืองได้มีการจัดทำรายรับ-รายจ่าย โดยการจดบันทึกลงสมุด ซึ่งเป็นแบบฟอร์มที่คณะกรรมการพัฒนาขึ้นมาเอง เนื่องจากยังไม่มีแบบฟอร์มที่จะต้องนำเงินไปลงทุนซื้อ

คอมพิวเตอร์มาเป็นเครื่องบันทึกข้อมูล ทั้งนี้การจดบันทึกข้อมูลดังกล่าวจัดทำด้วยคุณธรรม เน้นความซื่อสัตย์ โปร่งใส และตรวจสอบได้

สภาพปัญหาการดำเนินงานกลุ่มวิสาหกิจชุมชนเลี้ยงไก่พื้นเมืองพัทลุง

จากการศึกษาพบว่า กลุ่มมีสภาพปัญหาการดำเนินงาน 3 ด้าน ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1) ด้านการจัดองค์กร พบว่า การดำเนินงานของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลุ่มเลี้ยงไก่พื้นเมือง มีสมาชิกลดลงเนื่องด้วยสมาชิกมีอายุมากขึ้น ซึ่งหากขาดการสืบทอดกิจกรรมการดำเนินงานของกลุ่มจากคนรุ่นใหม่ก็อาจจะทำให้กลุ่มถูกลดประสิทธิภาพการดำเนินงานได้ สืบเนื่องสังคมยุคปัจจุบันมุ่งเน้นการทำงานผ่านระบบเทคโนโลยีที่มี

ความสะดวกรวดเร็ว นอกจากด้านบุคลากรก็ยังมีประเด็น การจัดวางคณะกรรมการซึ่งอำนาจส่วนใหญ่จะอยู่ที่ ประธานกลุ่ม ดังคำกล่าวต่อไปนี้

“...ถ้าหากกล่าวถึงปัญหาตอนนี้คือเราขาดคน รุ่นใหม่ที่เข้ามาสานต่อกิจกรรมกลุ่ม เพราะคนรุ่นใหม่ไม่ไปทำงานนอกชุมชน...” (สมจิต ชูเลื่อน สัมภาษณ์เมื่อวันที่ 23 เมษายน 2562)

“...กลุ่มมีอำนาจอยู่ที่ประธานคนเดียว ลองสังเกตดู เราจะเห็นว่าตอนที่เราไปติดต่อกับกลุ่มไม่ว่าจะทำอะไรก็มีประธานกลุ่มดำเนินการเองเป็นส่วนใหญ่...” (นิรันทร หนูสุวรรณ สัมภาษณ์เมื่อวันที่ 30 มีนาคม 2562)

2) ด้านการจัดการการผลิต พบว่า 1) กลุ่มไม่สามารถผลิตลูกไก่ได้ตามความต้องการของลูกค้า 2) กลุ่มไม่สามารถผลิตอาหารลูกไก่เองได้ จำเป็นต้องพึ่งพาอาหารตามท้องตลาด 3) กลุ่มมีผลิตภัณฑ์ที่ไม่มีความหลากหลาย มีเพียงลูกไก่ ไก่ขุน และพ่อแม่พันธุ์ไก่ และ (4) กลุ่มไม่สามารถผลิตยารักษาโรคไก่เองได้ มีการพึ่งพาจากภาครัฐเท่านั้น ดังคำกล่าวต่อไปนี้

“...ส่วนใหญ่จะทำได้แค่ผลิตลูกไก่ กับพ่อแม่พันธุ์เพียงบางส่วน...” (นิรันทร หนูสุวรรณ สัมภาษณ์เมื่อวันที่ 30 มีนาคม 2562)

“...อาหารเรายังต้องพึ่งอาหารจากตลาดอยู่บ้าง บางส่วน ไม่สามารถผลิตได้เองทั้งหมด...” (สมจิต ชูเลื่อน สัมภาษณ์เมื่อวันที่ 23 เมษายน 2562)

3) ด้านการจัดการการตลาด พบว่า 1) ราคาการจัดจำหน่ายสูงกว่าลูกไก่พื้นเมืองในท้องตลาดโดยทั่วไป 2) การประชาสัมพันธ์ข้อมูลโดยส่วนใหญ่จะเป็นการประชาสัมพันธ์ผ่านภาครัฐ 3) รูปแบบการขายเป็นการขายแบบตั้งรับโดยเน้นให้กลุ่มลูกค้ามาติดต่อขอรับซื้อไก่ที่กลุ่มเอง ดังคำกล่าวต่อไปนี้

“...กลุ่มอยู่ได้เพราะการมีภาครัฐหนุนเสริมมากกว่าการยืนได้ด้วยตนเอง ตลาดสินค้าโดยส่วนใหญ่ขึ้นอยู่กับภาครัฐ...” (เกษม ขวัญศรี สัมภาษณ์เมื่อวันที่ 15 มีนาคม 2562)

“...เราไม่ได้ทำการตลาดแบบเชิงรุก เน้นขายกันเองตามคนที่สนใจและเข้ามาหากกลุ่ม ไม่เหมือนกับการทำธุรกิจ...” (ลักขณา นุญสรณ์ สัมภาษณ์เมื่อวันที่ 27 เมษายน 2562)

แนวทางการพัฒนาศักยภาพการดำเนินงานกลุ่มวิสาหกิจชุมชนเลี้ยงไก่พื้นเมืองพัทลุง

จากการศึกษาพบว่า กลุ่มมีแนวทางการพัฒนาศักยภาพการดำเนินงาน 3 ด้าน ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1) ด้านการจัดการองค์กร ควรมีการส่งเสริมและฝึกอบรมให้ความรู้แก่เด็กและเยาวชนในชุมชนเกี่ยวกับการเลี้ยงไก่พื้นเมืองเพื่อให้เด็กและเยาวชนได้มีการสืบทอดและพัฒนาภูมิปัญญาการเลี้ยงไก่พื้นเมืองในอนาคต มีการพัฒนาโครงสร้างการบริหารจัดการเงินค่าตอบแทนสำหรับคณะทำงานเพื่อกระตุ้นการขับเคลื่อนกิจกรรมของกลุ่ม และมีการสร้างกระบวนการมีส่วนร่วมในการบริหารจัดการกลุ่มแบบแนวราบ ดังคำกล่าวต่อไปนี้

“...ต่อไปถ้าจะให้กลุ่มพัฒนาต้องมีค่าตอบแทน เพราะหนี้ความจริงไม่ได้ว่าการดำเนินชีวิตในปัจจุบันต้องมีค่าใช้จ่าย...” (ศิริวรรณ กลีบทอง สัมภาษณ์เมื่อวันที่ 25 เมษายน 2562)

“...ต้องสร้างคนรุ่นใหม่ ให้เขาเห็นคุณค่าของกลุ่ม ภูมิปัญญาชาวบ้านตรงนี้ต่อไป พาเขาอบรมให้ความรู้...” (จรรยา วัชช่วย สัมภาษณ์เมื่อวันที่ 26 เมษายน 2562)

2) ด้านการจัดการการผลิต ควรวางแผนและพัฒนาารูปแบบการผลิตที่สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้ มีการคิดค้นสูตรอาหารบนพื้นฐานของทรัพยากรที่มีอยู่ในชุมชนเพื่อเพิ่มผลิตภัณฑของกลุ่ม มีการเพิ่มผลิตภัณฑของกลุ่มให้มีความหลากหลาย ได้แก่ อาหารไก่ วัสดุอุปกรณ์การเลี้ยงไก่ ยารักษาโรค พ่อ แม่ พันธุ์ไก่ ไก่สดแปรรูป และรูปแบบกิจกรรมการบริการ เช่น การรับทำอาหารในงานเลี้ยงต่าง ๆ ดังคำกล่าวต่อไปนี้

“...เราน่าจะมีการพัฒนาผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้นจากเดิม เพื่อให้รองรับกับการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น ทำได้สดแปรรูป ทำร้านค้า...” (สมจิต ชูเลื่อน สัมภาษณ์เมื่อวันที่ 23 เมษายน 2562)

“...ต่อไปคิดว่าเราต้องไปหาที่เปิดร้านเหมือนซูเปอร์มาเก็ตในตัวเมือง...” (สุทัศน์ จายพันธ์ สัมภาษณ์เมื่อวันที่ 23 เมษายน 2562)

3) ด้านการจัดการการตลาด ควรมีรูปแบบการจัดจำหน่ายที่หลากหลาย ผ่านระบบออนไลน์ การจำหน่ายในรูปแบบการฝากขายกับร้านค้าการเกษตรทั่วไป มีการประชาสัมพันธ์ผ่านช่องทางต่าง ๆ สร้างระบบเครือข่ายการจัดจำหน่ายลูกไก่และผลิตภัณฑ์ของกลุ่ม มีการสำรวจราคาลูกไก่พื้นเมืองโดยทั่วไปเพื่อสร้างมาตรฐานการจัดจำหน่ายที่มีความเหมาะสมแก่ท้องตลาดโดยทั่วไป

“...คือมันต้องทำการค้าออนไลน์ เพราะเรามีบริษัทขนส่งมาก เน้นการบริการส่งถึงที่...” (เจือ จันทร์ชู สัมภาษณ์เมื่อวันที่ 23 เมษายน 2562)

“...เพิ่มช่องทางการขายให้มากขึ้นไม่ว่าจะเป็นการขายออนไลน์ การขายตามร้านค้า ในตลาดนัดทั่วไป ร้านอาหาร...” (จรรยา วิ่งช่วย สัมภาษณ์เมื่อวันที่ 23 เมษายน 2562)

วิจารณ์ผลการวิจัย

การดำเนินงานกลุ่มวิสาหกิจชุมชนเลี้ยงไก่พื้นเมืองพัทลุง

จากการศึกษาพบว่า กลุ่มวิสาหกิจชุมชนเลี้ยงไก่พื้นเมืองพัทลุงมีการดำเนินงาน (1) ด้านการจัดการองค์กร มีการวางโครงสร้างคณะกรรมการ 2 ชุด คือ คณะกรรมการ และคณะที่ปรึกษา (2) ด้านจัดการการผลิต มีระบบการดำเนินงาน 5 ด้าน ได้แก่ แผนงาน เวลา สถานที่ แรงงาน และกระบวนการดำเนินงาน (3) ด้านการจัดการการตลาด มีการร่วมกันกำหนดราคาและจัดจำหน่ายกับกลุ่มหน่วยงานภาครัฐ พ่อค้า และชาวบ้าน และ (4) การจัดการการเงิน มีการรับทุนสนับสนุนจากภาครัฐ การระดม

ทุนจากสมาชิก และกำไรจากการขายเป็นทุนหมุนเวียน มีการจัดทำระบบบัญชี กิจกรรมการออมทรัพย์ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดวิสาหกิจชุมชนของ Office of the Secretary of the Community Business Promotion Committee (2005) อธิบายว่า วิสาหกิจชุมชนเป็นกิจการของชุมชนเกี่ยวกับการผลิตสินค้าการให้บริการหรือการอื่น ๆ ที่ดำเนินการโดยคณะบุคคลที่มีความผูกพันมีวิถีชีวิตร่วมกัน และรวมตัวกันประกอบกิจการดังกล่าว ไม่ว่าจะป็นนิติบุคคลในรูปแบบใดหรือไม่เป็นนิติบุคคลเพื่อสร้างรายได้ และเพื่อการพึ่งพาตนเองของครอบครัว ชุมชนและระหว่างชุมชน ทั้งนี้ยังมีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ Chaisuk et al. (2016) ศึกษาการจัดการกลุ่มวิสาหกิจชุมชนพบว่า กลุ่มมีการดำเนินงาน ด้านการจัดการด้วยการรวมตัวกันจดทะเบียนเป็นวิสาหกิจชุมชนดำเนินการผลิตไม่กวาด และจะได้รับการสนับสนุนการพัฒนาศักยภาพอยู่เสมอ ตลอดจนการสนับสนุนงบประมาณ แหล่งเงินทุนจากองค์การบริหารส่วนตำบลสงวนทรัพย์ โครงการอยู่ดีมีสุขของธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร งบประมาณ CEO. เพื่อดำเนินกิจกรรม เช่นเดียวกับการรายงานของ Kasetbua and Namsawat (2013); Siriniran and Lhaichoo (2005); Naveekhan (2000); Srisurapol and Sripokangkul (2017) สรุปได้ว่า การจัดการกลุ่มองค์กรนั้นมีความจำเป็นต้องกำหนดเป้าหมายวัตถุประสงค์ นโยบายการดำเนินงานอย่างชัดเจน ทั้งในลักษณะของการจัดการแผนงาน การจัดการเงินทุนหมุนเวียน การจัดการผลิต การจัดการตลาด ที่นำไปสู่ความสำเร็จของการดำเนินงานกลุ่มและเป็นที่พึงพอใจต่อสมาชิกกลุ่มและลูกค้าผู้รับบริการจากกลุ่ม นอกจากนี้ Pachprasearth (1999) ยังกล่าวว่าปัจจัยสำคัญประการหนึ่งที่จะช่วยให้กลุ่มดำเนินงานประสบความสำเร็จได้นั้นคือ ปัจจัยด้านวัตถุดิบ การผลิตที่ราคาไม่สูงมากนัก รวมถึงการมีชุดความรู้ ประสบการณ์ และทักษะของผู้ผลิตทำให้สามารถปรับปรุงคุณภาพได้ ทั้งต้นทุนที่ไม่สูง และคุณภาพมาตรฐานจะสร้างศักยภาพของการแข่งขันในตลาดได้ดี

สภาพปัญหาการดำเนินงานกลุ่มวิสาหกิจชุมชนเลี้ยงไก่พื้นเมืองพัทลุง

จากการศึกษาพบว่า กลุ่มวิสาหกิจชุมชนเลี้ยงไก่พื้นเมืองพัทลุงมีสภาพปัญหาการดำเนินงาน ดังนี้

1) **ด้านการจัดการองค์กร** มีจำนวนสมาชิกลดลงขาดช่วงต่อการสืบทอดกิจกรรมเพราะสมาชิกกลุ่มส่วนใหญ่เป็นผู้สูงอายุ การขับเคลื่อนกิจกรรมโดยส่วนใหญ่จะขึ้นอยู่กับประธานกลุ่มเพียงคนเดียวไม่ว่าจะเป็นการบริหารจัดการสถานที่ การจัดการตลาด การควบคุมการผลิตซึ่งไม่สอดคล้องกับงานวิจัยของ Charoenmoon *et al.* (2015) พบว่า เกษตรกรผู้เลี้ยงไก่พื้นเมืองมีปัญหาด้านการรวมกลุ่ม จากการรวบรวมปัญหาของเกษตรกร พบว่า เกษตรกรบางรายขาดความรู้ความเข้าใจในการจัดตั้งกลุ่ม ทั้งนี้อาจจะเนื่องมาจากเกษตรกรบางรายมีภาระงานในแต่ละวันค่อนข้างมากจึงให้เหตุผลว่าไม่ค่อยมีเวลาที่จะมารวมกลุ่ม พร้อมทั้งยังมีเกษตรกรบางส่วน ที่เลี้ยงไก่อยู่ในวัยสูงอายุ ซึ่งเป็นวัยที่ยากเลี้ยงไก่อยู่กับบ้านและไม่อยากที่จะร่วมกิจกรรมกับกลุ่ม ซึ่งเกษตรกรส่วนนี้ขาดความรู้ความเข้าใจในเรื่องการจัดการกลุ่ม อาทิ การจัดตั้งคณะกรรมการกลุ่ม การกำหนดระเบียบข้อบังคับภายในกลุ่ม การแบ่งปันผลประโยชน์ภายในกลุ่ม การจัดตั้งกองทุนกลุ่ม และการระดมความคิดเห็นแก้ไขปัญหาาร่วมกัน ฯลฯ เช่นเดียวกับงานวิจัยของ Chaisuk *et al.* (2016) พบว่า ปัญหาวิสาหกิจชุมชนของกลุ่มไม้กวาดดอกแก้วด้านการจัดการองค์กร ขาดผู้นำที่มีความรู้ ความสามารถด้านการประสานงานและการหาตลาด ขาดการส่งเสริมและสนับสนุนจากภาครัฐ และวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตส่งผลข้างเคียงต่อระบบสุขภาพของแรงงานที่ทำการผลิต เช่นเดียวกับ Boonvut (2015) พบว่า ปัญหาการจัดการธุรกิจของกลุ่มวิสาหกิจประการหนึ่ง คือ บุคลากรขาดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการดำเนินงานธุรกิจ มีรูปแบบบัญชีที่กำหนดจากหน่วยงานภาครัฐที่แตกต่างกัน วิธีการเก็บเอกสาร ใช้เอกสารหลายเล่ม และไม่มีการระบุเลขในสมุดใบสำคัญรับเงิน ทำให้ไม่มีระบบการควบคุมการเงินที่ดี

2) **ด้านการจัดการการผลิต** ไม่สามารถผลิตลูกไก่ตามความต้องการของลูกค้า ไม่สามารถผลิตอาหารและยารักษาโรคลูกไก่เองได้ ขาดผลิตภัณฑ์ที่มีความหลากหลาย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Charoenmoon *et al.* (2015) พบว่า ปัญหาอย่างหนึ่งของเกษตรกรคือข้อจำกัดด้านการผลิตโดยเฉพาะด้านอาหารสัตว์ จากการรวบรวมปัญหาของเกษตรกร พบว่า อาหารและวัตถุดิบอาหารไก่ตามท้องตลาด มีราคาค่อนข้างแพง เกษตรกรไม่มีการจัดการด้านอาหารทำให้ต้นทุนการเลี้ยงเพิ่มขึ้น ทั้งนี้อาจเนื่องจากอาหารจากธรรมชาติมีค่อนข้างจำกัดซึ่งเป็นผลมาจากปัญหาทางอุทกภัย จึงทำให้เกษตรกรประสบปัญหาทางด้านนี้ อีกทั้งปัญหาด้านสุขภาพ/โรค จากการรวบรวมปัญหาของเกษตรกร พบว่า เกษตรกรบางรายยังขาดความรู้ความเข้าใจในเรื่องโรค การจัดการโรค และการให้วัคซีนของไก่ ทั้งนี้อาจจะเนื่องมาจากเกษตรกรบางรายมีภาระงานในแต่ละวันมากอยู่แล้วจึงให้ความสนใจและเอาใจใส่ในการเลี้ยงไคน้อย ซึ่งเลี้ยงไก่แบบปล่อยปลະละเลย ไม่สนใจดูแลรักษาตลอดจนเกษตรกรยังขาดความรู้ความเข้าใจในเรื่องโรคและการจัดการโรค อีกทั้งกระบวนการผลิตที่พึ่งพาอาศัยทุนภายนอกมาเป็นผู้กำหนดกระบวนการดำเนินงาน จึงทำให้กระบวนการผลิตไม่สามารถพึ่งตนเองได้และต้องทำตามกติกาของกลุ่มพ่อค้า กลุ่มไม่มีความเป็นอิสระในการทำงาน เกิดการผูกขาดทางการค้าของบริษัทเอกชนที่เข้ามาทำการค้ากับชาวบ้านโดยการนำสินค้ามาขายให้ชาวบ้าน ซึ่งมีเงื่อนไขมากที่จะต้องทำตาม นับตั้งแต่การเริ่มกระบวนการผลิตตลอดจนการจัดการเรื่องการตลาด กลุ่มชาวบ้านจะถูกควบคุมโดยกลุ่มทุน (Thaimthong and Narot, 2018; Srisurapol and Sripokangkul, 2017; Slinkhachon, 2015) และยังขาดการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่

3) **ด้านการจัดการการตลาด** ราคาการจัดจำหน่ายสูงกว่าลูกไก่พื้นเมืองในท้องตลาดโดยทั่วไป การประชาสัมพันธ์ ข้อมูลโดยส่วนใหญ่ จะเป็นการประชาสัมพันธ์ผ่านภาครัฐ มีการขายแบบตั้งรับ ซึ่งมีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ Saenkhunthow *et al.* (n.d.)

พบว่า ระบบการตลาดโก๋พื้นเมืองในพื้นที่จังหวัดมหาสารคาม เป็นตลาดที่มีการซื้อขายกันเองในชุมชน ผู้ผลิตเป็นเกษตรกรรายย่อย มีวัตถุประสงค์ในการเลี้ยงไว้เพื่อบริโภคภายในครัวเรือน จึงขาดความเอาใจใส่ในการอนุบาล การสุขาภิบาล การจัดการด้านอาหาร และการวางแผนการผลิต จึงทำให้ประสิทธิภาพการผลิตต่ำ ผลผลิตมีปริมาณและคุณภาพไม่แน่นอน

แนวทางการพัฒนาการดำเนินงานกลุ่มวิสาหกิจชุมชนเลี้ยงโก๋พื้นเมืองพัทลุง

จากการศึกษาพบว่า กลุ่มวิสาหกิจชุมชนเลี้ยงโก๋พื้นเมืองพัทลุงมีแนวทางการพัฒนาศักยภาพการดำเนินงาน ดังนี้

1) **ด้านการจัดการองค์กร** โดยกลุ่มจะต้องมีการพัฒนาระบบการจัดการเรียนรู้เพื่อสร้างบุคลากรรุ่นใหม่ พัฒนาโครงสร้างเงินค่าตอบแทน และสร้างกระบวนการมีส่วนร่วมในการทำงานแบบแนวราบ ทั้งนี้แนวทางการพัฒนากลุ่มองค์กรชุมชน กลุ่มควรได้รับการส่งเสริมการพัฒนาศักยภาพของคณะกรรมการบริหารกลุ่ม และสมาชิกกลุ่มให้เข้าใจบทบาทหน้าที่ของตนเอง เข้าใจเป้าหมายร่วม ตลอดจนการศึกษาดูงาน และการแข่งขันทักษะการทำงาน ควรมีการพัฒนาองค์ความรู้ด้านการแปรรูปผลิตภัณฑ์ของกลุ่มเพื่อสร้างความเป็นเอกลักษณ์และเพิ่มโอกาสในการเข้าถึงกลุ่มลูกค้าที่มีความหลากหลาย (Kanchanachitra, 1997; Thaimthong and Narot, 2018; Techakhod *et al.*, 2020) และควรประสานงานกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องมาสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับการแก้ไขปัญหาเรื่องราคาผลิตภัณฑ์ของกลุ่ม ตลอดจนสร้างเครือข่ายการแลกเปลี่ยนเรียนรู้

2) **ด้านการจัดการการผลิต** กลุ่มจะต้องมีแผนงานการพัฒนากระบวนการเลี้ยงโก๋แบบพึ่งตนเอง มีผลิตภัณฑ์ที่หลากหลาย ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดการจัดการธุรกิจชุมชนของ Kotler (2003) อธิบายว่า การจัดการการผลิตเป็นกระบวนการแปรสภาพทรัพยากรต่าง ๆ ให้เป็นสินค้า บริการ เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภค เช่นเดียวกับแนวคิดการบริหารจัดการวิสาหกิจชุมชนของ Kaewai (2012) อธิบายว่า กลุ่มวิสาหกิจชุมชนควรมีการ

วางแผนการผลิตให้สอดคล้องกับความต้องการของตลาด และกำลั้งการผลิตของกลุ่ม และมีวิธีการผลิตสินค้าอย่างชัดเจน

3) **ด้านการจัดการการตลาด** มีรูปแบบการจัดจำหน่ายที่หลากหลาย ผ่านระบบออนไลน์ การจำหน่ายในรูปแบบการฝากขายกับร้านค้าการเกษตรทั่วไป มีการประชาสัมพันธ์ผ่านช่องทางต่าง ๆ สร้างระบบเครือข่ายการจัดจำหน่ายลูกโก๋และผลิตภัณฑ์ของกลุ่ม มีการสำรวจราคาลูกโก๋พื้นเมืองโดยทั่วไปเพื่อสร้างมาตรฐานการจัดจำหน่ายที่มีความเหมาะสมแก่ท้องตลาดโดยทั่วไป ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Chaisuk *et al.* (2016) ศึกษาแนวทางการพัฒนาวิสาหกิจชุมชนของกลุ่มไม้กวาดดอกแก้ว ตำบลดงสุวรรณ อำเภอดอกคำใต้ จังหวัดพะเยา พบว่าแนวทางการพัฒนาวิสาหกิจชุมชนเพื่อก่อให้เกิดการลดต้นทุนในการผลิตด้วยการใช้วัตถุดิบอื่นทดแทน เช่น กรรมาจีนซึ่งสามารถส่งเสริมให้ชุมชนปลูกกันเอง เพื่อนำมาเป็นวัตถุดิบต่อไป ซึ่งวัตถุดิบที่ทดแทนได้และรวบรวมไม้กวาดส่งที่ละมาก ๆ และจัดให้มีการฝึกอบรมเกี่ยวกับการจัดทำบัญชีรายรับ-รายจ่าย และหน่วยงานของภาครัฐให้การสนับสนุนวิทยากรที่มีความรู้ความชำนาญในด้านการจัดทำบัญชี เพื่อจัดอบรมให้ความรู้แก่สมาชิก เช่นเดียวกับ Kasetbua and Namsawat (2013) กล่าวว่า การพัฒนาสินค้าของกลุ่มให้มีความเป็นเอกลักษณ์นั้นมีความจำเป็นต่อการสร้างแรงจูงใจให้แก่กลุ่มลูกค้า ฉะนั้นการออกแบบผลิตภัณฑ์จึงมีความสำคัญต่อผลิตภัณฑ์ของกลุ่ม ซึ่งในการจัดการตลาดควรมีขั้นตอนด้านการจัดนิทรรศการเผยแพร่ และแสดงผลการดำเนินงานการส่งเสริมอาชีพอย่างต่อเนื่อง ควรส่งเสริมการพัฒนาผลิตภัณฑ์ และการตั้งราคาที่เหมาะสม เช่นเดียวกับแนวคิดการจัดการธุรกิจชุมชนของ Kotler (2003) อธิบายว่า การจัดการการตลาด หน้าที่ของธุรกิจที่สำคัญที่ช่วยตอบสนองความต้องการของมนุษย์ คือ หน้าที่การตลาด ซึ่งการตลาดชุมชนเป็นหน้าที่ของธุรกิจชุมชนที่จะคิดค้น สืบเสาะแสวงหา และวิเคราะห์ความต้องการของผู้บริโภคที่อาศัยอยู่ในชุมชน และพยายามหาทางตอบสนองความต้องการนั้นให้ได้มากที่สุด

สรุปผลการวิจัย

การจัดการธุรกิจชุมชนของกลุ่มวิสาหกิจชุมชน เลี้ยงไก่พื้นเมืองพัทลุง มีลักษณะการจัดการโดยทั่วไปตาม แนวคิดทฤษฎีด้านการจัดการกล่าวคือ กลุ่มจะมีการวาง ระบบโครงการการจัดการของกลุ่ม และจัดแบ่งบทบาท หน้าที่การจัดการด้านการผลิต ด้านการตลาด และการจัด การการเงิน แต่ถึงอย่างไรก็ตามกลับพบว่าอำนาจการตัดสินใจ ส่วนใหญ่จะขึ้นอยู่กับประธานกลุ่ม ถึงแม้ว่าจะมีการ ออกแบบโครงสร้างการทำงานเอาไว้เป็นอย่างดีแต่สำหรับการ ดำเนินงานแล้วพบว่า การขับเคลื่อนกิจกรรมของกลุ่ม ขึ้นอยู่กับประธานและสมาชิกกลุ่มเพียงเท่านั้น ส่วน คณะกรรมการมีบทบาทเพียงเล็กน้อย และเฉพาะกรณี การดำเนินงานกลุ่มวิสาหกิจชุมชนเลี้ยงไก่พื้นเมืองพัทลุง สามารถจำแนกออกเป็น 4 ด้าน 1) การจัดการองค์กร 2) การจัดการการผลิต 3) การจัดการการตลาด และ 4) การ จัดการการเงิน ซึ่งมีปัญหาที่แตกต่างกัน ทั้งในด้านการ จัดการองค์กร การจัดการการผลิต การจัดการการตลาด และการจัดการการเงิน ที่ยังขาดประสิทธิภาพ ไม่สามารถ พึ่งพาตนเองได้ทั้งหมด มีข้อจำกัดด้านสินค้า กลไก การตลาดที่ไม่สามารถตอบสนองความต้องการของกลุ่ม ลูกค้าได้ทั้งหมด ซึ่งกลุ่มควรมีการศึกษาดูงาน ฝึกอบรม และพัฒนารูปแบบการดำเนินงานที่มีประสิทธิภาพ

ข้อเสนอแนะ

1. หน่วยงานภาครัฐที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับ กระบวนการพัฒนาชุมชน ได้แก่ สำนักงานปศุสัตว์ สำนักงานเกษตร สำนักงานพัฒนาชุมชน สำนักงานส่งเสริม การศึกษานอกระบบและการศึกษาตามอัธยาศัย สำนักงานพาณิชย์ และสำนักงานองค์กรปกครองส่วน ท้องถิ่นควรมีการบูรณาการดำเนินงานส่งเสริมการพัฒนา ศักยภาพการดำเนินงานกลุ่มวิสาหกิจชุมชนเลี้ยงไก่ พื้นเมืองพัทลุงเพื่อพัฒนาต่อยอดและยกระดับภูมิปัญญา ท้องถิ่นสู่การขับเคลื่อนเศรษฐกิจสร้างสรรค์

2. หากมีการศึกษาครั้งต่อไปควรมีการศึกษา การพัฒนาผลิตภัณฑ์ไก่คอลอนแปรรูป การพัฒนาระบบ การจัดการธุรกิจชุมชนบนฐานทุนทางสังคม การสร้าง เครือข่ายการผลิตและการตลาดไก่คอลอนพัทลุง

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณผู้ให้ข้อมูลทุกคน โดยเฉพาะ คุณสมจิต ชูเลื่อน ประธานกลุ่มวิสาหกิจชุมชนเลี้ยงไก่ พื้นเมืองพัทลุงชุมชนบ้านตากแดด หมู่ที่ 14 ตำบล ควนมะพร้าว อำเภอเมืองพัทลุง จังหวัดพัทลุง ที่ได้ให้การ สนับสนุนการวิจัย เก็บรวบรวมข้อมูล และการดำเนินงาน วิจัยในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- Boonwut, S. 2015. The Problem and Model of Developing Effectiveness of Accounting System for a Community Enterprise: The Case Study of Khaotaen Manufacturers Group in Ban Nong Laii Sub-district, Kohkha District, Lampang Province. pp. 161-172. *In Proceedings of the 15th Academic Seminar Conference of Graduate Study Network, Northern Rajabhat Universities*. Lampang: Lampang Rajabhat University. [in Thai]
- Chaisuk, T., D. Phiraban, J. Phiraban and S. Commoung. 2016. Management of community enterprise in the group of broom flowers, Dok Kaew in Dong Suwan district, Dok Kham district, Phayao province. *Journal of Pacific Institute of Management Science* 2(2): 73-96. [in Thai]

- Charroenmoon, K., M. Duangjinda, B. Laopaiboon, P. Saenchaisuriya, Y. Phasuk and S. Kanhariang. 2015. Raising Thai native chicken and satisfaction with farmers in flooding area in Khon Kaen province. **KHON KAEN AGR. J.** 43(SUPPL.1): 995-1000. [in Thai]
- Chumjit, A., N. Chatchakul and K. Chatchakul. 2014. The development of the potential of managing community businesses: community businesses in Klong Kian sub-district, Phang-Nga province. **Phuket Rajabhat University Academic Journal** 10(2): 94-139. [in Thai]
- Creswell, J. W. 2003. **Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approach.** 2nd ed. Thousand Oaks: SAGE. 342 p.
- Donkwa, K. 2013. **Community Business Management on Self-sufficiency Economy.** 127 p. *In* Research Report. Nakhon Ratchasima: Suranaree University of Technology. [in Thai]
- Kaewai, Y. 2012. **Study on the Management of Community Enterprise Group for Processing Bamboo in the District Land Reform at Chalong Sub-district, Muang District, Uttaradit Province.** Bangkok: Office of the Work Plan of the Agricultural Land Reform Office. 87 p.
- Kanchanachitra, C. 1997. **Factor Influencing the Achievement of Woman Occupational Group in the Northeast.** 153 p. *In* Research Report. Bangkok: Ramkhamhaeng University. [in Thai]
- Kasetbua, T. and O. Namsawat. 2013. The Competency development of one tambon one product (OTOP) community enterprise to small and medium enterprises (SMES): A case study of processed banana food products community enterprise. **Modern Management Journal** 11(2): 74-86. [in Thai]
- Kotler, P. 2003. **Marketing Management.** 11th ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall. 816 p.
- Naveekhan, S. 2000. **Management and Organizational Behavior.** Bangkok: Bhannakij Press. 587 p. [in Thai]
- Office of the National Economic and Social Development Council. 2016. **The National Economic and Social Development Plan. No.12. A.D. 2017-2021.** Bangkok: Office of the Prime Minister, Office of the National Economic and Social Development Council Press. 215 p. [in Thai]
- Office of the Secretary of the Community Business Promotion Committee. 2005. **Promotion Act Community Enterprise 2005.** Bangkok: Ministry of Agriculture and Cooperatives. 6 p. [in Thai]
- Pachprasearh, N. 1999. **Community Business: Possible Path.** Bangkok: Thailand Research Fund Press. 216 p. [in Thai]
- Saenkhunthow, U., C. Prasert and K. Nonta. (n.d.). **Study on the System of Production and Marketing of Thai Native Chicken in Mahasarakham Province.** Maha Sarakham: Office of Regional Livestock, Livestock Research and Development Center 4. 25 p. [in Thai]

- Siriniran, S. and P. Lhaichoo. 2005. **MBA Handbook**. Bangkok: Se-Education Public Company Limited. 352 p. [in Thai]
- Slinkhachon, S. 2015. Small and micro community enterprise potential development herbal products Ban Khaonanai, Tonyuan sub-district, Amphoe Phanom, Suratthani province. **Veridian E-Journal, Silpakorn University** 8(2): 2643-2655. [in Thai]
- Srisurapol, P. and S. Sripokangkul. 2017. Guidelines for the strengthening of vocation groups in Nachumsang sub-district, Phuwiang district, KhonKaen province. **Phimoldhamma Reseach Institute Journal** 4(1): 85-98. [in Thai]
- Techakhod, N., K. Kanokhong, P. Sakkatat and P. Kruekum. 2020. The role of leaders in the operation of community enterprises, Chiang Mai. **Journal of Agri. Research & Extension** 37(1): 84-93. [in Thai]
- Thaimthong, T. and P. Narot. 2018. Guidelines for sustainable development of community enterprises: a case study of fishing enterprise in Phrao Tai village, Hinngom sub-district, Muang-Nongkhai district, Nongkhai province. **Governance Journal** 7(2): 245-265. [in Thai]

สภาพการเลี้ยงและความต้องการส่งเสริมการเลี้ยงโคเนื้อของเกษตรกรจังหวัดชัยนาท Situation and Needs for Extension of Beef Cattle Farmers, Chainat Province

กัลยกร วงศ์รักษ์

Kalyakorn Wongrak

สาขาเกษตรศาสตร์ คณะเกษตรและชีวภาพ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม กรุงเทพฯ 10900

Program of Agricultural Science, Faculty of Agriculture and Life Sciences, Chandrakasem Rajabhat University

Bangkok, Thailand 10900

Corresponding author: kalyakorn.w@chandra.ac.th

Received: June 29, 2021

Revised: February 27, 2022

Accepted: March 21, 2022

Abstract

The objectives of this research were to study 1) gathering general information of beef farmers in Chainat province; 2) the rearing conditions of beef cattle and their marketing; 3) problems and obstacles in rearing beef cattle and 4) promoting, extensions, and support for beef cattle. The samples were 325 beef cattle farmers in Chainat province. The data were collected using a questionnaire. Statistical techniques used were frequencies and percentages. The research findings found that the majority of farmers were male (51.08%), aged 41-60 years old, and have completed primary education. Most of the farmers had more than 10 years of experience in rearing beef cattle, mainly as a secondary occupation (71.08%), and used nearly entirely domestic labor (98.15%). The majority of cattle breed was cross-bred (95.38%) between Brahman and Brazilian Hindu reared in semi-intensive systems (62.46%). Regarding the marketing data, it was found that most of the cattle were sold in whole after visual inspection of the cattle (68.31%), by the middleman who bought them in the village (82.77%). Most encountered problems and obstacles in rearing cattle were nutrition, feeding, and marketing due to unstable and low prices. Data on the need for extension, promotion, and support indicate that farmers require additional knowledge and support mainly in the areas of breeds and breeding improvement, health care of beef cattle, and marketing.

Keywords: rearing conditions, need for extension, beef cattle rearing

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา 1) ข้อมูลพื้นฐานส่วนบุคคลของเกษตรกร 2) สภาพการเลี้ยงและ

การตลาดโคเนื้อ 3) ปัญหาและอุปสรรคในการเลี้ยงโคเนื้อ และ 4) ความต้องการส่งเสริมและสนับสนุนในการเลี้ยงโคเนื้อ ของเกษตรกรผู้เลี้ยงโคเนื้อในจังหวัดชัยนาท กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา คือ เกษตรกรผู้

เลี้ยงโคเนื้อ จำนวน 325 ราย เก็บข้อมูลโดยใช้แบบ สัมภาษณ์ สถิติที่ใช้ คือ ค่าความถี่ และค่าร้อยละ ผลการศึกษาพบว่า เกษตรกรมากกว่าครึ่งเป็นเพศชาย (ร้อยละ 51.08) อายุส่วนใหญ่ระหว่าง 41-60 ปี การศึกษา ระดับประถมศึกษา มีประสบการณ์ในการเลี้ยงโคเนื้อ มากกว่า 10 ปี ส่วนใหญ่เลี้ยงโคเนื้อเป็นอาชีพเสริม (ร้อยละ 71.08) โดยใช้แรงงานในครัวเรือนเป็นหลัก (ร้อยละ 98.15) พันธุ์โคเนื้อที่นิยมเลี้ยง คือ พันธุ์ลูกผสม (ร้อยละ 95.38) ระหว่างพันธุ์บราห์มันและพันธุ์อินดู บราซิล และเลี้ยงแบบซังคอกสลับปล่อยไล่เลี้ยง (ร้อยละ 62.46) ส่วนข้อมูลด้านการตลาด พบว่า ส่วนใหญ่จำหน่าย โดยวิธีการเหมาทั้งตัว (ร้อยละ 68.31) โดยการประเมิน ราคาจากรูปร่างภายนอกโคเนื้อ (ร้อยละ 68.00) โดยมี พ่อค้าคนกลางมารับซื้อถึงหมู่บ้าน (ร้อยละ 82.77) ปัญหา และอุปสรรคในการเลี้ยงโคเนื้อ คือ ด้านอาหาร การให้อาหารและการตลาด เนื่องจากราคาไม่แน่นอนและขาย ไม่ได้ราคา สำหรับความต้องการได้รับบริการ การส่งเสริม และสนับสนุน พบว่า เกษตรกรต้องการได้รับความรู้และการสนับสนุนเพิ่มเติมด้านพันธุ์และการปรับปรุงพันธุ์สัตว์ มากที่สุด รองลงมา คือ ด้านการดูแลรักษาสุขภาพโคเนื้อ และความรู้ด้านการตลาด

คำสำคัญ: สภาพการเลี้ยง ความต้องการส่งเสริม การเลี้ยงโคเนื้อ

คำนำ

การเลี้ยงโคเนื้อของประเทศไทยในอดีตเป็นการ เลี้ยงเพื่อเป็นแรงงานสำหรับเกษตรกรเป็นหลัก และเพื่อ บริโภคหลังจากการปลดระวาง แต่ปัจจุบันจุดประสงค์การ เลี้ยงโคเนื้อเปลี่ยนเป็นนิยมเลี้ยงเพื่อการบริโภคภายในประเทศ เป็นส่วนใหญ่ ส่วนเพื่อการส่งออกยังมีน้อย โดยมีการนำ พันธุ์จากต่างประเทศและเทคโนโลยีใหม่ ๆ เพื่อการ พัฒนาการผลิตโคเนื้อให้ได้ผลผลิตและคุณภาพของเนื้อ สูงขึ้น อีกทั้งรัฐบาลได้มีนโยบายการส่งเสริมการเลี้ยง

โคเนื้อ ซึ่งเป็นโครงการที่ถูกบรรจุอยู่ในแผนปรับโครงสร้าง และระบบการผลิตการเกษตร โดยคาดหวังว่าโคเนื้อจะเป็น อาชีพที่สามารถสร้างรายได้ให้กับเกษตรกรได้อย่าง สม่าเสมอ ทำให้เกษตรกรจำนวนมากมีความสนใจเลี้ยง โคเนื้อเพื่อการค้ามากขึ้น ซึ่งจังหวัดชัยนาทเป็นอีกหนึ่ง จังหวัดที่ทางปศุสัตว์ให้ความสนใจและผลักดันให้การเลี้ยง โคเนื้อเป็นอาชีพหนึ่งที่สำคัญและสร้างรายได้ให้กับ เกษตรกรและจังหวัด

Department of Livestock Development (2018) รายงานจำนวนเกษตรกรผู้เลี้ยงโคเนื้อในประเทศไทยทั้งหมด 828,477 ครัวเรือน มีจำนวนโคเนื้อรวม 5,445,351 ตัว ซึ่งประกอบด้วย โคเนื้อพันธุ์พื้นเมือง โคเนื้อพันธุ์และโคเนื้อลูกผสม และโคขุน โดยโคเนื้อในจังหวัด ชัยนาท มีจำนวนทั้งหมด 39,495 ตัว (ร้อยละ 0.73 ของ จำนวนโคเนื้อทั้งประเทศ) และเกษตรกรผู้เลี้ยงโคเนื้อ จำนวน 1,663 ครัวเรือน (ร้อยละ 0.20 ของจำนวน เกษตรกรผู้เลี้ยงโคเนื้อทั้งประเทศ) หรือคิดเป็นจำนวนการ เลี้ยงโคเนื้อเฉลี่ย 24 ตัวต่อครัวเรือน จังหวัดชัยนาท มีมูลค่าการผลิตโคเนื้อในปี 2558 สูงถึง 331,350,000 บาท ซึ่งการเลี้ยงโคเนื้อในจังหวัดชัยนาทได้มีการพัฒนามาเป็น ลำดับ จากเดิมเลี้ยงโคเนื้อพันธุ์พื้นเมืองแบบธรรมชาติ ปัจจุบันเกษตรกรได้พัฒนาเป็นการเลี้ยงโคเนื้อพันธุ์ดี มีการจัดการฟาร์มและอาหารมากขึ้น และด้วยศักยภาพและ สภาพพื้นฐานด้านภูมิประเทศที่เอื้อต่อการเกษตรจะทำให้ การเลี้ยงโคเนื้อสามารถพัฒนาเป็นอาชีพที่มั่นคงและ สามารถทำรายได้ให้กับเกษตรกรในจังหวัดชัยนาทได้อย่างคุ้มค่า การเลี้ยงโคเนื้อเมืองค้ประกอบและความเสี่ยงที่ เกษตรกรจะต้องให้ความสนใจทั้งการจัดการเลี้ยงดู อาหาร และการตลาด ประกอบกับมีการลงทุนในการประกอบ กิจการฟาร์มพอสมควร เพื่อเป็นการสนับสนุนให้เกษตรกร รายย่อยได้มีโอกาสเข้าถึงธุรกิจการเลี้ยงโคเนื้อและนำไปสู่ การพัฒนาเพื่อการส่งออก มีแหล่งเงินทุน และเป็นการ ส่งเสริมช่วยเหลือเกษตรกรให้มีความสามารถรวมกลุ่ม เกษตรกรที่เข้มแข็งได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงเล็งเห็นว่าควรมี การศึกษาเกี่ยวกับ 1) ข้อมูลพื้นฐานส่วนบุคคลของ

เกษตรกร 2) สภาพการเลี้ยงและการตลาดโคเนื้อ 3) ปัญหาและอุปสรรคในการเลี้ยงโคเนื้อ 4) ความต้องการได้รับบริการ การส่งเสริมและสนับสนุนในการเลี้ยงโคเนื้อของเกษตรกรผู้เลี้ยงโคเนื้อในจังหวัดชัยนาท เพื่อนำไปสู่การกำหนดแนวทางการส่งเสริม พัฒนาและถ่ายทอดเทคโนโลยีแก่เกษตรกรผู้เลี้ยงโคเนื้อ โดยมุ่งเน้นการพัฒนาอาชีพธุรกิจเลี้ยงโคเนื้อของเกษตรกรรายย่อยในจังหวัดชัยนาทให้เกิดผลสัมฤทธิ์อย่างเป็นรูปธรรมแบบยั่งยืนต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ศึกษาเป็นเกษตรกรผู้เลี้ยงโคเนื้อในจังหวัดชัยนาท จำนวน 1,663 ครัวเรือน โดยกลุ่มประชากรตัวอย่างที่ได้จากการคำนวณสูตรของ Yamane (1973) ที่มีความคาดเคลื่อนร้อยละ 5 เท่ากับ 322 ราย เพิ่มเป็นจำนวนเต็มเท่ากับ 325 ราย โดยเลือกอำเภอที่มีการเลี้ยงโคมากที่สุด 4 ลำดับแรก คือ อำเภอหันคา จำนวน 97 ราย อำเภอวัดสิงห์ จำนวน 92 ราย อำเภอหนองมะโมง จำนวน 85 ราย และอำเภอสรรคบุรี จำนวน 51 ราย (Chainat Provincial Livestock Office, 2018) และใช้วิธีสุ่มตัวอย่างแบบบังเอิญ (Accidental sampling)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือวิจัยเป็นแบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง (Interview structure) ที่มีลักษณะคำถามทั้งแบบปลายปิด (Closed-end question) และแบบปลายเปิด (Open-end question) ประกอบด้วย 4 ตอน ได้แก่ 1) ข้อมูลพื้นฐานส่วนบุคคลของเกษตรกร 2) สภาพการเลี้ยงและการตลาดโคเนื้อ 3) ปัญหาและอุปสรรคในการเลี้ยงโคเนื้อ 4) ความต้องการได้รับบริการ การส่งเสริมและสนับสนุนในการเลี้ยงโคเนื้อ

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลแบบทุติยภูมิ (Secondary data) เพื่อเป็นข้อมูลประกอบการสร้างแบบสัมภาษณ์ตรงตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัย ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และการเก็บรวบรวมข้อมูลแบบปฐมภูมิ (Primary data) จากแบบสัมภาษณ์เกษตรกรผู้เลี้ยงโคเนื้อในอำเภอหันคา อำเภอวัดสิงห์ อำเภอหนองมะโมง และอำเภอสรรคบุรี จังหวัดชัยนาท จำนวน 325 ราย ในช่วงเดือน พฤษภาคม ถึง กันยายน พ.ศ. 2561

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลและประมวลผลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ โดยใช้สถิติวิเคราะห์เชิงพรรณนา (Descriptive analysis) ได้แก่ ค่าความถี่ (Frequency) และค่าร้อยละ (Percentage)

ผลการวิจัย

ข้อมูลพื้นฐานส่วนบุคคลของเกษตรกร

เกษตรกรผู้เลี้ยงโคเนื้อในจังหวัดชัยนาทมากกว่าครึ่งเป็นเพศชาย (ร้อยละ 51.08) อายุระหว่าง 41-60 ปี (ร้อยละ 63.38) และจบการศึกษาระดับประถมศึกษามากที่สุด (ร้อยละ 56.62) เลี้ยงโคเนื้อเป็นอาชีพเสริม (ร้อยละ 71.08) จำนวนสมาชิกส่วนใหญ่ในครัวเรือน 3-4 คน (ร้อยละ 51.69) จำนวนแรงงานในการเลี้ยงโคเนื้อภายในครัวเรือน จำนวน 1-2 คน (ร้อยละ 90.46) โดยเป็นแรงงานมาจากครัวเรือนเป็นหลัก (ร้อยละ 98.15) และส่วนน้อยเป็นแรงงานจากการจ้างแรงงาน (ร้อยละ 1.85) เกษตรกรมีประสบการณ์การเลี้ยงโคเนื้อ มากกว่า 10 ปี (ร้อยละ 43.08) (Table 1)

Table 1 Demographic data of beef cattle farmers in Chainat province

Cattle farmers	Number (n=325)	Percentage (%)
Gender		
Male	166	51.08
Age		
Less than 20 years old	1	0.31
20–30 years old	17	5.23
31–40 years old	51	15.70
41–50 years old	90	27.69
51–60 years old	116	35.69
More than 61 years old	50	15.38
Educational level		
Lower primary school	19	5.85
Primary school	184	56.62
Secondary school	86	26.46
Diploma	22	6.77
Bachelor's degree	13	4.00
Upper Bachelor's degree	1	0.31
Income from cattle		
Main income	94	28.92
Secondary income	231	71.08
Number of individuals per household		
1–2 people	61	18.77
3–4 people	168	51.69
5–6 people	71	21.85
7–8 people	23	7.08
9–10 people	2	0.62
Number of household labor		
1–2 people	294	90.46
3–4 people	28	8.62
More than 5 people	3	0.92

Table 1 (Continued)

Cattle farmers	Number (n=325)	Percentage (%)
Number of hired labor		
No labor	319	98.15
Hire	6	1.85
Cattle rearing experience		
Less than 1 year old	55	16.92
1–5 years old	93	28.62
6–10 years old	37	11.38
More than 10 years old	140	43.08

สภาพการเลี้ยงและการตลาดโคเนื้อ

การเลี้ยงโคเนื้อส่วนใหญ่เป็นฟาร์มขนาดเล็ก มีจำนวนโคเนื้อน้อยกว่า 29 ตัวต่อครัวเรือน (ร้อยละ 85.23) นิยมเลี้ยงแบบขังคอกสลับปล่อยไล่เลี้ยงมากที่สุด (ร้อยละ 62.46) ส่วนใหญ่เลี้ยงโคเนื้อพันธุ์ลูกผสม (ร้อยละ 95.38) เป็นพันธุ์ผสมระหว่างพันธุ์บราห์มันกับพันธุ์ฮินดูบราซิลมากที่สุด รองลงมา คือ พันธุ์บราห์มันกับพันธุ์ชาร์โรเลส์ และพันธุ์บราห์มันกับพันธุ์พื้นเมือง ใช้วิธีการผสมพันธุ์โดยใช้พ่อพันธุ์ผสม/ผสมจริง (ร้อยละ 51.02) และส่วนใหญ่ให้อาหารหยาบอย่างเดียว (ร้อยละ 92.92) มีการทำแปลงพืช

อาหารสัตว์ (ร้อยละ 57.54) และมีการเก็บหรือซื้อพืชอาหารสำรองเป็นส่วนใหญ่ (ร้อยละ 85.23) คือ พางข้าว ส่วนใหญ่มีการฉีดวัคซีนให้โคเนื้อ (ร้อยละ 74.15) มีการถ่ายพยาธิอย่างสม่ำเสมอ (ร้อยละ 76.62) เฉลี่ย 6 เดือนต่อครั้ง อย่างไรก็ตามพบว่า การเจาะเลือดเพื่อตรวจโรคแท้งติดต่อในโคเนื้อนั้นมีเปอร์เซ็นต์ที่ค่อนข้างสูงที่ไม่ได้รับการเจาะเลือดตรวจ (ร้อยละ 63.08) และเมื่อโคเนื้อเจ็บป่วยหรือมีปัญหาสุขภาพเกษตรกรส่วนใหญ่จะปรึกษาเจ้าหน้าที่กรมปศุสัตว์ (ร้อยละ 73.85) (Table 2)

Table 2 Rearing conditions and marketing of beef cattle in Chainat province

Rearing conditions	Number (n=325)	Percentage (%)
Rearing systems		
Barn	40	12.31
Free-range	78	24.00
Semi-intensive	203	62.46
Other	4	1.23
Farm size		
Small size (less than 29 animals)	277	85.23
Large size (more than 30 animals)	48	14.77

Table 2 (continued)

Rearing conditions	Number (n=325)	Percentage (%)
Beef cattle breeds		
Pure breed	11	3.39
Crossed-breed	310	95.38
Native breed	4	1.23
Mating systems		
Natural mating	166	51.02
Artificial Insemination (AI)	113	34.69
Mixed-natural and AI	46	14.29
Feeding systems		
Only forage	302	92.92
Concentrate and forage	14	4.31
Total mixed ration (TMR)	9	2.77
Pasture for beef cattle		
Yes	187	57.54
Feed reserve		
Yes	277	85.23
Vaccination		
Yes	241	74.15
Vaccination against Foot-and-Mouth disease		
Yes	235	72.31
Blood test for Brucellosis		
No	205	63.08
Deworming programs		
Yes	249	76.62
Consultant for cattle health problem		
Animal husbandry officer/assistant	240	73.85
Neighbor	15	4.62
Themselves	37	11.38
Other	33	10.15

วัตถุประสงค์หลักในการเลี้ยงโคเนื้อเพื่อจำหน่ายเป็นโคขุน (ร้อยละ 53.85) รองลงมาเพื่อจำหน่ายมูลเป็นปุ๋ยคอก (ร้อยละ 30.77) และการจำหน่ายโคเนื้อส่วนใหญ่เป็นการเหมาทั้งตัว (ร้อยละ 68.31) โดยประเมินจากรูปร่างภายนอกของโคเนื้อ ราคาเฉลี่ย 23,000 บาทต่อตัว น้ำหนักเฉลี่ย 240 กิโลกรัมต่อตัว และอายุเฉลี่ยโคเนื้อ

1 ปี 3 เดือน โดยมีพ่อค้าคนกลางมารับซื้อ (ร้อยละ 82.77) ซึ่งเป็นพ่อค้าขายส่งโคมีชีวิต (ร้อยละ 40.61) พ่อค้ารวบรวมท้องถิ่น (ร้อยละ 37.53) และพ่อค้ารายย่อยหรือพ่อค้าขายปลีกโคชำแหละ (ร้อยละ 20.31) เป็นต้น ที่มาซื้อถึงที่ฟาร์มหรือหมู่บ้าน (Figure 1)

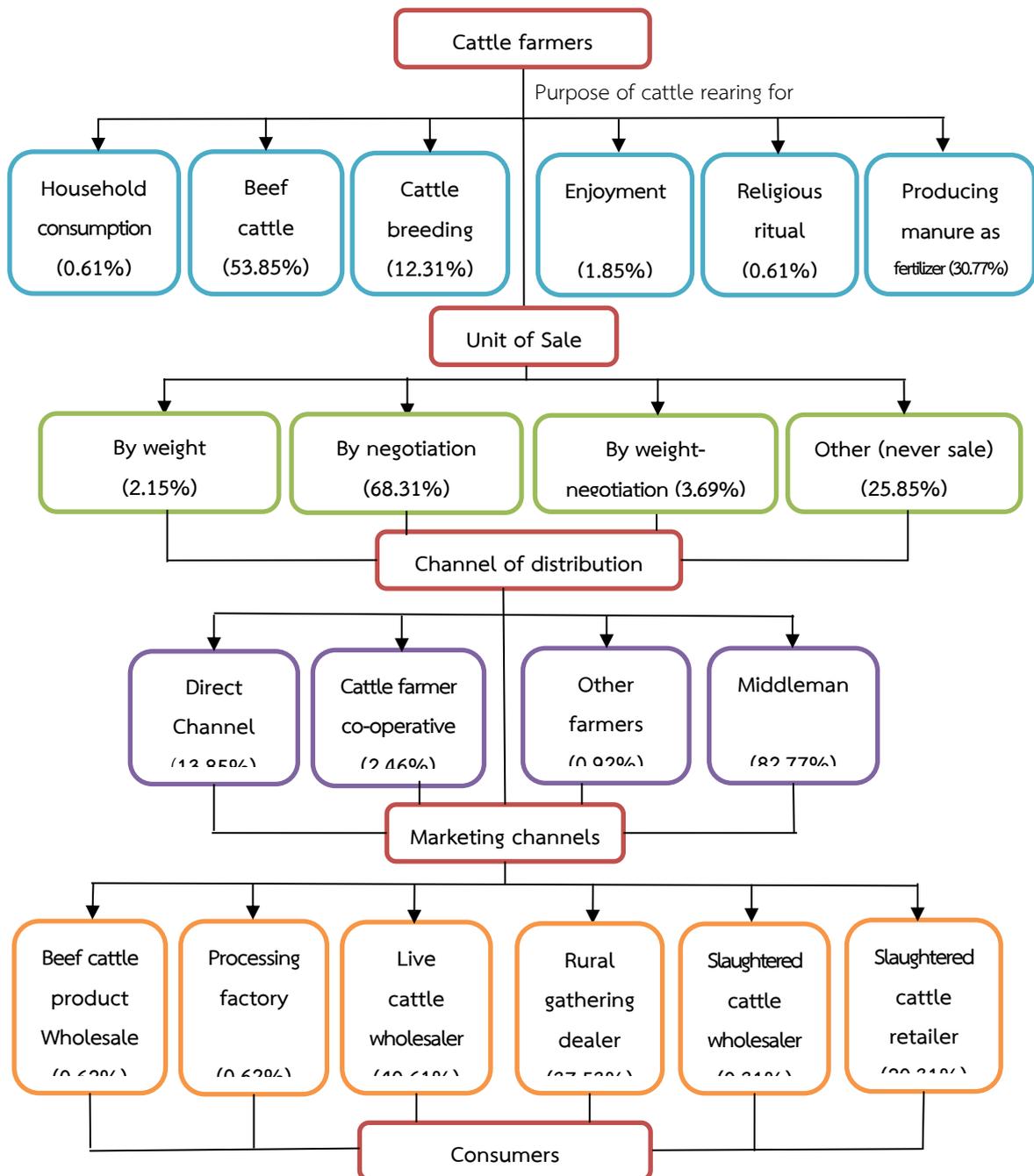


Figure 1 Production and marketing of beef cattle in Chainat province

ปัญหาและอุปสรรคในการเลี้ยงโคเนื้อ

ปัญหาและอุปสรรคในการเลี้ยงโคเนื้อมากที่สุดคือ ด้านอาหารและการให้อาหาร (ร้อยละ 27.67) ด้านการตลาด (ร้อยละ 27.56) เนื่องจากราคาขายโคไม่แน่นอน แต่ไม่พบปัญหาในการจำหน่ายเพราะมีพ่อค้ามา

รับซื้อถึงบ้าน และปัญหาด้านพันธุ์และการปรับปรุงพันธุ์ (ร้อยละ 19.54) เนื่องจากพ่อพันธุ์หายาก/ราคาแพง และปัญหาด้านประสิทธิภาพการผลิต เช่น การจัดการและการเลี้ยงดู (ร้อยละ 14.77) (Table 3)

Table 3 The problems and obstacles to beef cattle in Chainat province

Problems and obstacles	Number (n=325)	Percentage (%)
Breeds and breeding	64	19.54
Feed and feeding	90	27.67
Production efficiency	48	14.77
Health care	34	10.46
Marketing	90	27.56

ความต้องการการส่งเสริมและสนับสนุนในการเลี้ยงโคเนื้อ

เกษตรกรต้องการได้รับการสนับสนุนเพิ่มเติมด้านพันธุ์และการปรับปรุงพันธุ์โคเนื้อมากที่สุด อีกทั้งด้านการผสมพันธุ์อย่างถูกต้อง ส่วนความต้องการสนับสนุนรองลงมา คือ ด้านอาหารและการให้อาหาร ซึ่งเกษตรกรต้องการการสนับสนุนด้านเมล็ดพันธุ์พืชอาหารสัตว์ที่มีคุณภาพ นอกจากนี้พบว่า เกษตรกรมีความต้องการได้รับการสนับสนุนด้านสุขภาพโคเนื้อ และความรู้ด้านการตลาด ส่วนด้านอื่น ๆ ที่เกษตรกรต้องการ คือ ต้องการให้เจ้าหน้าที่เข้าตรวจเยี่ยมฟาร์มมากขึ้น ซึ่งการเยี่ยมของเจ้าหน้าที่ปศุสัตว์ โดยเฉลี่ย 2 ครั้งต่อปี อีกทั้งต้องการให้มีการจัดตั้งหรือเกิดการรวมกลุ่มของเกษตรกรผู้เลี้ยงโคเนื้อ

ในประเทศไทย เช่น จังหวัดแพร่ มหาสารคาม และอุดรธานี สอดคล้องกับการศึกษาของ Sansala and Wongsamun (2013); Wetchakama *et al.* (2017) และ Saengwong *et al.* (2020) ซึ่งพบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่เป็นเพศชาย มีอายุเฉลี่ย 50.83±10.64 ปี จบระดับประถมศึกษา และส่วนใหญ่เลี้ยงโคเนื้อเป็นอาชีพเสริม นอกจากนี้ยังพบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่มีประสบการณ์การเลี้ยงโคเนื้อมากกว่า 10 ปี โดยใช้แรงงานภายในครัวเรือนเป็นส่วนใหญ่ (ร้อยละ 98.15) ซึ่ง Office of Agricultural Economics (2006) รายงานถึงเหตุผลที่เกษตรกรส่วนใหญ่เลี้ยงโคเนื้อและใช้แรงงานภายในครัวเรือน เป็นอาชีพดั้งเดิมของครอบครัวที่เกษตรกรสืบทอดต่อจากครอบครัวจากรุ่นสู่รุ่นมาจนปัจจุบัน จากข้อมูลของพันธุ์โคเนื้อส่วนมากเป็นลูกผสมระหว่างพันธุ์ต่างประเทศด้วยกันมากกว่าลูกผสมพันธุ์พื้นเมือง นอกจากนี้ พบว่าเกษตรกรส่วนใหญ่มีการทำแปลงพืชอาหารสัตว์ ให้อาหารหยابเพียงอย่างเดียว และมีการเก็บหรือซื้อพืชอาหารสำรองเป็นส่วนใหญ่ คือ ฟางข้าว เช่นเดียวกับการศึกษาเกษตรกรในจังหวัดแพร่ (Saengwong *et al.*, 2020) ที่

วิจารณ์ผลการวิจัย

เกษตรกรผู้เลี้ยงโคเนื้อในจังหวัดชัยนาทส่วนใหญ่เป็นเพศชาย อายุระหว่าง 41-60 ปี จบการศึกษาระดับประถมศึกษา และประกอบอาชีพการเลี้ยงโคเนื้อเป็นอาชีพเสริม ซึ่งคล้ายคลึงกับหลายจังหวัด

พบว่า มีการทำแปลงหญ้า ร้อยละ 70.00 การให้อาหาร เป็นการให้อาหารหยาบเพียงอย่างเดียว ร้อยละ 55.50 และเกษตรกรส่วนใหญ่มีการสำรองอาหารหยาบ เช่น ฟาง ข้าว และเปลือกข้าวโพด ไร่ไว้ในหน้าแล้ง ร้อยละ 84.00 เพื่อป้องกันการขาดแคลนอาหารในช่วงหน้าแล้ง ดังนั้น เพื่อการพัฒนาอาชีพการเลี้ยงโคเนื้อลูกผสมต่างประเทศ ของเกษตรกรให้มีคุณภาพสูงและมีรายได้เพิ่มขึ้น เกษตรกรควรได้รับการส่งเสริมองค์ความรู้ที่เหมาะสม กับลักษณะพันธุ์สัตว์ โดยเฉพาะเรื่องอาหารหยาบที่มี คุณภาพสูงและได้รับอาหารสัดส่วนของอาหารข้นและ อาหารหยาบอย่างเหมาะสม จึงจะทำให้โคเนื้อลูกผสม ต่างประเทศมีอัตราการเจริญเติบโตดีและเนื้อมีคุณภาพสูง รวมทั้งการจัดการแปลงหญ้า การดูแลสุขภาพโคเนื้อ เทคโนโลยีด้านการผสมเทียมและทักษะการประกอบ อาชีพให้ประสบความสำเร็จ เนื่องจากข้อเสียของโคเนื้อ พันธุ์ดี ถ้าได้รับอาหารคุณภาพต่ำหรือไม่เหมาะสมกับ ลักษณะพันธุ์แล้ว จะส่งผลให้อัตราการเจริญเติบโตและ คุณภาพเนื้อต่ำเช่นกัน

เกษตรกรมีการจัดการเรื่องการป้องกันและรักษา โรคได้ค่อนข้างดี ส่วนใหญ่มีการฉีดวัคซีนให้โคเนื้อ มีการ ถ่ายพยาธิอย่างสม่ำเสมอ เฉลี่ย 6 เดือนต่อครั้ง อย่างไรก็ตามพบว่า การเจาะเลือดเพื่อตรวจโรคแท้งติดต่อมีจำนวน น้อย ดังนั้นหน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรให้ความรู้และ ตรวจสอบการเจาะเลือดโคเนื้อ เนื่องจากโรคแท้งติดต่อ เป็นโรคที่เกี่ยวข้องกับระบบสืบพันธุ์ ที่ทำให้เกิดความเสียหาย กับฟาร์มมากเพราะเป็นโรคที่สามารถติดต่อกันได้ง่าย ระหว่างสัตว์ และสามารถติดต่อสู่มนุษย์ได้เช่นกัน ควรมี การปรับทัศนคติเกษตรกรให้เกิดความตระหนักถึงข้อเสีย ของโรคและความรุนแรงที่เกิดขึ้น รวมทั้งการให้วัคซีน ป้องกันโรคและการกำจัดพยาธิควรเป็นไปอย่างทั่วถึงและ ครบทุกตัว

จากข้อมูลวิจัยด้านการตลาดโคเนื้อ เกษตรกร ส่วนใหญ่จำหน่ายโคเนื้อโดยวิธีการเหมาทั้งตัว เฉลี่ยราคา 23,000 บาทต่อตัว น้ำหนักเฉลี่ย 240 กิโลกรัมต่อตัว และ อายุเฉลี่ยโคเนื้อ 1 ปี 3 เดือน โดยผ่านพ่อค้าคนกลางที่

ขายส่งโคมีชีวิตและพ่อค้ารวบรวมท้องถิ่น ซึ่งเข้ามารับซื้อ ถึงฟาร์มหรือหมู่บ้าน โดยการประเมินราคาขายจาก รูปร่างภายนอกของโคเนื้อ เช่นเดียวกับการศึกษาของ Sripua and Prapatigul (2017) รายงานว่า เกษตรกรใน จังหวัดมหาสารคามมีช่องทางการจำหน่ายคล้ายคลึงกัน โดยจำหน่ายโคเนื้อแบบเหมาเป็นรายตัว (ร้อยละ 98.00) ใช้วิธีการประเมินราคาด้วยสายตา (ร้อยละ 98.00) โดย จำหน่ายให้กับพ่อค้าคนกลางที่มารับซื้อภายในหมู่บ้าน (ร้อยละ 75.50) ซึ่งอาจเป็นสาเหตุที่สำคัญทำให้เกษตรกร มักถูกกดราคา การซื้อขายที่ไม่ได้มาตรฐาน และไม่ ยุติธรรมต่อเกษตรกร ประกอบกับการที่เกษตรกรส่วนใหญ่ เป็นรายย่อย ราคาเกิดจากการตกลงและความพึงพอใจ ระหว่างผู้ซื้อและเกษตรกร อีกทั้งขาดการรวมกลุ่มกัน จึงไม่สามารถรวบรวมเพื่อขายในปริมาณมากหรือส่งเข้า ตลาดโคเนื้ออย่างสม่ำเสมอได้ ทำให้เกษตรกรมีอำนาจ ต่อรองต่ำ จึงส่งผลให้เกษตรกรขายไม่ได้ราคา ดังนั้นควร มีการส่งเสริมให้มีการซื้อขายโดยวิธีการชั่งหรือวิธีการที่ได้ มาตรฐานขึ้นเพื่อไม่ให้ถูกเอาเปรียบจากพ่อค้า และ ส่งเสริมให้เลี้ยงโคเนื้อเน้นการสร้างอัตลักษณ์ให้เป็น โคเนื้อคุณภาพดี เพื่อสามารถขายตามคุณภาพเนื้อและได้ ราคาดีขึ้น

เกษตรกรต้องการได้รับการสนับสนุนเพิ่มเติม ด้านพันธุ์และการปรับปรุงพันธุ์โคเนื้อมากที่สุด ซึ่ง สอดคล้องกับ การศึกษาในจังหวัดแพร่ (Saengwong *et al.*, 2020) พบว่า เกษตรกรต้องการได้รับการสนับสนุนพันธุ์ พ่อ-แม่โคเนื้อที่ดีและมีคุณภาพ อีกทั้งต้องการเพิ่มเติม ความรู้ด้านการผสมพันธุ์อย่างถูกต้อง เพื่อปรับปรุงพันธุ์ โคเนื้อให้มีคุณภาพดียิ่งขึ้นเพื่อสามารถจำหน่ายได้ราคา และขยายตลาดเพิ่มขึ้น ส่วนความต้องการสนับสนุน รองลงมา คือ ด้านอาหารและการให้อาหาร พบว่า เกษตรกรต้องการการสนับสนุนด้านเมล็ดพันธุ์พืชอาหาร สัตว์ที่มีคุณภาพ เพื่อลดค่าใช้จ่ายด้านเมล็ดพันธุ์และอาหาร สำรองให้แก่โคเนื้อ โดยเฉพาะถั่วฝักและถั่วแฉะ สอดคล้อง กับงานวิจัยของ Welutanti (2018) พบว่า ระดับความ คิดเห็นของเกษตรกรด้านวิธีการส่งเสริมการเลี้ยงโคเนื้อ

อยู่ในระดับมาก คือ รัฐควรมีการสนับสนุนโดยการแจกเมล็ดพันธุ์พืชอาหารสัตว์ และให้คำแนะนำในการทำแปลงหญ้า นอกจากนี้พบว่า เกษตรกรมีความต้องการได้รับการสนับสนุนด้านสุขภาพโคเนื้อ ถึงแม้ว่าเกษตรกรส่วนใหญ่ในจังหวัดชัยนาทจะให้ความสนใจและใส่ใจการฉีดวัคซีน การให้ยากำจัดพยาธิทั้งภายในและภายนอกและการดูแลสุขภาพสัตว์อย่างดีแล้วก็ตาม และความรู้ด้านการตลาด เนื่องจากเกษตรกรมีความกังวลเรื่องราคาของโคเนื้อที่ราคาไม่แน่นอนและลดลงทุกปี ส่วนด้านอื่น ๆ ที่เกษตรกรต้องการ คือ ต้องการให้เจ้าหน้าที่ปศุสัตว์เข้าตรวจเยี่ยมฟาร์มมากขึ้น เพื่อขอคำปรึกษาปัญหาหรือความรู้ด้านต่าง ๆ ของการเลี้ยงโคเนื้อ

สรุปผลการวิจัย

เกษตรกรผู้เลี้ยงโคเนื้อในจังหวัดชัยนาท ส่วนใหญ่เป็นเพศชาย อายุระหว่าง 41-60 ปี จบการศึกษาระดับประถมศึกษา มีประสบการณ์ในการเลี้ยงโคเนื้อ มากกว่า 10 ปี โดยประกอบอาชีพเลี้ยงโคเนื้อเป็นอาชีพเสริม จุดประสงค์หลักในการเลี้ยงเพื่อจำหน่ายเป็นโคขุน นิยมเลี้ยงแบบขังคอกสลับปล่อยไล่เลี้ยง ส่วนพันธุ์โคเนื้อที่นิยม คือ พันธุ์ผสมระหว่างพันธุ์บราห์มันกับพันธุ์ฮินดูบราซิล การจำหน่ายโคเนื้อส่วนใหญ่เป็นแบบเหมาทั้งตัว โดยจำหน่ายผ่านพ่อค้าคนกลางที่รวบรวมในท้องถิ่นและโรงชำแหละในท้องถิ่นที่ทำการซื้อขายโดยตรงกับผู้เลี้ยง และนำไปขายต่อตลาดนัดโค-กระบือ โดยมีพ่อค้าคนกลางมารับซื้อตามบ้านเป็นหลัก

การเลี้ยงโคเนื้อพบปัญหาและอุปสรรคด้านอาหารและการให้อาหาร และการตลาดมากที่สุด เนื่องจากราคาขายโคไม่แน่นอน แต่ไม่พบปัญหาการจำหน่าย เพราะมีพ่อค้าคนกลางมารับซื้อถึงบ้าน และจาก

ข้อมูลความต้องการให้สนับสนุนด้านพันธุ์โคเนื้อที่เป็นพันธุ์ดีและความรู้ด้านการผสมพันธุ์อย่างถูกต้อง เพื่อปรับปรุงพันธุ์ให้มีคุณภาพยิ่งขึ้น ต้องการให้สนับสนุนด้านเมล็ดพันธุ์พืชอาหารสัตว์ที่มีคุณภาพเพื่อลดค่าใช้จ่ายด้านเมล็ดพันธุ์ นอกจากนี้ต้องการให้เจ้าหน้าที่เข้าตรวจเยี่ยมฟาร์มมากขึ้น เพื่อสอบถามปัญหาหรือความรู้ด้านต่าง ๆ ของการเลี้ยงโคเนื้อ และให้มีการจัดตั้งหรือเกิดการรวมกลุ่มของเกษตรกรผู้เลี้ยงโคเนื้อเพื่อมีอำนาจในการต่อรองเรื่องราคาหรือได้รับประโยชน์ด้านอื่น ๆ ต่อไป

ข้อเสนอแนะและการนำไปใช้ประโยชน์ของงานวิจัย

หน่วยงานของจังหวัดชัยนาทควรมีการจัดอบรมเชิงปฏิบัติการหรือศึกษาดูงานนอกสถานที่เพิ่มเติมแก่เกษตรกร โดยเน้นให้มีการเลี้ยงโคเนื้อคุณภาพสูงและมีอัตลักษณ์ อีกทั้งส่งเสริมการรวมกลุ่มของเกษตรกรผู้เลี้ยงโคเนื้อ เพื่อมีอำนาจในการต่อรองเรื่องราคาหรือได้รับประโยชน์ด้านอื่นๆ เพื่อยกระดับสู่การแข่งขันเนื้อโคของจังหวัดชัยนาทต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณจังหวัดชัยนาท ที่ให้ทุนอุดหนุนจากงบประมาณแผ่นดินงบประมาณจังหวัดชัยนาท โครงการศึกษางานวิจัยและพัฒนาทางด้านปศุสัตว์ ปีงบประมาณ 2561 ขอขอบคุณสำนักงานปศุสัตว์จังหวัดชัยนาท ปศุสัตว์อำเภอ และอาสาสมัครปศุสัตว์ที่อนุเคราะห์ข้อมูลและอำนวยความสะดวกในการลงพื้นที่เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล และขอขอบคุณเกษตรกรผู้เลี้ยงโคเนื้อในจังหวัดชัยนาททุกท่านที่ให้ความร่วมมืออย่างดียิ่งในการตอบแบบสัมภาษณ์ในการวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- Chainat Provincial Livestock Office. 2018. **Number of Farmers who Raise Animals and livestock.** Chainat: Chainat Provincial Livestock Office. 5 p. [in Thai]
- Department of Livestock Development. 2018. **Data on the number of farmers and cattles.** [Online]. Available <http://ict.dld.go.th/webnew/index.php/th/service-ict/report/310-reportthailand-livestock/reportservey2561/1293-2561-country> (August 15, 2018).
- Office of Agricultural Economics. 2006. **Costs and returns in beef cattle farming. livestock and fishery economic research.** Agricultural Economics Office. Ministry of Agriculture and Cooperatives. [Online]. Available http://oae.go.th/more_news.php?dd=254 (August 15, 2018).
- Saengwong, S., W. Thannithi, J. Wichaporn and P. Intawicha. 2020. Producing quality beef from cattle in Phrae province: an assessment of the conditions, problems, and opportunities. **King Mongkut's Agricultural Journal** 38: 254-262. [in Thai]
- Sansala, P. and C. Wongsamun. 2013. Needs for extension on production and marketing of beef cattle of farmers in Udon Thani province. **Prawarun Agricultural Journal** 14: 104-112. [in Thai]
- Sripua, N. and P. Prapatigul. 2017. Needs for extension of beef cattle farmers in Mahasarakham province. **Prawarun Agricultural Journal** 10: 203-212. [in Thai]
- Welutanti, A. 2018. **The Methods to Support Beef Cattle Production are Adequate for Consumption in the East of Thailand.** Diploma Thesis. National Defence College of Thailand. 76 p. [in Thai]
- Wetchakama, N., T. Chinnasaen and W. Polviset. 2017. Beef cattle production and management in barns and free ranch farming of farmers in Borabue district, Maha Sarakham province. **Khon Kaen Agriculture Journal** 45: 1477-1482. [in Thai]
- Yamane, T. 1973. **Statistics: An Introductory Analysis.** 3rd ed. New York: Harper and Row Publication. 130 p.

ความเต็มใจจ่ายสำหรับผลิตภัณฑ์แมลงศัตรูธรรมชาติของเกษตรกรกลุ่มผู้ผลิตข้าวแบบปลอดภัย
ในเขตพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่

Willingness to Pay for Natural Enemies Products of the Safe Rice Producers
in Chiang Mai Province

มนตรี สิงหาวาระ¹ สุปรียา หวังเสถียร^{2*} ธเนศ ศรีวิชัยลำพันธ์² และกมลทิพย์ ปัญญาสิทธิ์³

Montri Singhavara¹, Supreeya Wangsathian^{2*}, Thanes Sriwichailamphan² and Kamoltip Panyasit³

¹คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290

²คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200

³คณะสหวิทยาการ มหาวิทยาลัยขอนแก่น วิทยาเขตหนองคาย หนองคาย 43000

¹Faculty of Economics, Maejo University, Chiang Mai, Thailand 50290

²Faculty of Economics, Chiang Mai University, Chiang Mai, Thailand 50200

³Faculty of Interdisciplinary Studies, Khon Kaen University, Nong Khai Campus, Nong Khai, Thailand 43000

*Corresponding author: supreeyawangsathian@cmu.ac.th

Received: June 02, 2021

Revised: May 26, 2022

Accepted: June 15, 2022

Abstract

The objective of this study was to analyze farmers' willingness to pay (WTP) for natural enemies' products. A questionnaire was used for collecting data from safe rice producers in Chiang Mai Province. The WTP's value for natural enemy products was analyzed by means of the means, while the factors influencing the WTP's value were analyzed by the Tobit model. The results indicate that the products of natural enemies have three types 1) stink bugs, 2) assassin bugs, and 3) trichogramma. farmers were willing to pay 348.08, 361.10, and 428.70 Bath. per pack, respectively. The factors that affected the increase in farmer's WTP's value were the increase in age of the respondent, agricultural income, knowledge of organic agriculture, perception of natural enemies, ownership of land, and agricultural news awareness channels through academic journals and online channels.

Keywords: farmer's willingness to pay, natural enemies products, contingent valuation method

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเต็มใจจ่ายสำหรับผลิตภัณฑ์แมลงศัตรูธรรมชาติของเกษตรกรผู้ปลูกข้าว โดยเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบสอบถามที่ได้

สัมภาษณ์เกษตรกรผู้ปลูกข้าวปลอดภัยในจังหวัดเชียงใหม่ ทำการวิเคราะห์มูลค่าความเต็มใจจ่ายสำหรับผลิตภัณฑ์แมลงศัตรูธรรมชาติโดยใช้สถิติพรรณนาและวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อความเต็มใจจ่ายโดยใช้แบบจำลองโทบิท (Tobit model) ผลการศึกษาพบว่า ความเต็มใจจ่ายที่มี

ต่อผลิตภัณฑ์ในรูปแบบไข่ของ 1) มวนพิฆาต 2) มวน เพชฌฆาต และ 3) แตนเบียนไข่ไตรโคแกรมมา มีราคา เฉลี่ยเท่ากับ 348.08, 361.10 และ 428.70 บาทต่อแพ็ค ตามลำดับ โดยปัจจัยที่มีผลต่อมูลค่าความเต็มใจจ่ายของ เกษตรกรสำหรับผลิตภัณฑ์แมลงศัตรูธรรมชาติอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติในทิศทางบวก คือ อายุของเกษตรกร รายได้ภาคการเกษตร ความรู้เกี่ยวกับเกษตรอินทรีย์ การ รับรู้ต่อแมลงศัตรูธรรมชาติ การถือครองที่ดินด้วยตนเอง และช่องทางการรับรู้ข่าวสารทางการเกษตรผ่าน วารสารวิชาการและช่องทางออนไลน์

คำสำคัญ: ความเต็มใจจ่าย ผลิตภัณฑ์แมลงศัตรูธรรมชาติ วิธีสมมติเหตุการณ์ให้ประเมินค่า

คำนำ

องค์การสหประชาชาติ (UN) มีการตั้งเป้าหมาย การพัฒนาอย่างยั่งยืน หรือ Sustainable Development Goals (SDGs) ซึ่งเป้าหมายนี้มีแนวคิดที่มองการพัฒนา เป็นมิติ (Dimensions) ของเศรษฐกิจ สังคม และ สิ่งแวดล้อมให้มีความเชื่อมโยงกัน โดยประเทศไทยให้ ความสนใจเกี่ยวกับเกษตรอินทรีย์ซึ่งสอดคล้องกับ แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 ยุทธศาสตร์ที่ 4 การเติบโตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมเพื่อ การพัฒนาอย่างยั่งยืน มีงานวิจัยด้านต่าง ๆ ที่พยายามตอบ วัตถุประสงค์ของแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ในยุทธศาสตร์ดังกล่าว และรวมไปถึงการศึกษานี้ด้วย

การทำเกษตรอินทรีย์นั้นทุก ๆ ขั้นตอนจะ ปราศจากการใช้สารเคมี โดยขั้นตอนของการผลิตที่ไม่ควร มองข้ามเพื่อให้ได้ผลผลิตที่สมบูรณ์นั้นคือ ขั้นตอนของการ ป้องกันและกำจัดแมลงศัตรูพืช มีวิธีการในการจัดการกับ แมลงที่เป็นศัตรูของพืช เช่น การใช้พันธุ์พืชต้านทานโรค หรือแมลง การใช้สมุนไพรฉีดพ่น และการใช้แมลงศัตรู ธรรมชาติก็เป็นอีกวิธีหนึ่งในการจัดการกับแมลงที่เป็นศัตรู ของพืช จากการศึกษาของ Bangmek and Singhavara

(2020) ที่ได้ทำการศึกษาต้นทุนและผลตอบแทนทาง เศรษฐกิจของการผลิตแมลงศัตรูธรรมชาติเป็นส่วนหนึ่งในการ พัฒนาโรงงานต้นแบบของการเพาะเลี้ยงเพิ่มปริมาณ แมลงศัตรูธรรมชาติ ซึ่งโรงงานดังกล่าวเป็นโรงงานเพื่อ สังคมของมหาวิทยาลัยแม่โจ้ มีวัตถุประสงค์เพื่อวิจัยพันธุ์ แมลงศัตรูธรรมชาติให้เหมาะสมกับการกำจัดแมลงที่เป็น ศัตรูของพืชชนิดต่าง ๆ เพื่อเป็นอีกหนึ่งแนวทางในการ ควบคุมแมลงที่เป็นศัตรูของพืช ซึ่งถือได้ว่าเป็นสินค้าแห่ง ปัจจัยการผลิตใหม่อย่างหนึ่ง เพราะเดิมทีแมลงดังกล่าวมี อยู่ตามธรรมชาติแต่กำลังลดน้อยลงเรื่อย ๆ จากการทำให้ การเกษตรที่ไม่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม การศึกษาครั้งนี้จึง ต้องการศึกษาวิธีการกำหนดราคาของผลิตภัณฑ์ ดังกล่าว เนื่องจากราคาที่เหมาะสมจะเป็นสื่อกลางระหว่าง ผู้ซื้อและผู้ผลิต อีกทั้งเพื่อให้ผลิตภัณฑ์นี้สามารถเข้าถึง ผู้ที่สนใจหรือเกษตรกรกลุ่มผู้ที่ทำเกษตรปลอดภัยจน กระทั่งไปถึงเกษตรแบบอินทรีย์ได้มีผลิตภัณฑ์ทางเลือกใน การกำจัดศัตรูพืชที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม โดยการศึกษา ครั้งนี้ได้ใช้แมลงศัตรูธรรมชาติที่สำคัญ 3 ชนิด ได้แก่ มวนพิฆาต มวนเพชฌฆาต และแตนเบียนไข่ไตรโคแกรมมา เนื่องจาก ผลลัพธ์ในการควบคุมแมลงที่เป็นศัตรูข้าวของแมลงทั้ง 3 ชนิดนี้ได้ผลเป็นอย่างมากโดยจะเลือกศึกษาในพื้นที่จังหวัด เชียงใหม่ เนื่องจากเป็นพื้นที่ที่มีการผลิตข้าวอินทรีย์ ที่สำคัญแห่งหนึ่งในประเทศไทย ถือเป็นจุดเริ่มต้น ที่เหมาะสมสำหรับการประมาณราคาปัจจัยการผลิตใหม่ ของการศึกษานี้ อีกทั้งพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ใกล้กับ โรงงานต้นแบบของการเพาะเลี้ยงแมลงศัตรูธรรมชาติ หากเกษตรกรหรือผู้ที่สนใจต้องการทดลองใช้หรือศึกษา เพิ่มเติมจะสามารถทำได้ง่ายมากกว่าพื้นที่อื่น ๆ

จากข้อมูลและเหตุผลต่าง ๆ ที่ได้กล่าวมาใน ข้างต้นทั้งหมดนำมาสู่ การศึกษาความเต็มใจจ่ายสำหรับ ผลิตภัณฑ์แมลงศัตรูธรรมชาติของเกษตรกรผู้ผลิตข้าวแบบ ปลอดภัยในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ โดยมีวัตถุประสงค์ 2 ประการ คือ 1) เพื่อศึกษาหาความเต็มใจจ่ายสำหรับ ผลิตภัณฑ์แมลงศัตรูธรรมชาติ และ 2) เพื่อวิเคราะห์ปัจจัย ที่มีผลต่อความเต็มใจจ่ายสำหรับผลิตภัณฑ์แมลงศัตรู

ธรรมชาติ อันจะนำไปสู่การสนับสนุนให้เกิดการเกษตรแบบยั่งยืนเป็นไปตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติที่สนับสนุนให้เกิดการพัฒนาอย่างยั่งยืน หรือ Sustainable Development Goals (SDGs) ตามแนวทางขององค์การสหประชาชาติ (UN)

แนวคิดที่นำมาประยุกต์เพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ของการศึกษา คือ ความเต็มใจจ่าย (Willingness to pay) เป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพและได้รับความนิยมเป็นอย่างมากกับการศึกษาสินค้าชนิดใหม่หรือสินค้าที่ยังไม่มีการซื้อขายในตลาด ส่วนใหญ่จะถูกใช้เพื่อศึกษาในหมวดของสินค้าเกษตร อาหารปลอดภัยและสินค้าที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม โดยที่ผ่านมามีการศึกษาความเต็มใจจ่าย (Willingness to pay) สำหรับสินค้าเกษตร เช่น งานวิจัยของ Yooyen *et al.* (2011) ศึกษาศักยภาพด้านการตลาดและความเต็มใจจ่ายเพื่อซื้อเนื้อสุกร ในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ Panmanee and Kongtanajaruanun (2011) ศึกษาความเต็มใจจ่ายและความสามารถที่จะจ่ายได้ในการซื้อผักอินทรีย์ ในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ นอกจากนี้ยังมีการศึกษาความเต็มใจจ่ายเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นใหม่ เช่น ความเต็มใจจ่ายและปัจจัยที่ส่งผลต่อการเลือกซื้อรถยนต์ไฮบริดในประเทศตุรกี (Erdem *et al.*, 2010) และความเต็มใจจ่ายสำหรับวัคซีนของเกษตรกรในประเทศเคนยา (Wanyoike *et al.*, 2019) เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีจุดประสงค์ในการประเมินค่าความเต็มใจจ่ายสินค้าแล้วยังมีงานที่พยายามศึกษาถึงปัจจัยที่มีอิทธิพลในการกำหนดพฤติกรรมการบริโภค เช่นงานวิจัยของ Hagiou *et al.* (2013) ศึกษาปัจจัยและความเต็มใจจ่ายสำหรับผลไม้ (ส้ม แพร์) ในประเทศชิลี การศึกษาดังกล่าวเน้นการหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเต็มใจจ่ายกับตัวแปรในด้านลักษณะเศรษฐกิจและสังคม (Socio-economic variable) ซึ่งปัจจัยที่นำมาศึกษาความสัมพันธ์ เช่น การศึกษา รายได้ เพศ อาชีพ เป็นต้น นอกเหนือจากปัจจัยทางเศรษฐกิจและสังคมที่สามารถกำหนดค่าความเต็มใจจ่ายและพฤติกรรมการซื้อสินค้าและบริการของผู้บริโภคได้แล้วนั้น ยังมีปัจจัยอื่นที่ประเมินด้วยมาตรวัดของลิเคิร์ต (Likert scale)

(Likert, 1932) ได้แก่ ปัจจัยด้านความรู้ (Knowledge) กับ ความตระหนัก (Awareness) และปัจจัยด้านทัศนคติ (Attitude) กับ การรับรู้ (Perception) ล้วนแล้วแต่เป็นปัจจัยที่สามารถอธิบายความเต็มใจจ่ายได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Giannakas, 2002) โดยการวิเคราะห์และแบบจำลองที่ใช้ในการศึกษาค่าความเต็มใจจ่ายมีการใช้วิธี Contingent Valuation Method, Choice Experiment และ Conjoint Analysis อีกทั้งยังใช้เทคนิคที่หลากหลายต่างกันไปในแต่ละงาน เช่น เทคนิคคำถามปลายเปิด คำถามปลายปิด และการเรียงลำดับความชอบด้านต่าง ๆ เป็นต้น และใช้แบบจำลองที่หลากหลาย เช่น Probit Model, Logit Model, Tobit Model เป็นต้น ในการวิเคราะห์เพื่อความสัมพันธ์ของตัวแปรและประเมินค่าความเต็มใจจ่าย ในการศึกษาจากผู้ทำการวิจัยเลือกวิธีการศึกษาแบบ Double Bounded Closed-ended CVM เนื่องจาก Closed-ended CVM สามารถแก้ปัญหา Strategic bias ได้ และเลือกวิธีการศึกษาแบบ Double Bounded approach เนื่องจากมีความแปรปรวนต่ำกว่าแบบ Single Bounded approach (Seneerattanaprayul, 2012)

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษานี้เป็นการศึกษาเชิงสำรวจ (Survey research) โดยใช้แบบสอบถาม (Questionnaire) เป็นเครื่องมือในการเก็บ รวบรวมข้อมูลปฐมภูมิ (Primary Data) โดยมีการดำเนินการศึกษา ดังนี้

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาในครั้งนี้คือ เกษตรกรผู้ปลูกข้าวที่ยื่นคำขอรับมาตรฐาน GAP ในปีการผลิต 2561/2562 ในเขตพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 1,413 คน ดังนั้นผู้วิจัยจึงกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่จะเป็นตัวแทนของประชากรจากสูตรของเครจซี่และมอร์แกน (Krejcie and Morgan, 1970) ในระดับความเชื่อมั่น

ร้อยละ 95 ได้จำนวน 303 ตัวอย่าง แต่เพื่อให้เกิดความแม่นยำในการคำนวณจะใช้ข้อมูลทั้งหมด 500 ตัวอย่าง โดยแบ่งตามสัดส่วนของประชากรทั้ง 16 อำเภอ ในจังหวัดเชียงใหม่ (จอมทอง แม่แตง สะเมิง ฝาง อมก๋อย ไชยปราการ พัวรา ดอยสะเก็ด สันป่าตอง เชียงดาว แม่ฮาดูง หางดง เวียงแหง สันกำแพง แม่ริม และแม่วาง) ทำการสอบถามในช่วงเดือน มกราคมถึงเมษายน 2564

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

ได้ทำการสร้างแบบสอบถาม (Questionnaire) เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและการสัมภาษณ์เกษตรกรผู้ปลูกข้าวแบบปลอดถัย แบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลัก **ส่วนที่หนึ่ง** เป็นการสอบถามด้าน 1) ข้อมูลทั่วไปของเกษตรกร 2) ข้อมูลเกี่ยวกับราคาต้นทุนในการกำจัดแมลงศัตรูข้าว และ 3) ลักษณะการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์กำจัดศัตรูพืชและทัศนคติด้านต่าง ๆ โดยเกษตรกรเป็นผู้ให้ระดับคะแนนในแต่ละประเด็นย่อยใน 5 ระดับ (Likert scale) **ส่วนที่สอง** เป็นเทคนิคสมมติสถานการณ์ (Hypothetical market) เพื่อหาข้อมูลความเต็มใจจ่ายผลิตภัณฑ์ศัตรูธรรมชาติเพื่อใช้ประเมินมูลค่าเงินที่เกษตรกรเต็มใจซื้อใช้ในการป้องกันและกำจัดแมลงศัตรูข้าว เป็นการสอบถามตรงจากเกษตรกร (Contingent valuation method) มักนิยมใช้ในการประเมินมูลค่าสิ่งที่ยังไม่มีอยู่ในตลาด โดยใช้รูปแบบการเสนอราคาคำถามปลายปิดแบบถามสองครั้ง (Double Bounded Close-ended question) ตามด้วยรูปแบบคำถามปลายเปิด (Open-ended question) เพื่อเปิดโอกาสให้เกษตรกรแสดงความเต็มใจจ่ายสูงสุด โดยมีการสอบถามความเต็มใจจ่ายผลิตภัณฑ์แมลงศัตรูธรรมชาติ มี 3 ชนิด ได้แก่ มวนพิฆาต มวนเพชฌฆาต และแตนเบียนไข่ไตรโคแกรมมา การสอบถามมีขั้นตอนต่อไปนี้ 1) กลุ่มของผู้เก็บแบบสอบถามทำการเปิดสื่อการเรียนรู้ เพื่อจะทำการอธิบายประโยชน์ของการใช้แมลงศัตรูธรรมชาติการป้องกันและกำจัดแมลงศัตรูพืชและอัตราการใช้ โดยผลิตภัณฑ์ 1 ชนิด (มีใช้จำนวน

300 ฟอง สำหรับมวนพิฆาตกับมวนเพชฌฆาตและประมาณ 20,000 ฟอง สำหรับแตนเบียนไข่ไตรโคแกรมมา) มีประสิทธิภาพในการกำจัดศัตรูพืชได้ 1 ไไร่ 2) เกษตรกรจะถูกสอบถามให้ตัดสินใจในการเลือกซื้อโดยราคาผลิตภัณฑ์แมลงศัตรูธรรมชาติที่กำหนดนั้นได้มากจากการ Pre-survey แบบสอบถามจำนวน 50 ชุด โดยมีการคำนวณหาความเชื่อมั่นของแบบสอบถามด้วยวิธีการของครอนบาค (Cronbach, 1951) โดยค่าความเชื่อมั่นอยู่ที่ 0.75 3) การถามความเต็มใจจ่ายแบบคำถามปลายปิดแบบถามสองครั้งและถามด้วยคำถามปลายเปิดอีกครั้ง เพื่อให้เปิดเผยมูลค่าความเต็มใจจ่ายในการซื้อผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดในราคาสูงสุดที่เกษตรกรสามารถจ่ายได้

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลใช้สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive statistics) ในการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของเกษตรกรรวมไปถึงราคาต้นทุนในการกำจัดแมลงศัตรูข้าว และลักษณะการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์กำจัดศัตรูพืชและทัศนคติความคิดเห็นด้านต่าง ๆ และมีการใช้สถิติเชิงอนุมาน (Inferential statistics) ในการประเมินมูลค่าผลิตภัณฑ์แมลงศัตรูธรรมชาติที่เกษตรกรเต็มใจจ่ายและวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อความเต็มใจจ่ายด้วยแบบจำลองโทบิต (Tobit model) (Tobin, 1958) สมการที่ใช้ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความเต็มใจจ่ายผลิตภัณฑ์แมลงศัตรูธรรมชาติทั้ง 3 รูปแบบ แสดงได้ดังนี้

$$WTP_i = \text{Constant} + b_1\text{GEN} + b_2\text{AGE} + b_3\text{EDU} + b_4\text{EXPA} + b_5\text{LAB} + b_6\text{TINCA} + b_7\text{TINCO} + b_8\text{COST} + b_9\text{ATTA} + b_{10}\text{ATTP} + b_{11}\text{KNOWA} + b_{12}\text{PER} + b_{13}\text{ACC} + b_{14}\text{HOLD1} + b_{15}\text{HOLD2} + b_{16}\text{LAND} + b_{17}\text{SOU1} + b_{18}\text{SOU2} + b_{19}\text{SOU3} + b_{20}\text{CHAN1} + b_{21}\text{CHAN2} + b_{22}\text{CHAN3} + b_{23}\text{CHAN4} + u_i$$

ตัวแปร WTP คือ ค่าความเต็มใจจ่ายจากคำถามปลายเปิดต่อผลิตภัณฑ์แมลงศัตรูธรรมชาติ (บาทต่อแพ็ค)

ตัวแปร GEN คือ เพศของผู้ตอบแบบสอบถาม (1 = เพศชาย 0 = เพศหญิง)

ตัวแปร AGE คือ อายุของผู้ตอบแบบสอบถาม (ปี) เป็นตัวแปรเชิงปริมาณ

ตัวแปร EDU คือ ระดับการศึกษาของผู้ตอบแบบสอบถาม (ปี) เป็นตัวแปรเชิงปริมาณ

ตัวแปร EXPA คือ ประสบการณ์การทำเกษตร (ปี) เป็นตัวแปรเชิงปริมาณ

ตัวแปร LAB คือ จำนวนแรงงานในขั้นตอนของการป้องกันและกำจัดศัตรูพืช (คน) เป็นตัวแปรเชิงปริมาณ

ตัวแปร TINCA คือ รายได้ครัวเรือนภาคการเกษตรเฉลี่ยต่อเดือน (บาท) เป็นตัวแปรเชิงปริมาณ

ตัวแปร TINCO คือ รายได้ครัวเรือนนอกภาคการเกษตรเฉลี่ยต่อเดือน (บาท) เป็นตัวแปรเชิงปริมาณ

ตัวแปร COST คือ ค่าใช้จ่ายด้านการป้องกันและกำจัดแมลงศัตรูข้าวเฉลี่ยต่อไร่ (บาท/รอบการผลิต) เป็นตัวแปรเชิงปริมาณ

ตัวแปร ATTA คือ ทศนคติเกี่ยวกับเกษตรอินทรีย์ (Likert scale 5 ระดับ) โดยที่ 1 = ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง 2 = ไม่เห็นด้วย 3 = ปานกลาง 4 = เห็นด้วย 5 = เห็นด้วยอย่างยิ่ง

ตัวแปร ATTP คือ ทศนคติเกี่ยวกับคุณลักษณะสินค้า (Likert scale 5 ระดับ) โดยที่ 1 = ไม่มีความสำคัญ 2 = มีความสำคัญน้อย 3 = ปานกลาง 4 = มีความสำคัญมาก 5 = มีความสำคัญมากที่สุด

ตัวแปร KNOWA คือ ความรู้เกี่ยวกับเกษตรอินทรีย์ (ลำดับคะแนนตามความถูกต้องในการตอบ) โดยที่มีคำถามวัดความรู้ทั้งหมด 15 ข้อ

ตัวแปร PER คือ การรับรู้เกี่ยวกับแมลงศัตรูธรรมชาติ (Likert scale 5 ระดับ) โดยที่ 1 = ไม่มี 2 = น้อย 3 = ปานกลาง 4 = มาก 5 = มากที่สุด

ตัวแปร ACC คือ ระดับการยอมรับเทคโนโลยีด้านการป้องกันและกำจัดแมลงศัตรูพืช (Likert scale 5 ระดับ) โดยที่ 1 = ไม่นำไปใช้แน่นอน 2 = คาดว่าจะไม่ใช้ 3 = ไม่แน่ใจ 4 = คาดว่าจะนำไปใช้ 5 = นำไปใช้อย่างแน่นอน

ตัวแปร HOLD คือ การถือครองที่ดิน (พื้นที่ตนเอง) (1 = ใช่ 0 = อื่น ๆ)

ตัวแปร LAND คือ จำนวนพื้นที่ (ไร่) เป็นตัวแปรเชิงปริมาณ

ตัวแปร SOU1 คือ แหล่งเงินทุนการทำเกษตร (ตนเองหรือญาติ) (1 = ใช่ 0 = อื่น ๆ)

ตัวแปร SOU2 คือ แหล่งเงินทุนการทำเกษตร (กลุ่มเกษตรกรหรือสหกรณ์) (1 = ใช่ 0 = อื่น ๆ)

ตัวแปร CHAN1 คือ ช่องทางการรับรู้ข่าวสารการเกษตร (วิทยุหรือโทรทัศน์) (1 = ใช่ 0 = อื่น ๆ)

ตัวแปร CHAN2 คือ ช่องทางการรับรู้ข่าวสารการเกษตร (วารสารหรือเอกสารทางวิชาการ) (1 = ใช่ 0 = อื่น ๆ)

ตัวแปร CHAN3 คือ ช่องทางการรับรู้ข่าวสารการเกษตร (สื่อสังคมออนไลน์) (1 = ใช่ 0 = อื่น ๆ)

โดยตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาจะแบ่งตามมาตรวัด มีรายละเอียดต่อไปนี้ ข้อมูลตัวแปรมาตรานามบัญญัติ (Nominal Scale) มีทั้งหมด 7 ตัวแปร ประกอบไปด้วย ตัวแปรเพศ (GEN) ตัวแปรการถือครองที่ดินทางการเกษตร (HOLD) ตัวแปรแหล่งเงินทุนในการทำเกษตรที่ 1 (SOU1) ตัวแปรแหล่งเงินทุนในการทำเกษตรที่ 2 (SOU2) และ ช่องทางการรับรู้ข่าวสารทางการเกษตรทั้ง 1 ถึง 3 (CHAN1-3) โดยตัวแปรทั้งหมดจะจัดให้เป็นตัวแปรจัดประเภท (Categorical Variable) หรือตัวแปรหุ่น (Dummy Variable) รายละเอียดของตัวแปรสรุปได้ดังนี้ มีเกษตรกรที่เป็นเพศชายเป็นส่วนใหญ่ คิดเป็นร้อยละ 62.00 ในส่วนของการถือครองที่ดินทางการเกษตรพบว่า เกษตรกรถือครองที่ดินด้วยตนเองเป็นหลักมีสัดส่วนเท่า ๆ กับการเช่า คิดเป็นร้อยละ 50.40 ถัดมาคือแหล่งเงินลงทุนทางการเกษตรใช้เงินทุนตนเองเป็นหลักมากถึงร้อยละ 64.60 และใช้เงินทุนจากกลุ่มเกษตรกรและสหกรณ์เป็นหลัก ร้อยละ 19.80 ในส่วนของช่องทางการรับรู้ทั้ง 3 ช่องทาง ได้แก่ 1) วิทยุและโทรทัศน์ 2) วารสาร/นิตยสารการเกษตรและเอกสาร และ 3) ช่องทางออนไลน์ มีเกษตรกรใช้ช่องทางต่าง ๆ คิดเป็นร้อยละ 4.80, 5.40 และ 29.80 ตามลำดับ (Table 1)

Table 1 Descriptive statistic values of independent variables (nominal scale)

Variable	No.	Percentage	Variable	No.	Percentage
1. GEN			5. CHAN1		
Male	310	62.00	Radio or TV	24	4.80
Female	190	38.00	Otherwise	476	95.20
Total	500	100.00	Total	500	100.00
2. HOLD			6. CHAN2		
Own	252	50.40	Agricultural journals	27	5.40
Otherwise	248	49.60	Otherwise	473	94.60
Total	500	100.00	Total	500	100.00
3. SOU1			7. CHAN3		
Own or relatives	323	64.60	Social media	149	29.80
Otherwise	177	35.40	Otherwise	351	70.20
Total	500	100.00	Total	500	100.00
4. SOU2					
Cooperatives	99	19.80			
Otherwise	401	80.20			
Total	500	100.00			

ข้อมูลตัวแปรมาตราอัตราส่วน (Ratio Scale) มีทั้งหมด 7 ตัวแปร ประกอบไปด้วยตัวแปรอายุ (AGE) ตัวแปรการศึกษา (EDU) ตัวแปรประสบการณ์การทำงานเกษตร (EXP) ตัวแปรจำนวนแรงงาน (LAB) ตัวแปรรายได้ภาคการเกษตร (INCA) ตัวแปรรายได้นอกภาคการเกษตร (INCO) และตัวแปรค่าใช้จ่าย (COST) ในส่วนของตัวแปรมาตราอันดับ (Interval Scale) มี 1 ตัวแปร คือ ตัวแปรความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการทำเกษตรอินทรีย์ (KNOW) โดยตัวแปรทั้งหมดจะใช้ค่าจริงจากการสำรวจ นั่นคือ เป็นตัวแปรเชิงปริมาณ รายละเอียดของตัวแปรสรุปได้ดังนี้ อายุของเกษตรกรเฉลี่ยประมาณ 59 ปี เป็นช่วงอายุที่กำลังจะลดละการทำงาน ถัดมาจำนวนปีการศึกษา

โดยเฉลี่ยเท่ากับ 10 ปี หรือช่วงระดับชั้นมัธยมต้น ประสบการณ์การทำงานเกษตรประมาณ 31 ปี จำนวนแรงงานที่ใช้ประมาณ 2 คน ส่วนใหญ่เป็นคู่สามีภรรยา ที่ช่วยกันทำการเกษตร ในส่วนรายได้ภาคการเกษตรเฉลี่ยเท่ากับ 8,944.32 บาทต่อเดือน รายได้นอกภาคการเกษตรเฉลี่ยเท่ากับ 17,792.33 บาทต่อเดือน ถัดมาค่าใช้จ่ายในการกำจัดศัตรูพืชเฉลี่ยเท่ากับ 554.71 บาทต่อไร่ และสุดท้ายความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการทำเกษตรอินทรีย์ มีคำถามทั้งหมด 15 คำถาม เพื่อวัดความรู้เกษตรกรกลุ่มตัวอย่างมีความรู้เกี่ยวกับการทำเกษตรอินทรีย์ค่อนข้างดี เนื่องจากมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 12.01 คะแนน (Table 2)

Table 2 Descriptive statistic values of independent variables (ratio scale and interval scale)

Variable	Max	Min	Mean	Unit
AGE	88.00	16.00	58.55	Years
EDU	21.00	0.00	10.14	Years
EXP	65.00	1.00	30.78	Years
LAB	10.00	1.00	2.08	Peoples
INCA	72,320.00	950.00	8,944.32	Baht/month
INCO	63,000.00	0.00	17,792.33	Baht/month
COST	685.71	500.00	554.71	Baht/rai
KNOW	14.00	5.00	12.01	Scores

ถัดมาเป็นตัวแปรมาตราเรียงอันดับ (Ordinal Scale) โดยในการศึกษาใช้แนวคิดของลิเคอร์ท (Likert Scale) ประกอบไปด้วย ตัวแปรทัศนคติเกี่ยวกับเกษตรอินทรีย์ (ATTA) ตัวแปรทัศนคติเกี่ยวกับคุณลักษณะสินค้า (ATTP) ตัวแปรการรับรู้ (PER) และตัวแปรระดับการยอมรับเทคโนโลยีทางการเกษตร (ACC) จาก Table 3 ตัวแปรทัศนคติเกี่ยวกับเกษตรอินทรีย์มีค่าเฉลี่ยของตัวแปรนี้เท่ากับ 3.85 แสดงว่าเกษตรกรเห็นด้วยกับการทำการเกษตรแบบอินทรีย์ ถัดมาเป็นทัศนคติเกี่ยวกับคุณลักษณะสินค้ามีค่าเฉลี่ยของตัวแปรนี้เท่ากับ 4.18 แสดงว่าเกษตรกรให้

ความสำคัญกับคุณลักษณะสินค้าค่อนข้างสูง ในส่วนของตัวแปรการรับรู้มีค่าเฉลี่ยของตัวแปรนี้เท่ากับ 2.71 แสดงว่าเกษตรกรมีการรับรู้อยู่ในระดับปานกลางนั้นหมายความว่าเกษตรกรเคยได้ยินหรือเคยเห็นมาก่อน รู้ถึงคุณประโยชน์ของแมลงดังกล่าว แต่ไม่สามารถแยกชนิดของแมลงตามความสามารถของแมลงได้ สุดท้ายคือ ตัวแปรระดับการยอมรับเทคโนโลยีทางการเกษตรมีค่าเฉลี่ยของตัวแปรนี้เท่ากับ 3.63 แสดงว่าเกษตรกรคาดว่าจะนำเทคโนโลยีนี้ไปใช้ เนื่องจากการศึกษานี้มองว่าผลิตภัณฑ์แมลงศัตรูธรรมชาติเป็นเทคโนโลยีทางการเกษตร (Table 3)

Table 3 Descriptive statistic values of independent variables (ordinal scale)

Variable	1	2	3	4	5	Mean	Meaning
ATTA	0 (0) ^{1/}	0 (0)	65 (13.00)	422 (84.40)	13 (2.60)	3.85 [0.32] ^{2/}	Agree
ATTP	0 (0)	0 (0)	56 (11.20)	298 (59.60)	146 (29.20)	4.18 [0.49]	Most
PER	102 (20.40)	73 (14.60)	195 (39.00)	130 (26.00)	0 (0)	2.71 [1.07]	Moderately
ACC	0 (0)	0 (0)	190 (38.00)	303 (60.60)	7 (1.40)	3.63 [0.51]	Most

^{1/}The percentages in parentheses () are based on 500 farmers. ^{2/}The value in parentheses [] is the standard deviation.

ผลการวิจัย

ข้อมูลพื้นฐานส่วนบุคคล เศรษฐกิจ และสังคมของเกษตรกร

เกษตรกรกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นเพศชาย คิดเป็นร้อยละ 62 มีอายุเฉลี่ยอยู่ที่ 58 ปี นั้นแสดงว่าส่วนใหญ่เป็นเกษตรกรที่อยู่ในวัยที่จะส่งมอบอาชีพให้รุ่นต่อไป หรือหายาพได้ทำต่อ อีกทั้งยังพบเกษตรกรที่มีอายุมากที่สุดอยู่ที่ 88 ปี นั้นแสดงให้เห็นว่าการเป็นเกษตรกรนั้นไม่จำกัดอายุขึ้นอยู่กับกำลังร่างกายที่สามารถทำได้เป็นอาชีพที่เป็นเจ้านายตนเอง การศึกษาของกลุ่มตัวอย่างเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 10 ปี หรือช่วงมัธยมต้น ประสบการณ์การทำเกษตรมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 30.78 หรือประมาณ 31 ปี จำนวนแรงงานในกระบวนการดูแลและกำจัดแมลงศัตรูข้าวเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 2 คน ในส่วนของรายได้แบ่งเป็นสองส่วน ส่วนแรกคือ รายได้ภาคการเกษตรพบว่า มีรายได้สูงสุดเท่ากับ 72,320 บาทต่อเดือน และต่ำสุดอยู่ที่ 950 บาทต่อเดือน ส่วนที่สองคือ รายได้นอกภาคการเกษตรพบว่า มีรายได้สูงสุดอยู่ที่ 63,000 บาทต่อเดือน และต่ำสุดคือ ไม่มีรายได้ในส่วนนี้เลย นั้นแสดงว่าเกษตรกรบางรายมีรายได้จากภาคการเกษตรเพียงอย่างเดียวเท่านั้น ต้นทุนการป้องกันและกำจัดแมลงศัตรูพืชพบว่าต้นทุนเฉลี่ยอยู่ที่ 554.71 บาทต่อไร่ โดยต้นทุนดังกล่าวเป็นต้นทุนโดยประมาณต่อหนึ่งรอบการผลิต อีกทั้งได้มีการรวมกับค่าแรงในการกำจัดศัตรูพืชแล้ว ข้อมูลเกี่ยวกับทัศนคติในด้านต่าง ๆ ของเกษตรกรกลุ่มตัวอย่างแบ่งเป็นทัศนคติด้านเกษตรอินทรีย์ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.85 แสดงว่าเกษตรกรกลุ่มตัวอย่างนั้นมีทัศนคติเกี่ยวกับเกษตรอินทรีย์ที่มากพอสมควร ทัศนคติด้านการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์กำจัดศัตรูพืชพบว่ามีความเฉลี่ยอยู่ที่ 4.18 แสดงว่าลักษณะของผลิตภัณฑ์กำจัดศัตรูพืชนั้นมีความสำคัญสูงต่อเกษตรกรกลุ่มตัวอย่าง ในส่วนของความรู้เกี่ยวกับการทำเกษตรอินทรีย์จากคำถาม 15 ข้อ พบว่าเกษตรกรมีความรู้เฉลี่ยประมาณ 12 คะแนน ถือว่าเป็นระดับคะแนนที่สูงมาก อาจมีสาเหตุมาจากเกษตรกร

กลุ่มตัวอย่างเป็นเกษตรกรที่ทำการเกษตรแบบปลอดถัยไปถึงขั้นทำเกษตรแบบอินทรีย์จึงทำให้ความรู้ในส่วนนี้ค่อนข้างสูง ถัดมาเป็นการรับรู้ถึงแมลงศัตรูธรรมชาติพบว่ามีความเฉลี่ยอยู่ที่ 2.71 แสดงว่าเกษตรกรกลุ่มตัวอย่างรู้จักแมลงศัตรูธรรมชาติในระดับที่เคยได้ยินรู้จักทราบถึงประโยชน์ แต่ไม่ถึงกับแยกแยะสายพันธุ์หรือเพาะพันธุ์ได้ในส่วนของการยอมรับเทคโนโลยีทางการเกษตรและการนำไปใช้พบว่า มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.63 แสดงว่าเกษตรกรมีการยอมรับและคาดว่าจะนำเทคโนโลยีทางการเกษตรใหม่ ๆ ไปปรับใช้ในการทำการเกษตรแบบเดิม ข้อมูลของพื้นที่และการถือครองพื้นที่ทางการเกษตรพบว่า พื้นที่ทำการเกษตรเฉลี่ยอยู่ที่ 11.64 ไร่ โดยถือครองพื้นที่ด้วยตนเองคิดเป็นร้อยละ 50.02 และถือครองพื้นที่โดยการเช่าคิดเป็นร้อยละ 75 แหล่งเงินทุนในการทำการเกษตรแบ่งเป็น การใช้เงินทุนตนเองคิดเป็นร้อยละ 64 แหล่งเงินทุนจากกลุ่มเกษตรกรหรือสหกรณ์นั้นคิดเป็นร้อยละ 59 และสุดท้ายแหล่งเงินทุนจากธนาคารเพื่อการเกษตร (ธกส.) หรือธนาคารพาณิชย์ คิดเป็นร้อยละ 72 ถือเป็นแหล่งเงินทุนที่มีการใช้มากที่สุดในเกษตรกรกลุ่มนี้ และในที่สุดท้ายคือ ข้อมูลของแหล่งข้อมูลเกี่ยวกับการเกษตรแบ่งเป็น วิทยุหรือโทรทัศน์ร้อยละ 82 วารสารหรือเอกสารทางวิชาการร้อยละ 5 สื่อออนไลน์ร้อยละ 46 และช่องทางอื่น ๆ ร้อยละ 67

มูลค่าความเต็มใจจ่ายผลิตภัณฑ์ของเกษตรกร

ผลลัพธ์จากการใช้คำถามปลายปิดแบบสองครั้ง (Double bounded close-ended question) (Table 4) ผลการวิเคราะห์พบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่มีการยอมรับการเสนอราคาทั้งสองครั้ง (คำตอบ คือ Yes, Yes) ของผลิตภัณฑ์แมลงศัตรูธรรมชาติทั้ง 3 ชนิด (มวนพิฆาต มวนเพชฌฆาตและแตนเบียนไข่ไตรโคแกรมมา) คิดเป็นร้อยละ 48.20, 50.60 และ 28.00 ตามลำดับ นอกจากนี้เพื่อให้ได้มาซึ่งช่วงราคาอ้างอิงที่เกิดจากเกษตรกรกลุ่มตัวอย่าง จึงได้มีการถามซ้ำถึงความเต็มใจจ่ายสูงสุดโดยใช้คำถามปลายเปิด (Open-ended question) ผลลัพธ์ที่ได้

ทำให้ได้ขอบเขตของช่วงความเต็มใจจ่ายใหม่ คือ 200 ถึง 390 บาทต่อแพ็ค สำหรับผลิตภัณฑ์แมลงศัตรูธรรมชาติชนิดที่ 1 (มวนพิฆาต) ถัดมา 210 ถึง 420 บาทต่อแพ็ค สำหรับผลิตภัณฑ์แมลงศัตรูธรรมชาติชนิดที่ 2 (มวน

เพชฌฆาต) และ 250 ถึง 500 บาทต่อแพ็ค สำหรับผลิตภัณฑ์แมลงศัตรูธรรมชาติชนิดที่ 3 (แตนเบียนไข่ไตรโคแกรมมา)

Table 4 The result of asking with the double bounded close-ended question process

Price (Baht/pack)	No.	1 st Bid		Price (Baht/pack)	2 nd Bid		%
		Result	No.		Result	No.	
Stink bugs 200	500	Yes	394	300	Yes	241	48.20
					No	153	30.60
		No	106	100	Yes	99	19.80
					No	7	1.40
Assassin bugs 200	500	Yes	391	300	Yes	253	50.60
					No	138	27.60
		No	109	100	Yes	107	21.40
					No	2	0.40
Trichogramma 300	500	Yes	291	400	Yes	140	28.00
					No	151	30.20
		No	209	200	Yes	156	31.20
					No	53	10.60

สำหรับการประมาณค่า Mean WTP และ Median WTP สำหรับผลิตภัณฑ์ศัตรูธรรมชาติ ในการศึกษาที่ใช้ Lognormal distribution กับค่า WTP โดยไม่นำตัวแปรอธิบายเข้ามาพิจารณาด้วย หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า Unrestricted Lognormal (Vanit-Anunchai and Schmidt, 2004) ผลการศึกษาแสดงดัง Table 5 พบว่าค่า Mean WTP สำหรับผลิตภัณฑ์แมลงศัตรูธรรมชาติชนิดที่ 1 (มวนพิฆาต) ผลิตภัณฑ์แมลงศัตรูธรรมชาติชนิดที่ 2 (มวนเพชฌฆาต) และผลิตภัณฑ์แมลง

ศัตรูธรรมชาติชนิดที่ 3 (แตนเบียนไข่ไตรโคแกรมมา) มีค่าเท่ากับ 348.08, 361.10 และ 428.70 บาทต่อแพ็คตามลำดับ นอกจากนี้ ผลการประมาณค่า Median WTP พบว่า เกษตรกรเต็มใจจ่ายสำหรับผลิตภัณฑ์แมลงศัตรูธรรมชาติชนิดที่ 1 (มวนพิฆาต) ผลิตภัณฑ์แมลงศัตรูธรรมชาติชนิดที่ 2 (มวนเพชฌฆาต) และผลิตภัณฑ์แมลงศัตรูธรรมชาติชนิดที่ 3 (แตนเบียนไข่ไตรโคแกรมมา) ด้วยราคามัธยฐาน 347.18, 360.02 และ 420.56 บาทต่อแพ็ค ตามลำดับ (Table 5)

Table 5 Mean WTP and median WTP value of all 3 natural enemy products

Types	Mean WTP ^a (Baht/pack)	Median WTP ^b (Baht/pack)
Stink bugs	348.08	347.18
Assassin bugs	361.10	360.02
Trichogramma	428.70	420.56

^a Mean WTP calculated from $e^{\mu+\sigma^2/2}$ and ^b Median WTP is equal to e^{μ} .

ปัจจัยที่มีผลต่อความเต็มใจจ่ายผลิตภัณฑ์แมลงศัตรูธรรมชาติของเกษตรกรผู้ปลูกข้าวแบบปลอดภัย

จากการพัฒนาผลิตภัณฑ์แมลงศัตรูธรรมชาติเพื่อให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่พร้อมใช้และมีความสะดวกในการใช้งานมากขึ้นโดยมวนพิฆาต มวนเพชฌฆาต และแตนเบียนไข่โตโครแกรมมาที่อยู่ในผลิตภัณฑ์เป็นระยะไข่ที่สามารถนำไปใช้ในทันทีที่ปลูกข้าวได้ง่ายไม่ยุ่งยากและอายุการใช้งานได้นานขึ้น และได้ทำการสอบถามความเต็มใจที่จะจ่ายเงินเพื่อซื้อผลิตภัณฑ์แมลงศัตรูธรรมชาติแต่ละชนิด ผลการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ของแบบจำลองปัจจัยที่มีผลต่อความเต็มใจจ่ายผลิตภัณฑ์แมลงศัตรูธรรมชาติทั้ง 3 ชนิด มีความใกล้เคียงกันมากมีบางตัวแปรเท่านั้นที่มีความแตกต่างโดยปัจจัยที่มีผลต่อความเต็มใจจ่ายของผลิตภัณฑ์แมลงศัตรูธรรมชาติทั้ง 3 ชนิด มีดังนี้ อายุ (AGE) มีผลต่อความเต็มใจจ่ายที่เพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Erdem *et al.* (2010) ถัดมาเป็นตัวแปรประสบการณ์ (EXPA) มีผลทำให้ความเต็มใจจ่ายลดลง ให้ผลเช่นเดียวกันกับงานวิจัยของ Pokou *et al.* (2010) ในส่วนของตัวแปรจำนวนแรงงาน (LAB) มีผลทำให้ความเต็มใจจ่ายลดลง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Echessah *et al.* (1997) ถัดมาเป็นตัวแปรรายได้ครัวเรือนภาคการเกษตร (TINCA) มีผลต่อความเต็มใจ

จ่ายที่เพิ่มขึ้น และตัวแปรต้นทุน (COST) มีผลทำให้ความเต็มใจจ่ายลดลง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Gulseven (2014) ทางด้านตัวแปรความรู้เกี่ยวกับเกษตรอินทรีย์ (KNOWA) มีผลต่อความเต็มใจจ่ายที่เพิ่มขึ้น ให้ผลเช่นเดียวกันกับงานวิจัยของ Yooyen *et al.* (2011) ถัดมาเป็นตัวแปรการรับรู้ต่อแมลงศัตรูธรรมชาติ (PER) มีผลต่อความเต็มใจจ่ายที่เพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Erdem *et al.* (2010) ในส่วนของตัวแปรการถือครองที่ดินด้วยตนเอง (HOLD) มีผลต่อความเต็มใจจ่ายที่เพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Pratiwi *et al.* (2019) และส่วนของตัวแปรสุดท้ายคือช่องทาง การรับรู้ข่าวสารทางการเกษตรผ่านเอกสารวิชาการและสื่อออนไลน์ (CHAN2-3) มีผลต่อความเต็มใจจ่ายที่เพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Pinthadit *et al.* (2018) ส่วนตัวแปรที่มีอิทธิพลกับความเต็มใจจ่ายของผลิตภัณฑ์มวนพิฆาตเพียงผลิตภัณฑ์เดียว คือ ตัวแปรการยอมรับ (ACC) มีผลต่อความเต็มใจจ่ายที่เพิ่มขึ้นและตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อความเต็มใจจ่ายของผลิตภัณฑ์แตนเบียนไข่โตโครแกรมมาเพียงผลิตภัณฑ์เดียว คือ ตัวแปรคุณลักษณะของสินค้า (ATTP) มีผลต่อความเต็มใจจ่ายที่ลดลง (Table 6)

Table 6 Parameter estimates of determinants of WTP towards natural enemies products (Tobit model)

Variable	Coefficient (B)		
	Egg natural enemies products		
	Stink bugs type	Assassin bugs type	Trichogramma type
Constant	248.861***	233.296***	276.104***
GEN (X1)	0.731	0.755	1.002
AGE (X2)	0.251***	0.230***	0.306***
EDU (X3)	0.262	0.420*	0.404
EXPA (X4)	-0.151***	-0.161***	-0.193**
LAB (X5)	-4.735***	-6.389***	-7.934***
TINCA (X6)	0.002***	0.003***	0.004***
TINCO (X7)	3.91e-05	3.77e-05	4.57e-05
COST (X8)	-0.088***	-0.080***	-0.090***
ATTA (X9)	2.755	4.392*	7.171**
ATTP (X10)	-1.148	-2.136	-4.913**
KNOWA (X11)	5.819***	6.144***	7.532***
PER (X12)	14.290***	18.975***	20.090***
ACC (X13)	1.851*	1.283	2.286
HOLD (X14)	4.543***	6.675***	10.749***
LAND (X15)	-0.120	-0.178*	-0.179
SOU1 (X16)	2.037	3.928**	5.453**
SOU2 (X17)	-3.076	-2.000	-1.665
CHAN1 (X19)	1.645	1.981	-2.597
CHAN2 (X20)	7.576***	13.208***	14.760***
CHAN3 (X21)	7.040***	8.445***	6.729***
Sigma	146.25	202.65	349.833
No. observations	500	500	500
Log likelihood function	-1,301.89	-1,317.75	-1,471.36
Pseudo R2	0.34	0.36	0.31

*, **, *** indicate significant at the P<0.10, P<0.05 and P<0.01, respectively.

สรุปผลการวิจัย

สรุปผลการศึกษาการสอบถามเกษตรกรถึงเต็มใจจ่ายเพื่อซื้อผลิตภัณฑ์แมลงศัตรูธรรมชาติ ผลการศึกษาพบว่า มูลค่าความเต็มใจจ่ายเพื่อซื้อผลิตภัณฑ์แมลงศัตรูธรรมชาติในราคาเฉลี่ยที่คำนวณได้เท่ากับ 348.08, 361.10 และ 428.70 บาทต่อแพ็ค ตามลำดับ ซึ่งมีราคาต่ำกว่าต้นทุนการผลิตผลิตภัณฑ์ แต่อย่างไรก็ตาม ต้นทุนที่คำนวณนั้นเป็นต้นทุนเริ่มแรกในการตั้งโรงงานมีการคำนวณต้นทุนทางบัญชีอย่างครบถ้วนจึงทำให้มีต้นทุนที่สูง อีกทั้งเกษตรกรยังไม่มีความมั่นใจในประสิทธิภาพการกำจัดแมลงศัตรูข้าว เพราะเนื่องจากเดิมเคยใช้สารเคมี และเพิ่งจะริเริ่มทำเกษตรแบบปลอดสารจึงอาจจะทำให้ค่าความเต็มใจจ่ายไม่สูงมากนัก สำหรับปัจจัยที่มีผลต่อความเต็มใจจ่ายของผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 ชนิดในทิศทางเดียวกัน คือ อายุ รายได้ภาคการเกษตร ความรู้เกี่ยวกับเกษตรอินทรีย์ การรับรู้ต่อแมลงศัตรูธรรมชาติ การถือครองที่ดินด้วยตนเอง และช่องทางการรับรู้ข่าวสารทางการเกษตรผ่านเอกสารวิชาการและสื่อออนไลน์ ในส่วนของปัจจัยที่มีผลต่อความเต็มใจจ่ายของผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 ชนิดในทิศทางตรงกันข้าม ได้แก่ ประสบการณ์การทำเกษตร จำนวนแรงงาน และต้นทุนการกำจัดแมลงศัตรูพืช

ข้อเสนอแนะ

จากข้อมูลความเต็มใจจ่ายและปัจจัยที่ส่งผลต่อความเต็มใจจ่ายของผลิตภัณฑ์แมลงศัตรูธรรมชาติ พบว่าค่าความเต็มใจจ่ายของเกษตรกรไม่สอดคล้องกับต้นทุนการผลิตของผลิตภัณฑ์ โดยสินค้าที่มีต้นทุนสูงมีความเต็มใจจ่ายต่ำกว่าสินค้าที่มีต้นทุนการผลิตต่ำ แต่เมื่อมาวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อความเต็มใจจ่ายพบว่า ความรู้เกี่ยวกับเกษตรอินทรีย์ และการรับรู้ต่อแมลงศัตรูธรรมชาติ จะช่วยให้ความเต็มใจจ่ายเพิ่มสูงขึ้นและจะทำให้เกษตรกรเข้าใจผลิตภัณฑ์ได้ดียิ่งขึ้น ดังนั้นหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในกิจกรรมทางการเกษตรที่ส่งเสริมการทำ

การเกษตรแบบอินทรีย์ เช่น กรมส่งเสริมการเกษตร กรมวิชาการเกษตร หรือแม้กระทั่งโรงงานต้นแบบเพาะพันธุ์แมลงศัตรูธรรมชาติที่ทำการผลิตผลิตภัณฑ์นี้ขึ้นมา ควรจัดการอบรมเผยแพร่ความรู้เกี่ยวกับการทำเกษตรแบบอินทรีย์และศัตรูธรรมชาติ โดยเน้นไปที่เกษตรกรที่มีอายุมาก เนื่องจากในการศึกษาคั้งนี้พบว่าเกษตรกรที่อายุมากมีแนวโน้มดูแลสุขภาพของตัวเองมากขึ้นและมีความเต็มใจจ่ายต่อผลิตภัณฑ์แมลงศัตรูธรรมชาติมากกว่าผู้ที่มีอายุน้อย แต่อย่างไรก็ตามผู้ที่มีอายุน้อยก็เป็นกลุ่มเป้าหมายที่ไม่อาจมองข้ามได้ ความรู้เกี่ยวกับเกษตรอินทรีย์ที่หน่วยงานที่เกี่ยวข้องนำเสนอควรมีเนื้อหาที่ทำให้เกษตรกรที่มีอายุน้อยตระหนักถึงโทษของสารเคมีที่มีต่อสุขภาพ เพื่อให้เกษตรกรกลุ่มนี้หันมาเลือกใช้ปัจจัยการผลิตที่เป็นแบบอินทรีย์อย่างผลิตภัณฑ์ศัตรูธรรมชาติ อีกทั้งการให้ความรู้เกี่ยวกับการทำเกษตรแบบอินทรีย์และศัตรูธรรมชาติในปัจจุบันสามารถทำได้ง่ายและรวดเร็ว นั่นคือ การเผยแพร่ความรู้ดังกล่าวผ่านสื่อสังคมออนไลน์ เนื่องจากผลการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อความเต็มใจจ่ายพบว่า ช่องทางการรับรู้ผ่านสื่อออนไลน์และช่องทางการรับรู้ผ่านวารสารหรือนิตยสาร แม้กระทั่งเอกสารทางวิชาการเกษตร จะทำให้ค่าความเต็มใจจ่ายเพิ่มสูงขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณโครงการการศึกษาต้นทุนการผลิตและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของการผลิตแมลงศัตรูธรรมชาติภายใต้ระบบห่วงโซ่มูลค่าเพื่อใช้ประโยชน์ในการควบคุมแมลงศัตรูพืชโดยชีววิธีในเชิงพาณิชย์ คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ และอาจารย์ผู้ส่งเสริมการศึกษาของโครงการฯ ที่ให้การสนับสนุนและอนุเคราะห์สถานที่ ข้อมูล ตลอดจนเกษตรกรผู้ปลูกข้าวในจังหวัดเชียงใหม่ ที่ได้ให้ความร่วมมือและอนุเคราะห์พื้นที่ในการเก็บข้อมูลการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- Bangmek, R. and M. Singhavara. 2020. **A Study on the Production Costs and Economic Returns of Insect Natural Enemy Production Under the Value Chain System for Commercial Biological Control.** 103 p. *In* Research Report. Chiang Mai: Maejo University. [in Thai]
- Cronbach, L.J. 1951. Coefficient alpha and the internal structure of tests. **Psychometrika** 16: 297-334.
- Echessah, P.N., B.M. Swallow, D.W. Kamara and J.J. Curry. 1997. Willingness to contribute labor and money to tsetse control: application of contingent valuation in Busia district, Kenya. **World Development** 25(2): 239-253.
- Erdem, C., I. Senturk and T. Simsek. 2010. Identifying the factors affecting the willingness to pay for fuel-efficient. **Energy Policy** 38(6): 3038-3043.
- Giannakas, K. 2002. Information asymmetries and consumption decisions in organic food product markets. **Canadian Journal of Agricultural Economics** 50: 35-50.
- Gulseven, O. 2014. Estimating the demand factors and willingness to pay for agricultural insurance. **Australian Journal of Engineering Research** 1(4): 13-18.
- Haghjou, M., B. Hayati, E. Pishbahar, R. Mohammadrezaei and Gh. Dashti. 2013. Factors affecting consumers' potential willingness to pay for organic food products in Iran: case study of Tabriz. **Journal of Agricultural Science and Technology** 15(2): 191-202.
- Krejcie, R.V. and D.W. Morgan. 1970. Determining sample size for research activities. **Educational and Psychological Measurement** 30(3): 607-610.
- Likert, R. 1932. A technique for measurement of attitudes. **Archives of Psychology** 3(1): 42-48.
- Panmanee, C. and R. Kongtanajaruanun. 2011. **Willingness to Pay and Ability to Pay for Fresh Organic Vegetables of the Consumers in Chiang Mai Province.** 87 p. *In* Research Report. Chiang Mai: Maejo University. [in Thai]
- Pinthadit, P., M. Sinhavara, A. Cheamuangphan and W. Wongdeethai. 2018. Willingness to pay and factors affecting pesticide-free rice buying. **Journal of Liberal Arts Maejo University** 6(1): 149-162. [in Thai]
- Pokou, K., M.J.B. Kamuanga and A.G.M. N'Gbo. 2010. Farmers' willingness to contribute to tsetse and trypanosomosis control in West Africa: the case of Northern Côte d'Ivoire. **Biotechnol. Agron. Soc. Environ.** 14(3): 441-450.

- Pratiwi, S.R., E. Purnomo and S. Usman. 2019. Willingness to Pay for Critical Land. pp. 60-63. *In Proceedings of the International Conference on Social Studies and Environmental Issues (ICOSSEI 2019)*. Balikpapan: Research Synergy Foundation.
- Seneerattanaprayul, J. 2012. The Evaluation of Willingness to Pay and Factor Influencing on Donation. pp. 217-223. *In Proceedings of 50th Kasetsart University Annual Conference*. Bangkok: Kasetsart University. [in Thai]
- Tobin, J. 1958. Estimation of relationships for limited dependent variables. *Econometrica* 26(1): 24-36.
- Vanit-Anunchai, C. and E. Schmidt. 2004. Consumer willingness to pay for environmentally friendly produced vegetables in Thailand. *ISHS Acta Horticulturae 655: XV International Symposium on Horticultural Economics and Management* 655: 107-113. [Online]. Available http://www.actahort.org/books/655/655_13.htm (April 22, 2022)
- Wanyoike, F., N. Mtimet and B. Bett. 2019. Willingness to pay for a Rift valley fever (RVF) vaccine among Kenyan cattle producers. *Preventive Veterinary Medicine* 171(1): 1-9.
- Yooyen, A., N. Leerattanakorn and C. Phunmanee. 2011. **Market Potential and Willingness to Pay for Organic Pork Product in Chiangmai Province**. 79 p. *In Research Report*. Chiang Mai: Maejo University. [in Thai]

การวิเคราะห์ต้นทุนต่อหน่วยฟาร์มอนุบาลลูกกบนาอัจฉริยะ Unit Cost Analysis for Smart Frog (*Hoplobatrachus rugulosus*) Farm

ประภท ช่วยสถิตย์^{1*} ศักดิ์ศรี รักไทย¹ และยูวดี อัยดำ²

Pragrit Chuaysatit^{1*}, Saksri Rakthai¹ and Yuwadee Uydarn²

¹คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330

²แผนกวิชาประมงอุตสาหกรรม วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีนครศรีธรรมราช นครศรีธรรมราช 80250

¹Faculty of Science and Technology, Pathumwan Institute of Technology, Bangkok, Thailand 10330

²Faculty of Fisheries Industry, Nakhon Si Thammarat College of Agriculture and Technology

Nakhon Si Thammarat, Thailand 80250

*Corresponding author: pragrit_c@yahoo.co.th

Received :June 03, 2022

Revised :December 21, 2022

Accepted :December 29, 2022

Abstract

The objective of this research was to 1) study the cost per unit of nursing of frog tadpoles, traditional farm and smart farm 2) analyze the cost per unit of the smart frog farm: a case study of the Faculty of Fisheries Industry, Department of Aquaculture, Nakhon Si Thammarat College of Agriculture and Technology. The research was carried out in five steps, as follows: 1) studying general information of traditional frog farm and smart frog farm, 2) analyzing organization structure for determining unit cost, 3) calculating unit cost of traditional frog farm, 4) calculating unit cost of smart frog farm and 5) comparing unit cost of traditional frog farm with smart frog farm. The results showed that the cost per unit of traditional frog farm was 1.98 Baht which was divided into labor cost 1.59 Baht, material cost 0.34 Baht and capital cost 0.05 Baht. The cost per unit of smart frog farm was 1.87 Baht which was divided into labor was 1.13 Baht, material cost 0.70 Baht and capital cost 0.04 Baht. Moreover, the unit cost of the traditional frog farm was higher than smart frog farm of 0.11 Baht. The smart frog farm has a lower labor cost but has a higher material cost than that caused by the electronic equipment used. Therefore, the equipment should be chosen to have the appropriate of specifications for use, including the maintenance of the equipment in order to control the cost of materials to be appropriate for production.

Keywords: unit cost, nursing of frog tadpoles, smart frog farm

บทคัดย่อ

การศึกษาวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาต้นทุนต่อหน่วยฟาร์มอนุบาลลูกกบนาแบบดั้งเดิมและฟาร์มอัจฉริยะ 2) วิเคราะห์ต้นทุนต่อหน่วยฟาร์มอนุบาลลูกกบนาอัจฉริยะ ของแผนกวิชาประมงอุตสาหกรรมสาขาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยี นครศรีธรรมราช ดำเนินการวิจัยโดยแบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอนคือ 1) ศึกษาข้อมูลทั่วไปของฟาร์มอนุบาลลูกกบนาแบบดั้งเดิมและฟาร์มอัจฉริยะ 2) วิเคราะห์โครงสร้างองค์ประกอบเพื่อกำหนดหน่วยต้นทุน 3) คำนวณต้นทุนต่อหน่วยของฟาร์มอนุบาลลูกกบนาแบบดั้งเดิม 4) คำนวณต้นทุนต่อหน่วยของฟาร์มอนุบาลลูกกบนาอัจฉริยะ และ 5) เปรียบเทียบต้นทุนต่อหน่วยของการอนุบาลลูกกบนาจากฟาร์มดั้งเดิมกับฟาร์มอัจฉริยะ ผลการศึกษาพบว่าต้นทุนต่อหน่วยการอนุบาลลูกกบนาฟาร์มดั้งเดิมเท่ากับ 1.98 บาทต่อตัว แบ่งเป็นต้นทุนค่าแรงเท่ากับ 1.59 บาทต่อตัว ต้นทุนค่าวัสดุเท่ากับ 0.34 บาทต่อตัว และต้นทุนค่าลงทุนเท่ากับ 0.05 บาทต่อตัว และฟาร์มอัจฉริยะเท่ากับ 1.87 บาทต่อตัว แบ่งเป็นต้นทุนค่าแรงเท่ากับ 1.13 บาทต่อตัว ต้นทุนค่าวัสดุเท่ากับ 0.70 บาทต่อตัว และต้นทุนค่าลงทุนเท่ากับ 0.04 บาทต่อตัว ต้นทุนต่อหน่วยของฟาร์มดั้งเดิมสูงกว่าฟาร์มอัจฉริยะเท่ากับ 0.11 บาทต่อตัว โดยฟาร์มอัจฉริยะมีต้นทุนค่าแรงต่ำกว่าแต่มีต้นทุนค่าวัสดุสูงกว่าอันเกิดจากค่าอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่นำมาใช้ ดังนั้นจึงควรเลือกอุปกรณ์ให้มีคุณลักษณะ (Specification) เหมาะสมกับการใช้งานรวมทั้งคำนึงถึงการดูแลรักษาอุปกรณ์เพื่อควบคุมต้นทุนค่าวัสดุให้มีสัดส่วนเหมาะสมกับการผลิต

คำสำคัญ: ต้นทุนต่อหน่วย การอนุบาลลูกกบนา ฟาร์มอัจฉริยะ

คำนำ

เกษตรอัจฉริยะเป็นยุทธศาสตร์ชาติด้านหนึ่งในการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันภาคการเกษตรด้วยเทคโนโลยีและนวัตกรรม จากแผนปฏิบัติการด้านเกษตรอัจฉริยะ พ.ศ. 2563–2565 ของคณะกรรมการขับเคลื่อนการพัฒนาเกษตรอัจฉริยะ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ได้กำหนดเป้าหมายภายใน 3 ปี ด้วยการเพิ่มจำนวนกลุ่มเกษตรกร ฟาร์ม และ Start up เกษตรอัจฉริยะจำนวน 385 แห่ง จากจำนวนฟาร์มปศุสัตว์ 3,302,406 แห่ง และฟาร์มประมงน้ำจืด 477,042 แห่ง (Ministry of Agriculture and Cooperatives, 2022) ในการขับเคลื่อนยุทธศาสตร์ชาติ จะเห็นได้ว่าการพัฒนาเกษตรอัจฉริยะยังคงสามารถพัฒนาได้เพิ่มขึ้นอีกโดยเฉพาะอย่างยิ่งในภาคการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด เช่น ปลานิล ปลาดุก ปลาช่อน กุ้งก้ามกราม และกบ เป็นต้น จากข้อมูลสถิติผลผลิตการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืดประจำปี พ.ศ. 2563 กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ พบว่ามีฟาร์มกบทั่วประเทศเท่ากับ 2,108 แห่ง มีมูลค่าการผลิตเท่ากับ 132.31 ล้านบาททั้งหมดเป็นฟาร์มแบบดั้งเดิมของเกษตรกรส่วนใหญ่ที่เลี้ยงในครัวเรือนด้วยบ่อซีเมนต์และบ่อดิน

การศึกษาวิจัยและพัฒนากาเพาะเลี้ยงและอนุบาลลูกกบแบบอัจฉริยะในการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันจึงเป็นสิ่งที่น่าสนใจ อย่างไรก็ตามในการลงทุนพัฒนากาอนุบาลลูกกบนาแบบอัจฉริยะนั้นยังมีประเด็นต้นทุนและความคุ้มค่าในการลงทุนเป็นเหตุให้นักวิจัยต่าง ๆ ได้ศึกษาวเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนการผลิตกบนาเพื่อใช้ประกอบการตัดสินใจการลงทุน อาทิเช่น การศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการผลิตและการตลาดฟาร์มกบแบบดั้งเดิมของเกษตรกรในจังหวัดเลยซึ่งเกษตรกรส่วนใหญ่เลี้ยงกบสร้างรายได้ด้วยแรงงานในครอบครัว พบว่าต้นทุนการผลิตสูงและมีกำไรสุทธิต่ำสาเหตุมาจากต้นทุนค่าดำเนินงานสูง (ค่าอาหารกบและยารักษาโรค) คิดเป็นร้อยละ 88.80 ของต้นทุนการผลิตทั้งหมด รวมทั้งการเลี้ยงได้รับผลผลิตต่ำ (Preeyanun et al., 2014) การศึกษาวิจัย

เกี่ยวกับรูปแบบและอาหารที่เหมาะสมสำหรับการผลิตกบนา (*Rana rugulosa*) ที่เป็นการเลี้ยงแบบดั้งเดิม พบว่าต้นทุนการผลิตจากอาหารสำเร็จรูปชนิดเม็ดลอยน้ำที่ผลิตขึ้นเองแบบโปรตีน 30% ให้ผลผลิตสูงสุดและมีต้นทุนต่ำสุด (Nattakarn *et al.*, 2011) การศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาวิธีการเลี้ยงกบแบบดั้งเดิมตามแนวปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงในบ่อซีเมนต์ปูกระเบื้อง บ่อกระชัง และบ่อดิน พบว่าการเลี้ยงกบในบ่อซีเมนต์ปูกระเบื้องมีต้นทุนต่ำที่สุดและให้ผลผลิตต่อหน่วยพื้นที่สูงที่สุด แต่ต้นทุนการสร้างบ่อเริ่มแรกค่อนข้างสูง (Thongyun *et al.*, 2011) และการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับอัตราการเจริญเติบโตและการรอดตายของกบนาที่เลี้ยงแบบดั้งเดิมด้วยอาหารต่างชนิดกัน พบว่าอาหารที่ใช้เลี้ยงต่างชนิดกันทำให้มีต้นทุนและผลผลิตที่ได้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีต้นทุนค่าอาหารและวัสดุ ต้นทุนค่าลงทุน และต้นทุนค่าแรง ตามสัดส่วนเท่ากับ 62.34 : 25.05 : 13.61 ตามลำดับ (Rat, 2008) จากงานวิจัยดังกล่าวจะเห็นได้ว่าต้นทุนและผลผลิตเป็นสิ่งสำคัญหากเพิ่มผลผลิตได้และควบคุมต้นทุนการผลิตให้อยู่ในสัดส่วนที่เหมาะสมจะทำให้ขีดความสามารถในการแข่งขันเพิ่มมากขึ้น การวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตจะทำให้ทราบโครงสร้างต้นทุนซึ่งเป็นประโยชน์ในการบริหารจัดการทรัพยากรเพื่อควบคุมต้นทุนการผลิต ทั้งนี้จากการศึกษาบทความวิจัยเกี่ยวกับการวิเคราะห์ต้นทุนต่อหน่วยของฟาร์มการเกษตรทำให้ทราบโครงสร้างต้นทุนซึ่งประกอบด้วย ต้นทุนค่าลงทุน ต้นทุนค่าวัสดุ และต้นทุนค่าแรง อาทิเช่น การศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการวิเคราะห์ต้นทุนต่อหน่วยการลงเลี้ยงปลานิลแบบเลี้ยงรวมและแบบเลี้ยงชนิดเดียวโดยต้นทุนหลักประกอบด้วย ต้นทุนค่าวัสดุ (อาหารและอุปกรณ์) ต้นทุนค่าลงทุนสร้างกระชัง และต้นทุนค่าแรง พบว่าต้นทุนต่อหน่วยแบบเลี้ยงรวมเท่ากับ 33.16 บาทต่อกิโลกรัมและแบบเลี้ยงชนิดเดียวเท่ากับ 65.56 บาทต่อกิโลกรัม (Suwitthayaporn, 2015) และการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาวิธีการเลี้ยงกบตามแนวปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงโดยต้นทุนทั้งหมดประกอบด้วย ต้นทุนค่าลงทุนสร้างบ่อ ต้นทุนค่าอาหาร

และวัสดุ และต้นทุนค่าแรง พบว่าการเลี้ยงกบนาในบ่อซีเมนต์ให้ผลผลิตต่อหน่วยพื้นที่เท่ากับ 20.81 บาทต่อกิโลกรัม และต้นทุนต่อหน่วยเท่ากับ 59.18 บาทต่อกิโลกรัม (Thongyun *et al.*, 2011) สำหรับฟาร์มอัจฉริยะ Jakkrit (2016) กล่าวว่ามีความแตกต่างจากฟาร์มแบบดั้งเดิมโดยฟาร์มอัจฉริยะ (Smart farm) หรือฟาร์มที่มีความแม่นยำ (Precision farm) เป็นการทำฟาร์มที่นำวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีมาใช้เป็นเครื่องมือ ทำการใช้ทรัพยากรการผลิตอย่างถูกต้องแม่นยำ ผลผลิตเพิ่มขึ้นและช่วยลดต้นทุนการผลิตแต่ฟาร์มอัจฉริยะมีต้นทุนค่าวัสดุและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ต้องลงทุนเพิ่ม สอดคล้องกับการศึกษาวิจัยของ Punsri and Promsaka Na Sakolnakom (2019) ที่พบว่าต้นทุนรวมของโรงเรือนควบคุมด้วยระบบสมาร์ตฟาร์มสูงกว่าวิธีการทำการเกษตรแบบดั้งเดิมเนื่องจากส่วนใหญ่เป็นค่าอุปกรณ์ของระบบแต่มีต้นทุนค่าแรงต่ำกว่า ให้ผลผลิตมากกว่าและต้นทุนต่อหน่วยต่ำกว่า

ด้วยเหตุผลดังกล่าวงานวิจัยนี้จึงได้นำหลักการวิเคราะห์ต้นทุนต่อหน่วยมาประยุกต์ใช้ในการวิจัยเรื่องการวิเคราะห์ต้นทุนต่อหน่วยฟาร์มอนุบาลลูกกบนาอัจฉริยะ งานฟาร์มแผนกวิชาประมงอุตสาหกรรมวิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีนครศรีธรรมราช เพื่อศึกษาต้นทุนต่อหน่วยของการผลิตลูกกบนาจากฟาร์มอนุบาลลูกกบนาแบบดั้งเดิมและฟาร์มอัจฉริยะ และวิเคราะห์ต้นทุนต่อหน่วยฟาร์มอนุบาลลูกกบนาอัจฉริยะ ผลการศึกษาทำให้ทราบว่าการผลิตลูกกบนาจากฟาร์มแบบดั้งเดิมกับฟาร์มอัจฉริยะมีต้นทุนแตกต่างกันอย่างไรและต้นทุนต่อหน่วยของลูกกบนาฟาร์มอัจฉริยะที่แท้จริงเท่าไร? อันนำไปสู่การตัดสินใจลงทุนและการจัดงบประมาณในแต่ละปีงบประมาณของผู้บริหารวิทยาลัยฯ ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดสำหรับงานฟาร์มอนุบาลลูกกบนาและสามารถจำหน่ายลูกกบนาในราคาต้นทุนให้แก่เกษตรกรในพื้นที่สำหรับนำไปเพาะเลี้ยงต่อเพื่อจำหน่ายกบนาสู่ตลาดผู้บริโภคเป็นการช่วยลดต้นทุนการผลิตของเกษตรกร รวมทั้งเป็นแหล่งเรียนรู้ด้านเทคโนโลยีเกษตรอัจฉริยะของเกษตรกรในพื้นที่อีกด้วย

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาวิจัยเรื่องการวิเคราะห์ต้นทุนต่อหน่วยฟาร์มอนุบาลลูกกบนาอัจฉริยะมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาด้านต้นทุนต่อหน่วยฟาร์มอนุบาลลูกกบนาแบบดั้งเดิมและฟาร์มอัจฉริยะ และวิเคราะห์ต้นทุนต่อหน่วยฟาร์มอนุบาลลูกกบนาอัจฉริยะ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

หน่วยงานของวิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีนครศรีธรรมราช จำนวน 11 หน่วยงาน ที่เกี่ยวข้องกับงานฟาร์มและงานการเรียนการสอนตามแผนภูมิโครงสร้างการบริหารวิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีนครศรีธรรมราช ปี พ.ศ. 2564 (Information center, Nakhonsithammarat College of Agriculture and Technology, 2021) โดยแบ่งออกเป็น 2 หน่วยต้นทุน ได้แก่ หน่วยต้นทุนงานหลัก(ผลิต) 6 หน่วย และหน่วยต้นทุนงานสนับสนุน 5 หน่วย ดำเนินการศึกษาวินิจฉัยโดยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลค่าใช้จ่ายของหน่วยต้นทุนจำนวน 1 ปีงบประมาณ คือปีงบประมาณ พ.ศ. 2564 (1 ตุลาคม พ.ศ. 2563 – 30 กันยายน พ.ศ. 2564)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) การสอบถามข้อมูลค่าใช้จ่ายทางบัญชีกับผู้บริหารเพื่อยืนยันความถูกต้องของข้อมูลในแผนปฏิบัติการประจำปีงบประมาณ 2) การสังเกตจากผู้วิจัยในการอนุบาลลูกกบนาทั้งสองวิธี 3) แบบฟอร์มที่พัฒนาขึ้นในโปรแกรมสำเร็จรูปทางคอมพิวเตอร์

การเก็บรวบรวมข้อมูล

รวบรวมข้อมูลย้อนหลัง (Retrospective) จากแผนปฏิบัติการประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2564 และแผนปฏิบัติการประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2565

วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีนครศรีธรรมราช ได้แก่ ต้นทุนค่าแรง (Labor cost) ต้นทุนค่าวัสดุ (Material cost) ต้นทุนค่าลงทุน (Capital cost) และข้อมูลการผลิตลูกกบนา มาบันทึกในแบบฟอร์มที่พัฒนาขึ้นในโปรแกรมสำเร็จรูปทางคอมพิวเตอร์

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลค่าใช้จ่ายทางบัญชีของหน่วยต้นทุนของวิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีนครศรีธรรมราช ด้วยการคำนวณในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ นำผลมาวิเคราะห์เชิงพรรณนา (Descriptive method) ได้แก่ โครงสร้างฟาร์มแบบดั้งเดิมและฟาร์มอัจฉริยะเพื่ออธิบายสภาพทั่วไปทางกายภาพของโครงสร้างฟาร์มแบบดั้งเดิมและฟาร์มอัจฉริยะ และการวิเคราะห์เชิงปริมาณ (Quantitative method) ได้แก่ ต้นทุนค่าแรง ต้นทุนค่าวัสดุ และต้นทุนค่าลงทุน เพื่อศึกษาด้านต้นทุนต่อหน่วยฟาร์มอนุบาลลูกกบนาแบบดั้งเดิมและฟาร์มอัจฉริยะ และเพื่อวิเคราะห์ต้นทุนต่อหน่วยฟาร์มอนุบาลลูกกบนาอัจฉริยะ

วิธีการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ แบ่งขั้นตอนการวิจัยออกเป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาข้อมูลทั่วไปของฟาร์มอนุบาลลูกกบนาแบบดั้งเดิมและฟาร์มอัจฉริยะ

โดยศึกษาโครงสร้างทางกายภาพวิธีการอนุบาลและวิธีการบริหารจัดการฟาร์มอนุบาลลูกกบนาแบบดั้งเดิมและแบบอัจฉริยะ

ขั้นตอนที่ 2 วิเคราะห์โครงสร้างองค์กรเพื่อกำหนดหน่วยต้นทุน

โดยกำหนดหน่วยต้นทุนเป็น 2 ประเภท คือ หน่วยต้นทุนงานหลัก (Functional cost center) ซึ่งทำหน้าที่เป็นหน่วยงานผลิตผลผลิตขององค์กร และหน่วยต้นทุนงานสนับสนุน (Support cost center) ที่ทำหน้าที่สนับสนุนการผลิตผลผลิตขององค์กร

ขั้นตอนที่ 3: คำนวณต้นทุนต่อหน่วยของฟาร์มอนุบาล ลูกกบนาแบบดั้งเดิม

โดยแบ่งการศึกษาออกเป็น 3 ขั้นตอนย่อย ดังนี้

1) กำหนดเกณฑ์และอัตราการปันส่วนต้นทุน (Allocation criteria and rate)

โดยวิธีการปันส่วนต้นทุน (Allocation method) แบบการกระจายโดยตรง (Bureau of Public Sector Accounting Standards, 2018) ตามเกณฑ์การปันส่วน 2 เกณฑ์ คือ

1. เกณฑ์การกระจายตามสัดส่วนจำนวนบุคลากรของหน่วยต้นทุนงานหลัก
2. เกณฑ์การกระจายตามสัดส่วนจำนวนอนุบาลลูกกบนา

2) ปันส่วนต้นทุน (Indirect cost allocation)

โดยการย้ายต้นทุนของหน่วยต้นทุนงานสนับสนุน (Support cost centers) ไปยังหน่วยต้นทุนงานหลัก (Functional cost centers) ตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

1. รวบรวมข้อมูลต้นทุนทางตรงทั้งหมด (Total direct cost) ของแต่ละหน่วยต้นทุน ซึ่งประกอบด้วย ต้นทุนค่าแรง (Labour cost; LC) ต้นทุนค่าวัสดุ (Material cost; MC) และต้นทุนค่าลงทุน (Capital cost; CC) โดยต้นทุนทางตรงทั้งหมด เท่ากับผลรวมของต้นทุนค่าแรง ต้นทุนค่าวัสดุ และต้นทุนค่าลงทุน ดังสมการที่ 1

$$TDC = LC + MC + CC \quad (1)$$

เมื่อ TDC = ต้นทุนทางตรงทั้งหมด

LC = ต้นทุนค่าแรง

MC = ต้นทุนค่าวัสดุ

CC = ต้นทุนค่าลงทุน

2. ย้ายต้นทุนทางตรงทั้งหมด (Total direct cost; TDC) ของหน่วยต้นทุนงานสนับสนุนไปยังแต่ละหน่วยต้นทุนงานหลักตามเกณฑ์และอัตราการปันส่วนต้นทุน (Allocation criteria and rate) โดยต้นทุนที่ย้ายไปนั้นจะกลายเป็นต้นทุนทางอ้อมทั้งหมด (Indirect cost; IDC) ของหน่วยต้นทุนงานหลัก

3. คำนวณต้นทุนรวมทั้งหมด (Total full cost; TFC) ของแต่ละหน่วยต้นทุนงานหลัก ซึ่งเป็นผลรวมต้นทุนทางตรงทั้งหมด (Total direct cost; TDC) และต้นทุนทางอ้อมทั้งหมด (Indirect cost; IDC) ดังสมการที่ 2

$$TFC = TDC + IDC \quad (2)$$

เมื่อ TFC = ต้นทุนรวมทั้งหมด

TDC = ต้นทุนทางตรงทั้งหมด

IDC = ต้นทุนทางอ้อมทั้งหมด

3) คำนวณต้นทุนต่อหน่วย (Unit cost calculation)

คำนวณจากต้นทุนรวมทั้งหมด (Total full cost; TFC) หารด้วยจำนวนผลผลิต (Output; OP) มีหน่วยเป็นบาทต่อตัว ดังสมการที่ 3

$$UC = \frac{TFC}{OP} \quad (3)$$

เมื่อ UC = ต้นทุนต่อหน่วย

TFC = ต้นทุนรวมทั้งหมด

OP = ผลผลิต

ขั้นตอนที่ 4: คำนวณต้นทุนต่อหน่วยของฟาร์มอนุบาล ลูกกบนาอัจฉริยะ

โดยแบ่งการศึกษาออกเป็น 3 ขั้นตอนย่อย ดังนี้

- 1) รวบรวมข้อมูลต้นทุนค่าวัสดุ (Material cost; MC) ตามโครงสร้างทางกายภาพของฟาร์มอนุบาลลูกกบนาแบบอัจฉริยะ

2) คำนวณต้นทุนรวมทั้งหมด (Total full cost; TFC)

3) คำนวณต้นทุนต่อหน่วย (Unit cost; UC)

ของฟาร์มอนุบาลลูกกบนาแบบอัจฉริยะ ทั้งนี้ได้สรุปวิธีการคำนวณต้นทุนต่อหน่วย (Figure 1)

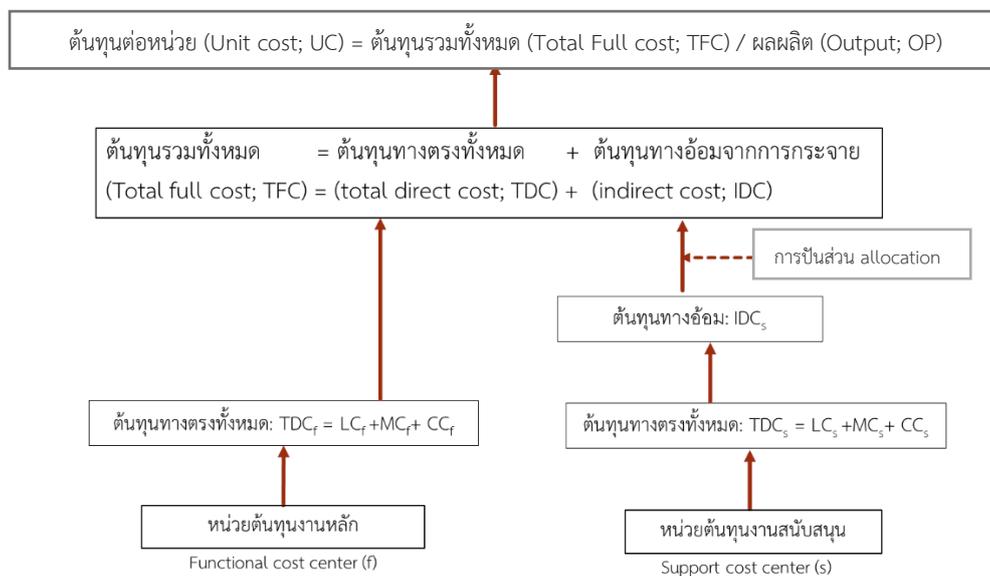


Figure 1 Calculation of the unit cost of nursing of frog tadpoles

ขั้นตอนที่ 5 เปรียบเทียบต้นทุนต่อหน่วยของการอนุบาลลูกกบนาจากฟาร์มดั้งเดิมกับฟาร์มอัจฉริยะ

โดยการพิจารณาความแตกต่างของต้นทุนต่อหน่วยและผลผลิตลูกกบนาจากการอนุบาลลูกกบนาแบบดั้งเดิมและแบบอัจฉริยะ

ผลการวิจัย

การศึกษาต้นทุนต่อหน่วยฟาร์มอนุบาลลูกกบนาแบบดั้งเดิมและฟาร์มอัจฉริยะ

การศึกษาข้อมูลทั่วไปของฟาร์มอนุบาลลูกกบนาแบบดั้งเดิมและฟาร์มอัจฉริยะ

ของแผนกวิชาประมงอุตสาหกรรม วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีนครศรีธรรมราช เพื่อจำหน่ายให้แก่เกษตรกรในพื้นที่ช่วงเดือน กุมภาพันธ์-สิงหาคม ของทุกปี โดยมีระยะเวลาการอนุบาล 2 เดือนต่อ 1 รอบการเลี้ยง จำนวน 10 บ่อ โดยมีโครงสร้างทางกายภาพที่เหมือนกัน คือ โรงเรือนอนุบาลเป็นบ่อปูนซีเมนต์รูปทรงสี่เหลี่ยมขนาด 2.00x3.00x0.80 เมตร

พื้นปูกระเบื้อง โครงสร้างโรงเรือนเป็นเหล็กสูง 1.50 เมตร ด้านบนและด้านข้างใช้ตาข่ายเหล็กคลุมล้อมรอบเพื่อป้องกันศัตรูลูกกบ เป็นลักษณะบ่อเปิดรับแสงแดด พื้นบ่อลาดเอียงเล็กน้อยไปยังท่อน้ำทิ้งบริเวณพื้นบ่อด้านหลัง ภายในบ่อมีพื้นที่แห้งประมาณ 1.50 ตารางเมตร เพื่อเป็นที่พักของลูกกบนา ทั้ง 10 บ่ออยู่ในโรงอนุบาลเดียวกัน มีระบบท่อน้ำเข้าแต่ละบ่อและระบบไฟฟ้าแสงสว่างบริเวณทางเดิน สำหรับความแตกต่างของโรงเรือนอนุบาลทั้งสองแบบ สรุปรายละเอียด ได้ดังนี้

ฟาร์มอนุบาลลูกกบนาแบบดั้งเดิม ปริมาณน้ำในบ่อลึก 10 เซนติเมตร ปล่อยลูกกบนาอายุ 20 วัน จำนวน 3,000 ตัวต่อบ่อ ให้อาหารสำเร็จรูปชนิดเม็ดลอยน้ำที่มีโปรตีนไม่น้อยกว่าร้อยละ 37 วันละ 3 ครั้ง คือช่วงเช้า ช่วงเที่ยง และช่วงเย็น ด้วยวิธีการหว่านสำหรับการเปลี่ยนถ่ายน้ำในบ่อใช้วิธีการปล่อยน้ำเข้าบ่อตลอดเวลาเพื่อให้น้ำใหม่เข้าแทนที่น้ำเก่าและชะล้างตะกอนบางส่วนออกไป โดยใช้ตะแกรงกันบริเวณท่อน้ำทิ้งป้องกันลูกกบหลุดลอดออกจากบ่อ (Figure 2A)

ฟาร์มอนุบาลลูกกบนาแบบอัจฉริยะ บริเวณด้านบนโครงสร้างโรงเรือนมีการติดตั้งชุดพ่นหมอก (Fog Spray) จำนวน 4 หัวฉีดต่อบ่อ ควบคุมการเปิด-ปิดน้ำอัตโนมัติโดยตั้งเวลาเปิดทุก 3 นาที และปิดทุก 5 นาที ตั้งแต่เวลา 11.00-16.00 น. เพื่อลดอุณหภูมิอากาศ ลดอุณหภูมิบริเวณผิวน้ำ เพิ่มความชื้นสัมพัทธ์ภายในบ่อ และติดตั้งชุดควบคุมค่าความขุ่น (Turbidity) อัตโนมัติ จำนวน 1 ชุดต่อบ่อ เพื่อแจ้งเตือนค่าความขุ่นของน้ำในบ่อโดยระบบจะแจ้งเตือนด้วยไฟแสดงสถานะ 3 สี คือ สี

เขียวแสดงสถานะปกติ สีเหลืองแสดงสถานะแจ้งเตือน และสีแดงแสดงสถานะไม่ปกติ ปริมาณน้ำในบ่ออนุบาล 300 ลิตรต่อบ่อ ให้อาหารสำเร็จรูปชนิดเม็ดลอยน้ำที่มีโปรตีนไม่น้อยกว่าร้อยละ 37 วันละ 3 ครั้ง คือ ช่วงเช้า ช่วงเที่ยง และช่วงเย็น ด้วยวิธีการหว่าน สำหรับการเปลี่ยนถ่ายน้ำในบ่อในสถานะปกติเปลี่ยนถ่ายน้ำทุก 3 วัน หากระบบแจ้งเตือนสถานะไม่ปกติ (สีแดง) จะดำเนินการเปลี่ยนถ่ายน้ำในบ่อทันทีด้วยแรงงานคน (Figure 2B)

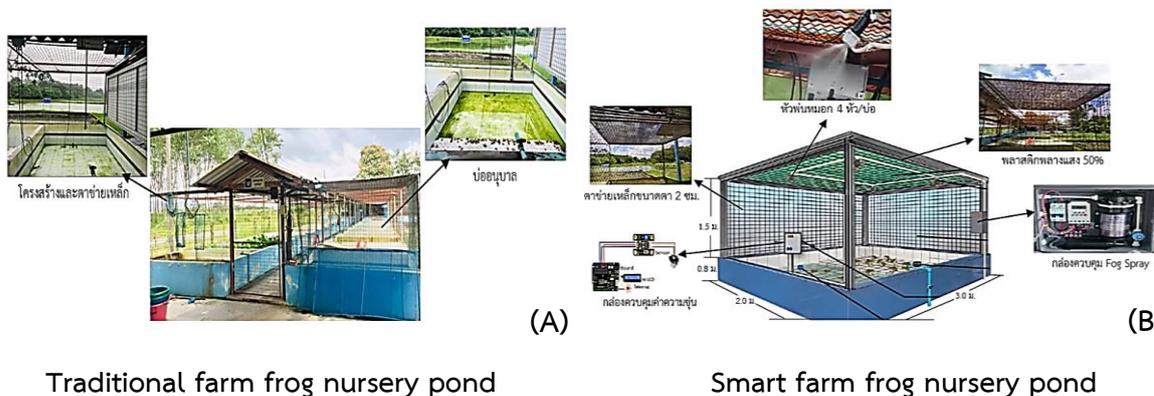


Figure 2 Physical structure of a frog nursery farm

การวิเคราะห์โครงสร้างองค์กรเพื่อกำหนดหน่วยต้นทุน

หน่วยต้นทุนของวิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยี นครศรีธรรมราช ประกอบไปด้วย 11 หน่วยต้นทุน แบ่งตามงานฟาร์มและการจัดการเรียนการสอน เป็นหน่วยต้นทุนงานหลัก (Functional cost centers) จำนวน 6 หน่วย ได้แก่ งานฟาร์มและงานการเรียนการสอนแผนกวิชาพืชศาสตร์ (F1) งานฟาร์มและงานการเรียนการสอนแผนกวิชาสัตวศาสตร์ (F2) งานฟาร์มและงานการเรียนการสอนแผนกวิชาประมงอุตสาหกรรม (F3) งานการ

เรียนการสอนบริหารธุรกิจ (F4) งานการเรียนการสอนช่างกลเกษตร (F5) และงานสามัญสัมพันธ์ (F6) และหน่วยต้นทุนงานสนับสนุน (Support cost centers) จำนวน 5 หน่วย ได้แก่ งานบุคลากรบริหารงานทั่วไปและงานประชาสัมพันธ์ (S1) งานการเงินและการบัญชี (S2) งานอาคารสถานที่ ยานพาหนะและงานซ่อมบำรุง (S3) งานพัสดุ (S4) งานศูนย์ข้อมูลสารสนเทศ วางแผนและงบประมาณ ส่งเสริมผลิตผลการค้าและงานควบคุมภายใน (S5) (Table 1)

Table 1 Cost units of Nakhon Si Thammarat College of Agriculture and Technology

Functional cost centers	Support cost centers
F1: Faculty of Plant Science	S1: Personnel, general administration and public relations
F2: Faculty of Animal Science	
F3: Faculty of Fisheries Industry	S2: Finance and accounting
F4: Faculty of Administration	S3: Infrastructure, vehicles and maintenance
F5: Faculty of Agricultural Mechanic	S4: Parcel work
F6: Faculty of General Educations	S5: Information center, plan and budget and internal control

การคำนวณต้นทุนต่อหน่วยของฟาร์มอนุบาลลูกกบนาแบบดั้งเดิม แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

1) ต้นทุนทางตรงทั้งหมด (Total direct cost; TDC)

ต้นทุนทางตรงทั้งหมดของหน่วยต้นทุนงานหลัก (Functional cost center) ของวิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีนครศรีธรรมราชที่มากที่สุดคือหน่วยงานการเรียนการสอนบริหารธุรกิจ (F4) จำนวน 6,543,704.38 บาท รองลงมาคือ หน่วยงานฟาร์มและงานการเรียนการสอนแผนกวิชาพืชศาสตร์ (F1) หน่วยงานสามัญสัมพันธ์ (F6) หน่วยงานฟาร์มและงานการเรียนการสอนแผนกวิชาประมงอุตสาหกรรม (F3) หน่วยงานการเรียนการสอนช่างกลเกษตร (F5) และหน่วยงานฟาร์มและงานการเรียนการสอนแผนกวิชาสัตวศาสตร์ (F2) จำนวน 5,412,372.59,

4,414,260.51, 4,414,260.51, 3,513,308.51 และ 3,206,601.09 บาท ตามลำดับ

ต้นทุนทางตรงทั้งหมดของหน่วยต้นทุนงานสนับสนุน (Support cost center) ของวิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีนครศรีธรรมราชที่มากที่สุดคือหน่วยงานอาคารสถานที่ ยานพาหนะและงานซ่อมบำรุง (S3) จำนวน 3,999,741.09 บาท รองลงมาคือหน่วยงานการเงินและการบัญชี (S2) หน่วยงานบุคลากร บริหารงานทั่วไปและงานประชาสัมพันธ์ (S1) หน่วยงานศูนย์ข้อมูลสารสนเทศ วางแผนและงบประมาณ ส่งเสริมผลิตผลการค้าและงานควบคุมภายใน (S5) และหน่วยงานพัสดุ (S4) จำนวน 1,414,205.35, 1,368,639.76, 855,111.97 และ 729,414.57 บาท ตามลำดับ (Table 2)

Table 2 Total direct cost (TDC) of Nakhon Si Thammarat College of Agriculture and Technology

Cost Units	LC (Baht/year)	MC (Baht/year)	CC (Baht/year)	TDC (Baht/year)
Functional cost centers				
F1: Faculty of Plant Science	2,199,922.75	3,171,885.18	40,564.67	5,412,372.59
F2: Faculty of Animal Science	1,466,615.16	804,530.18	935,455.75	3,206,601.09
F3: Faculty of Fisheries Industry	3,299,884.12	839,530.18	143,942.00	4,283,356.30
F4: Faculty of Administration	5,499,806.87	494,530.18	549,367.33	6,543,704.38
F5: Faculty of Agricultural Mechanic	2,933,230.33	494,530.18	85,548.00	3,513,308.51
F6: Faculty of General Educations	2,933,230.33	504,530.18	976,500.00	4,414,260.51

Table 2 (Continued)

Cost Units	LC (Baht/year)	MC (Baht/year)	CC (Baht/year)	TDC (Baht/year)
Support cost centers				
S1: Personnel, general administration and public relations	733,307.58	590,280.18	45,052.00	1,368,639.76
S2: Finance and accounting	1,099,961.37	298,280.18	15,963.80	1,414,205.35
S3: Infrastructure, vehicles and maintenance	3,666,537.91	325,280.18	7,923.00	3,999,741.09
S4: Parcel work	366,653.79	350,280.18	12,480.60	729,414.57
S5: Information center, plan and budget, promote trade productivity and internal control	366,653.79	378,280.18	110,178.00	855,111.97

จาก Table 2 เมื่อพิจารณาเฉพาะหน่วยต้นทุนงานหลัก หน่วยงานฟาร์มและงานการเรียนการสอนแผนกวิชาประมงอุตสาหกรรม (F3) ซึ่งเป็นหน่วยต้นทุนงานหลักที่เกี่ยวข้องกับการอนุบาลลูกกบนาพบว่ามีต้นทุนรวมทั้งหมดเท่ากับ 4,283,356.30 บาท ต้นทุนค่าแรงเท่ากับ 3,299,884.12 บาท ซึ่งประกอบไปด้วยค่าแรงของบุคลากรจำนวน 9 คน ต้นทุนค่าวัสดุเท่ากับ 839,530.18 บาท ซึ่งประกอบไปด้วยค่าใช้จ่ายในการดำเนินโครงการ ค่าวัสดุสำนักงาน ค่าสาธารณูปโภค ค่าน้ำมันเชื้อเพลิงและค่าซ่อมแซมต่างๆ และต้นทุนค่าลงทุนเท่ากับ 143,942.00 บาท ซึ่งประกอบไปด้วยค่าเสื่อมราคาของครุภัณฑ์และสิ่งก่อสร้าง

2) ต้นทุนรวมทั้งหมด (Total full cost; TFC)

ต้นทุนรวมทั้งหมดของหน่วยต้นทุนงานหลัก เกิด

จากย้ายต้นทุนทางตรงทั้งหมดของหน่วยต้นทุนงานสนับสนุนไปยังแต่ละหน่วยต้นทุนงานหลักตามเกณฑ์และอัตราปันส่วนต้นทุน ผลการศึกษาพบว่าวิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีนครศรีธรรมราช มีหน่วยงานการเรียนการสอนบริหารธุรกิจ (F4) เป็นหน่วยต้นทุนงานหลักที่มีต้นทุนรวมทั้งหมดสูงสุดคือ 9,623,395.55 บาท รองลงมาคือ หน่วยงานฟาร์มและงานการเรียนการสอนแผนกวิชาพืชศาสตร์ (F1) หน่วยงานการเรียนการสอนช่างกลเกษตร (F5) หน่วยงานฟาร์มและงานการเรียนการสอนแผนกวิชาประมงอุตสาหกรรม (F3) หน่วยงานสามัญสัมพันธ์ (F6) และ หน่วยงานฟาร์มและงานการเรียนการสอนแผนกวิชาสัตวศาสตร์ (F2) ที่มีต้นทุนรวมทั้งหมดเท่ากับ 6,655,380.48, 5,349,991.80, 5,248,078.84, 4,562,679.36 และ 4,301,190.12 บาท ตามลำดับ (Table 3)

Table 3 Total Full cost (TFC) of Nakhon Si Thammarat College of Agriculture and Technology

Functional cost centers	LC (Baht/year)	MC (Baht/year)	CC (Baht/year)	TFC (Baht/year)
F1: Faculty of Plant Science	3,125,906.49	3,460,445.85	69,028.14	6,655,380.48
F2: Faculty of Animal Science	2,282,033.68	1,058,635.84	960,520.60	4,301,190.12
F3: Faculty of Fisheries Industry	4,018,558.07	1,063,487.71	166,033.05	5,248,078.84
F4: Faculty of Administration	7,794,035.24	1,209,471.54	619,888.77	9,623,395.55
F5: Faculty of Agricultural Mechanic	4,301,474.96	920,910.87	127,605.97	5,349,991.80
F6: Faculty of General Educations	3,043,795.55	538,985.19	979,898.62	4,562,679.36

จาก Table 3 เมื่อพิจารณาเฉพาะหน่วยต้นทุนงานหลัก หน่วยงานฟาร์มและงานการเรียนการสอนแผนกวิชาประมงอุตสาหกรรม (F3) ซึ่งเป็นหน่วยต้นทุนงานหลักที่เกี่ยวข้องกับการอนุบาลลูกกบนาพบว่า มีต้นทุนรวมทั้งหมดเท่ากับ 5,248,078.84 บาท ซึ่งประกอบไปด้วยต้นทุนค่าแรงเท่ากับ 4,018,558.07 เพิ่มขึ้น 718,673.95 บาท จากต้นทุนค่าแรงของหน่วยต้นทุนงานสนับสนุน ต้นทุนค่าวัสดุเท่ากับ 1,063,487.71 เพิ่มขึ้น 223,957.53 บาท จากหน่วยต้นทุนงานสนับสนุน และต้นทุนค่าวัสดุเท่ากับ 166,033.05 เพิ่มขึ้น 22,091.05 บาท จากหน่วยต้นทุนงานสนับสนุน

3) ต้นทุนต่อหน่วย (Unit cost; UC) การอนุบาลลูกกบนาฟาร์มแบบดั้งเดิม

เป็นการคำนวณเฉพาะต้นทุนต่อหน่วยของหน่วยต้นทุนงานหลัก หน่วยงานฟาร์มและงานการเรียนการสอนแผนกวิชาประมงอุตสาหกรรม (F3) ซึ่งเป็นหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการอนุบาลลูกกบนา โดยมีบ่ออนุบาลจำนวน 10 บ่อ รอบการเลี้ยง 4 รอบต่อปี อนุบาลลูกกบนา 3,000 ตัวต่อบ่อ อัตราการรอด 1,500 ตัวต่อบ่อ คิดเป็นร้อยละ 50 ผลการศึกษาพบว่าต้นทุนต่อหน่วยการอนุบาลลูกกบนาฟาร์มแบบดั้งเดิมเท่ากับ 1.98 บาทต่อตัว แบ่งเป็นต้นทุนค่าแรงเท่ากับ 1.59 บาทต่อตัว ต้นทุนค่าวัสดุเท่ากับ 0.34 บาทต่อตัว และต้นทุนค่าลงทุนเท่ากับ 0.05 บาทต่อตัว (Table 4)

Table 4 Unit cost of traditional frog farm

No.	Cost type	TFC (Baht/year)	TFC per cycle (Baht/pond)	UC (Baht/unit)	Percentage
1	Labor cost	95,113.80	2,377.85	1.59	80.3
2	Material cost	20,330.67	508.27	0.34	17.1
3	Capital cost	3,174.05	79.35	0.05	2.6
Total		118,618.52	2,965.47	1.98	100.0

จาก Table 4 แสดงให้เห็นว่าต้นทุนต่อหน่วยของการอนุบาลลูกกบนาจากฟาร์มแบบดั้งเดิมที่มีค่ามากที่สุดคือต้นทุนค่าแรงร้อยละ 80.3 ซึ่งประกอบไปด้วยเงินเดือนข้าราชการ เงินประจำตำแหน่ง (วิทยฐานะ) เงินเดือนลูกจ้างประจำ ค่าจ้างพนักงานราชการ ค่าจ้างลูกจ้างชั่วคราว ค่าตอบแทนผู้ปฏิบัติงานนอกเวลาราชการ ค่าตอบแทนจ้างครูจ้างสอน ค่าเบี้ยเลี้ยงที่פקไปราชการ และเงินสมทบประกันสังคม รองลงมาคือต้นทุนค่าวัสดุร้อยละ 17.1 ซึ่งประกอบไปด้วยค่าใช้จ่ายในการดำเนินโครงการ ค่าวัสดุสำนักงาน ค่าสาธารณูปโภค (ค่าไฟฟ้า ค่าโทรศัพท์ ค่าไปรษณีย์ ค่าน้ำประปา และค่าอินเทอร์เน็ต) ค่าน้ำมันเชื้อเพลิงและค่าซ่อมแซมต่างๆ และต้นทุนค่าลงทุนร้อยละ 2.6 ซึ่งประกอบไปด้วยค่าเสื่อมราคาครุภัณฑ์และสิ่งก่อสร้าง

4) การคำนวณต้นทุนต่อหน่วย (Unit cost; UC) การอนุบาลลูกกบนาฟาร์มอัจฉริยะ

การคำนวณต้นทุนต่อหน่วยของการอนุบาลลูกกบนาแบบฟาร์มอัจฉริยะเป็นการคำนวณต้นทุนที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการอนุบาลลูกกบนาจาก

ฟาร์มแบบดั้งเดิมเป็นการอนุบาลลูกกบนาแบบอัจฉริยะ โดยการอนุบาลลูกกบนาแบบฟาร์มอัจฉริยะมีการอนุบาลลูกกบนา 3,000 ตัวต่อบ่อ อัตราการรอด 2,100 ตัวต่อบ่อ คิดเป็นร้อยละ 70 เป็นผลจากลักษณะการเลี้ยงที่เปลี่ยนไปจากเดิมนั้นคือ มีการควบคุมอุณหภูมิอากาศ อุณหภูมิบริเวณผิวน้ำในบ่อและความชื้นสัมพัทธ์ภายในบ่อ ด้วยการพ่นหมอก 4 หัวฉีด ตั้งเวลาอัตโนมัติสำหรับการเปิดน้ำทุก 3 นาที และปิดทุก 5 นาที ตั้งแต่เวลา 11.00-16.00 น. และมีการควบคุมค่าความขุ่นอัตโนมัติ เพื่อแจ้งเตือนค่าความขุ่นในบ่อด้วยไฟแสดงสถานะ 3 สี คือ สีเขียวแสดงสถานะปกติ สีเหลืองแสดงสถานะแจ้งเตือน และสีแดงแสดงสถานะไม่ปกติ สำหรับการเปลี่ยนถ่ายน้ำในบ่อทันทีที่สถานะแจ้งเตือนไฟสีแดง ซึ่งปกติมีการเปลี่ยนถ่ายน้ำทุก 3 วัน ครั้งละ 300 ลิตร

ผลการศึกษาพบว่าต้นทุนต่อหน่วยการอนุบาลลูกกบนาฟาร์มอัจฉริยะเท่ากับ 1.87 บาทต่อตัว แบ่งเป็นต้นทุนค่าแรงเท่ากับ 1.13 บาทต่อตัว ต้นทุนค่าวัสดุเท่ากับ 0.70 บาทต่อตัวและต้นทุนค่าลงทุนเท่ากับ 0.04 บาทต่อตัว (Table 5)

Table 5 Unit cost of smart frog farm

No.	Cost type	TFC (Baht/year)	TFC per cycle (Baht/pond)	UC (Baht/unit)	Percentage
1	Labor Cost	95,113.80	2,377.85	1.13	60.4
2	Material Cost	23,856.96	1,478.00	0.70	37.5
3	Capital Cost	3,174.05	79.35	0.04	2.1
	Total	122,144.81	3,935.20	1.87	100.0

5) การเปรียบเทียบต้นทุนต่อหน่วยของการอนุบาลลูกกบนาจากฟาร์มแบบดั้งเดิมกับฟาร์มอัจฉริยะ

การเปรียบเทียบผลผลิตของการอนุบาลลูกกบนาแบบดั้งเดิมกับการอนุบาลลูกกบนาแบบอัจฉริยะพบว่าในการปล่อยลูกกบนาเริ่มต้นเท่ากันจำนวน 3,000 ตัวต่อบ่อ ฟาร์มอนุบาลลูกกบนาแบบดั้งเดิมมีอัตราการรอด 1,500 ตัวต่อบ่อ ในขณะที่ฟาร์มอนุบาลลูกกบนาแบบ

อัจฉริยะมีอัตราการรอด 2,100 ตัวต่อบ่อ ผลผลิตเพิ่มขึ้น 600 ตัวต่อบ่อ คิดเป็นร้อยละ 20 และเมื่อเปรียบเทียบต้นทุนต่อหน่วยพบว่าต้นทุนต่อหน่วยการอนุบาลลูกกบนาของฟาร์มดั้งเดิมเท่ากับ 1.98 บาทต่อตัวและการอนุบาลของฟาร์มอัจฉริยะเท่ากับ 1.87 บาทต่อตัว ลดลง 0.11 บาทต่อตัว คิดเป็นร้อยละ 5.56 (Table 6)

Table 6 Unit cost of traditional and smart frog farm

No.	Farm type	LC (Baht/unit)	MC (Baht/unit)	CC (Baht/unit)	UC (Baht/unit)
1	Traditinal frog farm	1.59	0.34	0.05	1.98
2	Smart frog farm	1.13	0.70	0.04	1.87
	Differance	0.46	0.36	0.01	0.11

6) การวิเคราะห์ต้นทุนต่อหน่วยฟาร์มอนุบาลลูกกบนาอัจฉริยะ

จาก Table 5 และ Table 6 พบว่าฟาร์มอนุบาลลูกกบนาอัจฉริยะมีต้นทุนการผลิตเท่ากับ 1.87 บาทต่อตัว โดยมีสัดส่วนร้อยละของต้นทุนค่าแรง ต้นทุนค่าวัสดุ และต้นทุนค่าลงทุนเท่ากับ 60.4, 37.5 และ 2.1 ตามลำดับ ต้นทุนค่าแรงมีสัดส่วนมากที่สุด ซึ่งประกอบด้วยเงินเดือนข้าราชการ เงินประจำตำแหน่ง (วิทยฐานะ) เงินเดือนลูกจ้างประจำ ค่าจ้างพนักงานราชการ ค่าจ้างลูกจ้างชั่วคราว ค่าตอบแทนผู้ปฏิบัติงานนอกเวลาราชการ ค่าตอบแทนจ้างครูจ้างสอน ค่าเบี้ยเลี้ยงที่פקไปราชการ และเงินสมทบประกันสังคม รองลงมาคือ ต้นทุนค่าวัสดุ ซึ่งประกอบด้วยค่าใช้จ่ายในการดำเนินโครงการ (ค่าชุดควบคุมพ่นหมอกอัตโนมัติขนาด 4 หัวฉีด และค่าชุดควบคุมค่าความชื้นอัตโนมัติ) ค่าวัสดุสำนักงาน ค่าสาธารณูปโภค (ค่าไฟฟ้า ค่าโทรศัพท์ ค่าไปรษณีย์ ค่าน้ำประปา และค่าอินเทอร์เน็ต) ค่าน้ำมันเชื้อเพลิงและค่าซ่อมแซมต่างๆ และต้นทุนค่าลงทุน ซึ่งประกอบด้วยค่าเสื่อมราคาครุภัณฑ์ และสิ่งก่อสร้าง

วิจารณ์ผลการวิจัย

การวิจัยเรื่องการวิเคราะห์ต้นทุนต่อหน่วยฟาร์มอนุบาลลูกกบนาอัจฉริยะ มีประเด็นในการอภิปรายผลการศึกษาดังนี้

การศึกษาต้นทุนต่อหน่วยฟาร์มอนุบาลลูกกบนาแบบดั้งเดิมและฟาร์มอัจฉริยะ

1) เทคโนโลยีอัจฉริยะ จากการศึกษาข้อมูลทั่วไปของฟาร์มอนุบาลลูกกบนาแบบดั้งเดิมและฟาร์มอัจฉริยะ พบว่าเทคโนโลยีของฟาร์มอนุบาลลูกกบนาแบบอัจฉริยะของแผนกวิชาประมงอุตสาหกรรม สาขาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีนครศรีธรรมราช เป็นเทคโนโลยีอัจฉริยะที่เน้นการตรวจวัดและควบคุมอุณหภูมิอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิ น้ำ และความชื้นของน้ำในบ่อซึ่งล้วนเป็นโครงสร้างสิ่งแวดล้อมธรรมชาติแสดงให้เห็นว่าโครงสร้างสิ่งแวดล้อมธรรมชาติมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตและอัตราการรอดของลูกกบนา หากทำการตรวจวัดและควบคุมโครงสร้างสิ่งแวดล้อมธรรมชาติเหล่านี้ได้แล้วย่อมทำให้ผลผลิตของลูกกบนาดีขึ้น เห็นได้จากงานวิจัยของ Treepolaugson (2021) ศึกษาเกี่ยวกับผลของความเข้มแสงต่อการอนุบาลลูกกบนาพบว่าช่วงความเข้มแสง 900 -1,100 ลักซ์ อัตราการรอดตายลูกกบนาสูงสุด และงานวิจัยของ Preeyanon *et al.* (1989) ศึกษาเกี่ยวกับการทำฟาร์มเลี้ยงกบนาแบบครบวงจรในฟาร์มกึ่งถาวรพบว่าสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและสืบพันธุ์กบนาได้แก่ อุณหภูมิอากาศ 25.5-30.9°C. อุณหภูมิ น้ำ 25.4-29.6°C. ความชื้นสัมพัทธ์ 65.0-76.6% ความเป็นกรดเป็นด่าง 7.1-8.2 และปริมาณออกซิเจนละลาย 7.2-11.2 มก./ล. ดังนั้นหากเกษตรกรจะอนุบาลกบนาให้ได้ผลผลิตดีต้องควบคุมโครงสร้างสิ่งแวดล้อมธรรมชาติให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสม

2) หน่วยต้นทุน การศึกษาวิจัยนี้ใช้เกณฑ์การแบ่งหน่วยต้นทุนตามแนวคิดระบบสิ่งแวดล้อมของ

Chankaew (1997) ที่กล่าวว่าสิ่งแวดล้อมมีโครงสร้าง (Structure) และหน้าที่ (Function) ที่เฉพาะและแตกต่างกัน เมื่อรวมกันอยู่เป็นระบบจะทำหน้าที่เป็นผู้ผลิต (Produce) ผู้บริโภค (Consumer) ผู้ย่อยสลาย (Decomposer) และผู้สนับสนุน (Supportor) หน้าที่หลักของระบบก็คือ เป็นผู้ผลิตผลผลิตของระบบนั้นๆ ซึ่งในที่นี้ระบบของวิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีนครศรีธรรมราชคือผลิต ผู้สำเร็จการศึกษาระดับ ปวช.และปวส. และผลิตสินค้า เกษตร โครงสร้างหลักของระบบจึงประกอบด้วยหน่วย ต้นทุนงานหลักคือ งานฟาร์มแผนกพืชศาสตร์และงาน การเรียนการสอนพืชศาสตร์ (F1) งานฟาร์มแผนกสัตวศาสตร์ และงาน การเรียนการสอนสัตวศาสตร์ (F2) งานฟาร์ม แผนกวิชาประมงอุตสาหกรรมและงาน การเรียนการสอน ประมงอุตสาหกรรม (F3) งาน การเรียนการสอน บริหารธุรกิจ (F4) งาน การเรียนการสอนช่างกลเกษตร (F5) และงาน สัมภาษณ์สัมพันธ์ (F6) ซึ่งการแบ่งหน่วย ต้นทุน งานหลักตามแนวคิดของระบบสิ่งแวดล้อมนี้สอดคล้องกับ แนวคิดการแบ่งหน่วย ต้นทุนของ Khamta (2021) ที่ ศึกษา ต้นทุน ต่อหน่วยผลผลิตของมหาวิทยาลัย มหาสารคามโดยกำหนดหน่วย ต้นทุนตามภารกิจหลักของ หน่วยงานแบ่งออกเป็นหน่วย ต้นทุนงานหลัก 20 หน่วย และหน่วย ต้นทุนงานสนับสนุน 17 หน่วย และการศึกษา ของ Sawetmethikul (2015) ที่ ศึกษาการวิเคราะห์ ต้นทุนต่อหน่วยรายหลักสูตรกรณีศึกษา มหาวิทยาลัย เทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรีโดยกำหนดหน่วย ต้นทุนตาม ภารกิจหลักของหน่วยงานแบ่งออกเป็นหน่วย ต้นทุนงาน หลัก 5 หน่วยและหน่วย ต้นทุนงานสนับสนุน 15 หน่วย

3) ต้นทุนต่อหน่วยของฟาร์มอนุบาลลูกกบนา แบบดั้งเดิม ผลการศึกษาพบว่า ต้นทุนต่อหน่วย 1.98 บาทต่อตัว โดยต้นทุนรวมมีสัดส่วนเป็นต้นทุนค่าแรง : ต้นทุนค่าวัสดุ : ต้นทุนค่าลงทุน คิดเป็นร้อยละ 80.3 : 17.1 : 2.6 เห็นได้ว่า ต้นทุนค่าแรงมีสัดส่วน ต้นทุนสูงที่สุด สอดคล้องกับการศึกษาของ Namwongsa (2013) ศึกษา วิเคราะห์ ต้นทุนต่อหน่วยระบบบำบัดน้ำเสียเอสปีอาร์

พบว่า ต้นทุนรวมมีสัดส่วน ต้นทุนค่าแรงสูงสุด คือ ต้นทุน ค่าแรง : ต้นทุนค่าวัสดุ : ต้นทุนค่าลงทุน คิดเป็นร้อยละ 59.9 : 33.5 : 6.6 ทั้งนี้เนื่องจากฟาร์ม (องค์กร) แรงงาน ทุกคนมีเงินเดือนและค่าจ้างที่ต้องจ่ายตามระยะเวลา ที่แน่นอนจะแตกต่างจากฟาร์มแบบครัวเรือนซึ่งแรงงาน ส่วนใหญ่เป็นแรงงานในครอบครัว (Muanmuangsong *et al.*, 2014) มักจะไม่นำค่าแรงงานมาคำนวณ ต้นทุน ทำให้ ต้นทุนการผลิตต่ำกว่าความเป็นจริง

4) การเปรียบเทียบ ต้นทุนต่อหน่วยของการ อนุบาลลูกกบนาจากฟาร์มแบบดั้งเดิมกับฟาร์มอัจฉริยะ พบว่า ต้นทุนต่อหน่วยของฟาร์มแบบดั้งเดิมสูงกว่าฟาร์ม อัจฉริยะ 0.11 บาทต่อตัว เมื่อพิจารณา รายละเอียดของ ต้นทุนพบว่า ต้นทุนค่าแรงต่อหน่วยของฟาร์มแบบดั้งเดิม สูงกว่า ต้นทุนค่าแรงต่อหน่วยของฟาร์มอัจฉริยะ 0.46 บาทต่อตัว ต้นทุนค่าวัสดุต่อหน่วยของฟาร์มแบบดั้งเดิม ต่ำกว่า ต้นทุนค่าวัสดุต่อหน่วยของฟาร์มอัจฉริยะ 0.36 บาทต่อตัว ขณะที่ ต้นทุนค่าลงทุนไม่แตกต่างกัน เนื่องจาก มีการใช้โครงสร้างพื้นฐานต่างๆของฟาร์มร่วมกัน เห็นได้ ว่าหากเกษตรกรที่ทำการอนุบาลลูกกบนาแบบดั้งเดิม จะปรับเปลี่ยนเป็นฟาร์มอัจฉริยะจะไม่มี ต้นทุนค่าลงทุน คงเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นเฉพาะ ต้นทุนค่าวัสดุที่เป็นอุปกรณ์ ควบคุมโครงสร้าง สิ่งแวดล้อมภายในฟาร์มเท่านั้น นอกจากนี้หากเปรียบเทียบ ต้นทุนต่อหน่วยของฟาร์ม อนุบาลลูกกบนาแบบดั้งเดิมด้วยวิธีอื่นๆ ได้แก่ การเลี้ยง ในบ่อซีเมนต์วงกลม และการเลี้ยงในบ่อดิน ยังพบว่าการ อนุบาลลูกกบนาด้วยฟาร์มอัจฉริยะแบบบ่อปูนซีเมนต์มี ต้นทุนต่อหน่วยที่ต่ำกว่าเช่นเดียวกัน อาทิเช่น การศึกษา ของ Mukdajaturaphak *et al.* (2011) ทดลองเลี้ยงลูก กบนาในบ่อซีเมนต์วงกลมจำนวน 90 วัน ด้วยสูตรอาหาร ผสมสำหรับรายสไปรูลินามี ต้นทุนต่อหน่วย 6.25 บาทต่อตัว และการศึกษาของ Chanthakhhot (2008) ทดลองเลี้ยง ลูกกบนาในบ่อดินจำนวน 114 วัน ด้วยสูตรอาหารผสม จากธรรมชาติ(หอยเชอรี่/หนอน/ไส้เดือน/แมลง) มี ต้นทุน ต่อหน่วย 12.53 บาทต่อตัว

การวิเคราะห์ต้นทุนต่อหน่วยฟาร์มอนุบาลลูกกบนาอัจฉริยะ

จากการวิเคราะห์ต้นทุนต่อหน่วยฟาร์มอนุบาลลูกกบนาอัจฉริยะ ผลการศึกษาพบว่าต้นทุนต่อหน่วยเท่ากับ 1.87 บาทต่อตัว ต่ำกว่าการอนุบาลลูกกบนาแบบดั้งเดิม 5.56% และผลผลิตเพิ่มขึ้น 20% การลดลงของต้นทุนต่อหน่วยเกิดจากต้นทุนค่าแรงที่ลดลงจากการนำเทคโนโลยีมาช่วยควบคุมโครงสร้างสิ่งแวดล้อมธรรมชาติ ได้แก่ ความชื้นสัมพัทธ์ และความขุ่นของน้ำภายในบ่ออนุบาลลูกกบนาช่วยให้การบริหารจัดการทรัพยากรการผลิตมีความแม่นยำ ทำให้ได้ผลผลิตเพิ่มขึ้น อัตราส่วนของผลผลิตต่อแรงงานจึงเพิ่มขึ้นตามส่งผลให้ต้นทุนต่อหน่วยลดลง ขณะที่ต้นทุนค่าวัสดุเพิ่มขึ้นมาจากฟาร์มอนุบาลลูกกบนาอัจฉริยะมีค่าใช้จ่ายของอุปกรณ์ระบบที่เป็นการลงทุนครั้งแรก จะเห็นได้ว่าหากสามารถเพิ่มผลผลิตได้จะทำให้ต้นทุนค่าแรงลดลง สอดคล้องกับงานวิจัยของ Chaiwong *et al.* (2017) ที่ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาต้นแบบโรงเรือนเพาะเห็ดฟางอัจฉริยะโดยใช้เซ็นเซอร์ควบคุมอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ภายในโรงเรือน ผลการศึกษาพบว่าต้นทุนค่าแรงลดลงอันเนื่องมาจากผลผลิตที่เพิ่มขึ้น 25% ทำให้อัตราส่วนของผลผลิตต่อแรงงานเพิ่มขึ้นส่งผลให้ต้นทุนต่อหน่วยลดลงเมื่อเทียบกับโรงเรือนแบบดั้งเดิม

สรุปผลการวิจัย

ฟาร์มอนุบาลลูกกบนาแบบดั้งเดิมมีต้นทุนต่อหน่วย 1.98 บาทต่อตัว โดยมีสัดส่วนร้อยละของต้นทุนค่าแรง ต้นทุนค่าวัสดุ และต้นทุนค่าลงทุนเท่ากับ 80.3 17.1 และ 2.6 ตามลำดับ และฟาร์มอนุบาลลูกกบนาอัจฉริยะมีต้นทุนต่อหน่วยเท่ากับ 1.87 บาทต่อตัว โดยมีสัดส่วนร้อยละของต้นทุนค่าแรง ต้นทุนค่าวัสดุ และต้นทุนค่าลงทุนเท่ากับ 60.4 37.5 และ 2.1 ตามลำดับ จากการวิเคราะห์ต้นทุนต่อหน่วยฟาร์มอนุบาลลูกกบนาอัจฉริยะพบว่าต้นทุนต่อหน่วยลดลง 5.56% ขณะที่ผลผลิตเพิ่มขึ้น 20% เมื่อเทียบกับการอนุบาลลูกกบนา

แบบดั้งเดิม การลดลงของต้นทุนต่อหน่วยเกิดจากต้นทุนค่าแรงที่ลดลงจากการนำเทคโนโลยีมาช่วยควบคุมโครงสร้างสิ่งแวดล้อมธรรมชาติ ช่วยให้การบริหารจัดการทรัพยากรการผลิตมีความแม่นยำ ทำให้ได้ผลผลิตเพิ่มขึ้น อัตราส่วนของผลผลิตต่อแรงงานจึงเพิ่มขึ้นตามส่งผลให้ต้นทุนต่อหน่วยลดลง ขณะที่ต้นทุนค่าวัสดุเพิ่มขึ้นมาจากค่าใช้จ่ายของอุปกรณ์อัจฉริยะส่วนต้นทุนค่าลงทุนไม่แตกต่างกันเนื่องจากการใช้โครงสร้างพื้นฐานต่าง ๆ ของฟาร์มร่วมกัน

ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาครั้งนี้ มีข้อเสนอแนะเพื่อเป็นประโยชน์ต่อเกษตรกรผู้เพาะเลี้ยงกบนาและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. การศึกษานี้สะท้อนให้เห็นถึงต้นทุนการอนุบาลลูกกบนาประกอบด้วย ต้นทุนค่าลงทุน ต้นทุนค่าวัสดุ และต้นทุนค่าแรง โดยที่ต้นทุนค่าแรงเป็นต้นทุนที่ผันแปรตามปริมาณผลผลิตดังนั้นการเพิ่มผลผลิตจะทำให้ต้นทุนค่าแรงลดลงและส่งผลให้ต้นทุนต่อหน่วยลดลงนับว่าเป็นประโยชน์สำหรับเกษตรกรและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการบริหารทรัพยากรการผลิตที่มีอยู่อย่างจำกัดให้มีประสิทธิภาพสูงสุดด้วยการควบคุมต้นทุนต่อหน่วย

2. การบริหารต้นทุนค่าวัสดุ ซึ่งเป็นต้นทุนที่เพิ่มขึ้นจากอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในการเปลี่ยนวิธีการอนุบาลลูกกบนาจากแบบดั้งเดิมเป็นวิธีการเกษตรที่ใช้เทคโนโลยี จึงควรคำนึงถึงคุณลักษณะ (Specification) ของอุปกรณ์ดังกล่าวต้องเลือกนำมาใช้ให้เหมาะสมกับลักษณะงานรวมทั้งการดูแลรักษาอุปกรณ์ เพื่อให้สามารถควบคุมต้นทุนค่าวัสดุให้มีสัดส่วนเหมาะสมกับการผลิต

3. การเพาะเลี้ยงกบนาเกษตรกรควรให้ความสำคัญกับผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากการปล่อยน้ำในบ่อเพาะเลี้ยงออกสู่แหล่งน้ำสาธารณะ ควรมีการบำบัดน้ำทิ้งก่อนปล่อยเพื่อลดผลกระทบที่มีต่อสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำ

4. ข้อเสนอแนะในการศึกษาวิจัยครั้งต่อไป ควรศึกษาเกี่ยวกับการประหยัดต่อขนาด (Economies of scale) ของฟาร์มอนุบาลลูกกบนาอัจฉริยะจากการใช้อุปกรณ์เทคโนโลยีเกษตรอัจฉริยะเพื่อลดต้นทุนต่อหน่วยให้ต่ำลง รวมทั้งการวิเคราะห์ผลตอบแทนการลงทุน เช่น ROI, ROA และ ROE เป็นต้น

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณผู้บริหาร ครู และอาจารย์ แผนกวิชาประมงอุตสาหกรรม วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีนครศรีธรรมราช ที่อนุเคราะห์ข้อมูลประกอบการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

Bureau of Public Sector Accounting Standards.

2018. **Government Accounting Standards and Government**

Accounting Policy 2018. Bangkok: Ministry of Finance. 258 p. [in Thai]

Chankaew, K. 1997. **Integrated Environmental Management.** Bangkok: Kasetsart University. 387 p. [in Thai]

Chanthakhot, R. 2008. **The Study of Growth and Survival Rates of Rice Paddy Frogs Fed Different Types of Food.** Master Thesis. Srinakharinwirot University. 67 p. [in Thai]

Information Center, Nakhonsithammarat College of Agriculture and Technology. 2021.

Government action plan of fiscal year 2021. [Online]. Available <https://sites.google.com/a/svia.ac.th> (July 10, 2022). [in Thai]

Khamta, N. 2021. The study of cost per production unit of Mahasarakham university. **Journal of Accountancy and Management Mahasarakham University** 13(3)(Suppl.): 88-101. [in Thai]

Ministry of Agriculture and Cooperatives. 2022. **Smart agriculture action plan 2022-2023.** [Online]. Available <https://www.moac.go.th/news-preview-432791791102> (August 11, 2022).

Muanmuangsong, P., S. Aditto and P. Suriya. 2014. Production and marketing of frog farms in Muang district, Loei province. **Prawarun Agricultural Journal** 11(1): 65-72. [in Thai]

Mukdajaturaphak, N., C. Chitmanat and J. Promya. 2011. **Suitable methods and feed to produce common lowland frog (*Rana rugulosa*) to be safe food for consumption and generate sustainable development.** 52 p. *In* Research Report. Chiang Mai: Maejo University. [in Thai]

- Namwongsa, N. 2013. Analysis of cost and the unit cost of wastewater treatment system sequencing batch reactor Naduang community hospital Loei province, 2011. **Research and Development Journal, Loei Rajabhat University** 8(25): 57-64. [in Thai]
- Nattakarn, M., C. Chitmanat and J. Promya. 2011. **Suitable Methods and Feed to Produce Common Lowland Frog (*Rana rugulosa*) to be Safe Food for Consumption and Generate Sustainable Development.** 41 p. In Research Report. Chiang Mai: Maejo University. [in Thai]
- Preeyanon, P., S. Phatinawinet, K. Isarangkun Na Ayuthaya, N. Chanphong, T. Nutpraphan, W. Daokrit and P. Iamchan. 1989. **Development of frog rearing in Thailand 1988.** 74 p. In Research Report. Bangkok: Chulalongkorn University. [in Thai]
- Preeyanun, M., S. Aditto and P. Suriya. 2014. Production and marketing of frog farming in Mueang district, Loei province. **Prawarun Agricultural Journal** 11(1): 65-72. [in Thai]
- Punsri, J. and T. Promsaka Na Sakolnakorn. 2019. **Prototype Greenhouse (Smart Farm) for Management of Community Enterprise.** 78 p. In Research Report. Chiang Mai: Chiangmai University. [in Thai]
- Rat, C. 2008. **A Study on the Growth and Survival Rate of Frog (*Rana tigrina*) by Different Kinds of Food.** Master Thesis. Srinakharinwirot University. 83 p. [in Thai]
- Sawetmethikul, P. 2015. An analysis of unit cost per curriculum for fiscal year 2014: a case study of Rajamangala University of Technology Thanyaburi. **Integrated Social Science Journal** 2(1): 274-292. [in Thai]
- Suwitthayaporn, I. 2015. **The Study of Costs and Returns of Tilapia Culture Investment in Suitable Commercial Area for Tilapia Culture in Phitsanulok Province.** Phitsanulok: Phitsanulok Provincial Fisheries Office. 94 p. [in Thai]
- Thongyun, T., W. Pomsama, V. Rattanavichai and C. Phukingngoen. 2011. The Developmental Hybrid Frog Raising Model in Cement Ponds, Cage and Earth Ponds. pp. 38-43. In **Proceedings of Future Community Foundation for Sustainable Delopment 27-29 January 2011.** Khon Kaen: Khonkaen University. [in Thai]
- Treepolaugson, S. 2021. Effect of light intensity on nursing of frog tadpoles (*Hoplobatrachus rugulosus*). **Journal of Vocational Institute of Agriculture** 5(1): 1-8. [in Thai]

กลยุทธ์การพัฒนาการท่องเที่ยวเชิงเกษตรของตำบลนาข้าวเสีย อำเภอนาโยง จังหวัดตรัง Development Strategy for Agrotourism of Na Khao Sia, Na Yong, Trang Province

ชุตินา สุทธาภิรมย์¹ ธีรกานต์ พวงจันทร์¹ บัญชา เกิดล่อง² ฤทธิเดช สุขคง² และสุขุมล หวานแก้ว^{1*}

Chutima Suttapirom¹, Thirakan Purngchan¹, Bancha Kerdlong²

Rittidet Sukkhong² and Sukhuman Whankaew^{1*}

¹ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะเทคโนโลยีและการพัฒนาชุมชน มหาวิทยาลัยทักษิณ วิทยาเขตพัทลุง พัทลุง 93210

²สำนักงานส่งเสริมการเกษตรอำเภอนาโยง ตรัง 92170

¹Department of Plant Sciences, Faculty of Technology and Community Development, Thaksin University

Phatthalung Campus, Phatthalung, Thailand 93210

²Na Yong District Agricultural Extension Office, Trang, Thailand 92170

*Corresponding author: sukhuman.wha@gmail.com

Abstract

Received: February 16, 2021

Revised: June 17, 2022

Accepted: August 17, 2022

The objective of this research is to develop strategies for agro tourism development of Na Khao Sia, Na Yong, Trang, to become a sustainable agro tourism. The research tools included 1) participatory observation, 2) data collection from a questionnaire of 214 tourists, and 3) focus group discussion among 13 key performances including government and community sectors for SWOT analysis. Data from all evaluations were integrated and established the strategy. The study's findings revealed that the prominent features of the Na Khao Sia tourism site included beautiful scenery, good weather, and an abundance of natural resources for the community's benefit. The use of natural resources creates favorable conditions for sustainable agro tourism. According to the tourist opinions, the value potential of the agro tourism site of Na Khao Sia was at a high level, whereas its potential as an agro tourism attraction was at a moderate level. The strategies for sustainable agrotourism development in Na Khao Sia should prioritize marketing promotion through social media storytelling about the tourism site's identity and scenery. Furthermore, all sectors should be involved in the development of farmer skills in creating and improving products, as well as the management of natural resources, infrastructure, and other tourist facilities for the creation of tourist attractions. These strategies will result in long-term agricultural tourism.

Keywords: sustainable tourism, agricultural tourism, tourism strategy, Na Khao Sia, Trang province

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนากลยุทธ์ในการพัฒนาแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตรในพื้นที่ตำบลนาข้าวเสีย อำเภอนาโยง จังหวัดตรังไปสู่การเป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตรอย่างยั่งยืน เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยประกอบด้วย 1) การสังเกตแบบมีส่วนร่วม 2) การเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบสอบถามจากกลุ่มนักท่องเที่ยว จำนวน 214 คน 3) การสนทนากลุ่ม (Focus Group) กลุ่มบุคคลที่มีหน้าที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการพัฒนาแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตรอย่างยั่งยืนในตำบลนาข้าวเสียจากภาครัฐและชุมชน จำนวน 13 คน เพื่อวิเคราะห์ SWOT และนำผลจากการศึกษาทั้งหมดมากำหนดกลยุทธ์ในการพัฒนาเป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตรอย่างยั่งยืน ผลจากการศึกษาพบว่าแหล่งท่องเที่ยวตำบลนาข้าวเสียมีจุดเด่นตรงที่มีทัศนียภาพที่สวยงาม อากาศดี และมีทรัพยากรธรรมชาติอุดมสมบูรณ์ให้สมาชิกในชุมชนใช้ประกอบอาชีพได้ เกิดเป็นผลิตภัณฑ์ กิจกรรม และบริการทางการเกษตรโดยอาศัยทรัพยากรในพื้นที่และวัฒนธรรมของท้องถิ่นซึ่งสามารถนำไปสู่การเป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตรอย่างยั่งยืนได้ จากความคิดเห็นของนักท่องเที่ยว แหล่งท่องเที่ยวตำบลนาข้าวเสียเป็นแหล่งท่องเที่ยวที่มีศักยภาพเชิงคุณค่าของแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตรในระดับมาก และมีศักยภาพการเป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตรในระดับปานกลาง กลยุทธ์การท่องเที่ยวเชิงเกษตรอย่างยั่งยืนในพื้นที่ตำบลนาข้าวเสียจะต้องเน้นการส่งเสริมการตลาดโดยการสื่อสารเรื่องราวที่สะท้อนอัตลักษณ์ภูมิปัญญาท้องถิ่น และทัศนียภาพที่สวยงาม โดยอาศัยสังคมออนไลน์เป็นเครื่องมือ อีกทั้งควรพัฒนาทักษะทั้งด้านการพัฒนาและยกระดับผลิตภัณฑ์ให้กับสมาชิก รวมไปถึงการบริหารจัดการทรัพยากร สิ่งอำนวยความสะดวก และโครงสร้างพื้นฐานต่างภายใต้การทำงานแบบมีส่วนร่วมจากทุกภาคส่วนเพื่อสร้างความประทับใจให้กับนักท่องเที่ยว กลยุทธ์เหล่านี้จะนำไปสู่การเป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตรอย่างยั่งยืนได้

คำสำคัญ: แหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตร การท่องเที่ยวเชิงเกษตร กลยุทธ์การพัฒนา ตำบลนาข้าวเสีย จังหวัดตรัง

คำนำ

การท่องเที่ยวเป็นอุตสาหกรรมที่มีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาเศรษฐกิจของหลายประเทศทั่วโลก โดยเฉพาะประเทศในแถบเอเชียต่างกำหนดกลยุทธ์ทางการตลาดเพื่อดึงนักท่องเที่ยวทั่วโลกเข้ามาท่องเที่ยวในประเทศของตนเพิ่มมากขึ้น รัฐบาลของประเทศไทยจึงให้ความสำคัญในการเสริมสร้างขีดความสามารถในการแข่งขันเพื่อเข้าหาส่วนแบ่งตลาดท่องเที่ยวโลก ภารกิจด้านการท่องเที่ยวจึงเป็นภารกิจที่ถูกผสมผสานกลมกลืนไปกับการพัฒนาประเทศ (Ministry of Tourism and Sport, 2015)

ในปัจจุบัน เกษตรกรไทยยังคงประสบปัญหารายได้ไม่เพียงพอและปัญหาหนี้สินจำนวนมาก อีกทั้งสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงรุนแรงเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องสร้างความเสียต่อภาคการเกษตรทั้งในแง่ของปริมาณของผลผลิตที่ไม่ได้ตามต้องการและค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้น (National statistical office, 2021) เพื่อแก้ปัญหาเหล่านั้น ภาครัฐจึงได้พยายามหาแนวทางในการพัฒนาภาคการเกษตร โดยในปี พ.ศ. 2559 รัฐบาลมีนโยบายไทยแลนด์ 4.0 ในการปรับเปลี่ยนรูปแบบการเกษตรแบบดั้งเดิมให้เป็นการเกษตรสมัยใหม่ที่เกษตรกรสามารถเพิ่มมูลค่าให้กับผลผลิตของตนเองได้ และส่งเสริมให้มีการพัฒนาแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตรเพื่อเพิ่มช่องทางการตลาดให้แก่สินค้าเกษตรโดยการผนวกการเกษตรและการท่องเที่ยวเข้าด้วยกัน การท่องเที่ยวเชิงเกษตรเป็นการท่องเที่ยวที่มีกิจกรรมเกี่ยวข้องกับการเกษตร และอาจมีกิจกรรมอื่น ๆ ร่วมด้วย สามารถสร้างรายได้ให้กับชุมชน ควบคู่ไปกับการอนุรักษ์ทรัพยากรการเกษตร (Khermkan, 2018) การท่องเที่ยวเชิงเกษตรจึงไม่เพียงแต่ส่งผลให้เกิดการกระจายรายได้สู่ชุมชน แต่ยังเปิดโอกาสให้นักท่องเที่ยวได้เรียนรู้วิถีชีวิต สัมผัสความหลากหลายของผลิตผล

ทางการเกษตรและความสวยงามของสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติที่มีอยู่อีกด้วย ซึ่งช่วยส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงเกษตรได้

ตำบลนาข้าวเสียว อำเภอนาโยง จังหวัดตรัง เป็นพื้นที่ที่ประชากรส่วนใหญ่มีอาชีพหลักด้านการเกษตร มีทรัพยากรธรรมชาติที่อุดมสมบูรณ์เหมาะแก่การทำเกษตรที่หลากหลาย และมีทัศนียภาพที่สวยงามเป็นธรรมชาติที่อุดมสมบูรณ์ จากความต้องการของชุมชนที่จะนำตลาดเข้ามาสู่พื้นที่ ลดการลงทุนจากการเคลื่อนย้ายขนส่งสินค้าออกไปภายนอก ในปี พ.ศ. 2560 กลุ่มเกษตรกรตำบลนาข้าวเสียวจึงได้ร่วมมือกันผลักดันจนเกิดเป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตรตำบลนาข้าวเสียว มีการนำสินค้าเด่นในพื้นที่มาจำหน่าย มุ่งเน้นการเรียนรู้วิถีเกษตรกรรมของชาวชนบท รวมไปถึงการเรียนรู้ศิลปวัฒนธรรมในพื้นที่ โดยมีเกษตรอำเภอนาโยงเป็นที่ปรึกษา และอาศัยงบประมาณของ OTOP นวัตกรรมและกลุ่มวิสาหกิจชุมชน ภายใต้โครงการ “ของดีบ้านฉันตำบลนาข้าวเสียว” ซึ่งประกอบไปด้วย กลุ่มเกษตรกรและกลุ่มอาชีพทางศิลปวัฒนธรรมต่าง ๆ ได้แก่ กลุ่มอาชีพทางการเกษตร ตำบลนาข้าวเสียว กลุ่มอนุรักษ์ฝั่งโพรง กลุ่มกาแฟ “มานิ” กลุ่มลางสาครร้อยปี ของดีคลองนางน้อย กลุ่ม OTOP นวัตกรรม กลุ่มเกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์ปีก ศูนย์บริการและถ่ายทอดเทคโนโลยีการเกษตรประจำตำบลนาข้าวเสียว กลุ่มผลิตข้าวปลอดภัยเพื่อการท่องเที่ยวเชิงเกษตรตำบลนาข้าวเสียว กลุ่มผลิตผ้าปาเต๊ะ และกลุ่มเครื่องแกงตำบลนาข้าวเสียว

แม้ว่าจะดำเนินงานมาไม่นาน แต่ในปี พ.ศ. 2562 ก็ได้มีนักท่องเที่ยวให้ความสนใจเป็นจำนวนมาก อย่างไรก็ตาม การทำธุรกิจท่องเที่ยวเชิงเกษตรให้ประสบความสำเร็จอย่างยั่งยืน ไม่ได้มุ่งเน้นผลลัพธ์ด้านเศรษฐกิจเพียงด้านเดียว แต่จะต้องมีความสมดุลกันทั้งด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม เพื่อให้สามารถใช้ประโยชน์ได้ในระยะยาว (Pan et al., 2018) งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตรตำบลนาข้าวเสียว อำเภอนาโยง จังหวัดตรัง ศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อศักยภาพของแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตรตำบล

นาข้าวเสียว และกำหนดกลยุทธ์ในการพัฒนาแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตรให้สามารถดำเนินงานต่อไปได้อย่างยั่งยืน กลยุทธ์การพัฒนาแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตรตำบลนาข้าวเสียวอย่างยั่งยืนจะเป็นข้อมูลที่มีประโยชน์ทั้งต่อกลุ่มเกษตรกรในการพัฒนาตนเองให้มีรายได้เพิ่มมากขึ้น บนพื้นฐานทรัพยากรธรรมชาติและภูมิปัญญาท้องถิ่นที่มีอยู่แล้วในพื้นที่ และบุคลากรในหน่วยงานภาครัฐ ในการวางแผนพัฒนาพื้นที่เพื่อยกระดับคุณภาพชีวิตของเกษตรกร ซึ่งจะช่วยเสริมสร้างความมั่นคง ชุมชนพึ่งพาตนเองได้ เกิดความเข้มแข็งตั้งแต่ระดับครัวเรือนไปสู่ชุมชนและในระดับที่สูงขึ้นไป

ในการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อศักยภาพของแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตร คณะผู้วิจัยได้แบ่งปัจจัยออกเป็น 2 ด้าน 5 องค์ประกอบ ให้สอดคล้องไปกับตัวชี้วัดมาตรฐานคุณภาพแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตรของ Ministry of Tourism and Sport (2014) ซึ่งได้มาจากการพิจารณากรอบแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการท่องเที่ยวเชิงเกษตรร่วมกับองค์ประกอบของอุตสาหกรรมการท่องเที่ยวและมุมมองด้านการพัฒนาที่ยั่งยืน ดังนี้

1. ด้านศักยภาพเชิงคุณค่าของแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตร

1.1 คุณค่าทางกายภาพและชีวภาพ หมายถึง ลักษณะของแหล่งท่องเที่ยวที่มีความโดดเด่น เป็นเอกลักษณ์ที่สามารถดึงดูดนักท่องเที่ยวได้ ไม่ว่าจะผ่านทางกายภาพหรือทางชีวภาพ

1.2 คุณค่าด้านองค์ความรู้ นวัตกรรม ภูมิปัญญา หมายถึง รูปแบบการดำเนินกิจกรรมการเกษตรที่สะท้อนให้เห็นความโดดเด่น เป็นเอกลักษณ์ของแหล่งท่องเที่ยว

2. ด้านศักยภาพการเป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตร

2.1 ศักยภาพการบริหารจัดการของแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตร หมายถึง การบริหารจัดการแหล่งท่องเที่ยวอย่างเป็นระบบ เพื่อการตอบรับที่ดีจากนักท่องเที่ยว และทำให้แหล่งท่องเที่ยวดำรงอยู่ได้อย่างยั่งยืน

2.2 ศักยภาพการให้บริการของแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตร หมายถึง ความสะดวกในการเดินทาง ความพร้อมของสาธารณูปโภคที่จะช่วยให้นักท่องเที่ยวได้รับความสะดวกสบายและปลอดภัย

2.3 ศักยภาพการดึงดูดใจทางการท่องเที่ยว หมายถึง การมีกิจกรรมการท่องเที่ยวที่หลากหลายเพื่อให้นักท่องเที่ยวได้รับความรู้และความเพลิดเพลิน

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Sukasem (2016) ศึกษาศักยภาพการท่องเที่ยวเชิงเกษตรตำบลดงขี้เหล็ก อำเภอเมือง จังหวัดปราจีนบุรี โดยใช้แบบสอบถาม ในกลุ่มตัวอย่างนักท่องเที่ยวชาวไทย จำนวน 300 คน การสัมภาษณ์เชิงลึก การสังเกตการณ์แบบมีส่วนร่วม และการสนทนากลุ่มผู้ให้ข้อมูลหลักที่เกี่ยวข้องกับการท่องเที่ยวเชิงเกษตร ตำบลดงขี้เหล็ก อำเภอเมือง จังหวัดปราจีนบุรี จำนวน 18 คน พบว่าแนวทางการพัฒนาศักยภาพการท่องเที่ยวเชิงเกษตรมีระดับความคิดเห็นด้านคุณค่าของแหล่งท่องเที่ยวอยู่ในระดับมากที่สุด ด้านการบริการ ด้านการบริหารจัดการ และด้านสภาพแวดล้อมด้านกิจกรรมการท่องเที่ยวอยู่ในระดับมาก และด้านสิ่งอำนวยความสะดวกอยู่ในระดับปานกลาง แนวทางการพัฒนาศักยภาพการท่องเที่ยวเชิงเกษตรจำแนกได้ 6 ด้าน คือ 1) ด้านทรัพยากรการท่องเที่ยวเชิงเกษตร 2) ด้านกิจกรรมการท่องเที่ยวเชิงเกษตร 3) ด้านการมีส่วนร่วมของท้องถิ่น 4) ด้านการบริหารจัดการการท่องเที่ยวเชิงเกษตร 5) ด้านการบริการและสิ่งอำนวยความสะดวก และ 6) ด้านการตลาดการท่องเที่ยวเชิงเกษตร

Sukbanjong and Wattanakamolchai (2019) ได้ศึกษาการพัฒนาการท่องเที่ยวอย่างยั่งยืนของหนานมดแดง อำเภอป่าพะยอม จังหวัดพัทลุง โดยการสัมภาษณ์ผู้นำชุมชน ประชาชนในพื้นที่ นักท่องเที่ยว เจ้าหน้าที่หน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้อง และผู้ประกอบการในพื้นที่ และการวิเคราะห์เนื้อหา พบว่าแนวทางการพัฒนาการท่องเที่ยวอย่างยั่งยืนของหนานมดแดง คือ การจำกัดปริมาณของนักท่องเที่ยวเพื่อช่วยลดอุบัติเหตุทางรถยนต์ แก้ปัญหา

ห้องพักและที่จอดรถไม่เพียงพอ ควรมีกิจกรรมท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์อื่น ๆ เพิ่มเติม หน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชน ควรจัดกิจกรรมให้ความรู้ด้านการท่องเที่ยวเชิงเกษตรอย่างยั่งยืน และเปิดโอกาสให้สมาชิกชุมชนมีส่วนร่วมในการบริหารและการจัดการพื้นที่ท่องเที่ยว เพื่อให้ทุกฝ่ายได้ประโยชน์อย่างเท่าเทียมกัน

Tongla and Samarak (2020) ศึกษาการจัดการแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตร จังหวัดจันทบุรี โดยเก็บข้อมูลจากการสำรวจเชิงพื้นที่ การประเมินศักยภาพแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตรโดยใช้คู่มือการประเมินมาตรฐานคุณภาพแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตร สำนักพัฒนาแหล่งท่องเที่ยว กรมการท่องเที่ยว กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา การสัมภาษณ์เจาะลึกรายบุคคล และการประชุมกลุ่มย่อยในกลุ่มผู้ประกอบการ หน่วยงานภาครัฐ และภาคเอกชน ผลการศึกษาพบว่า แหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตรจังหวัดจันทบุรี ทั้ง 14 แห่ง มีศักยภาพการจัดการท่องเที่ยวเชิงเกษตรผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพในระดับดี แนวทางการพัฒนาศักยภาพแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตร ควรเน้นการให้ความรู้ สร้างประสบการณ์แปลกใหม่ และสร้างเครือข่าย

Singnual and Tiasutikul (2021) ศึกษาศักยภาพการจัดการท่องเที่ยวเชิงเกษตรโดยชุมชนบ้านคลองอาราง โดยการจัดประชุมกลุ่ม การวิเคราะห์ SWOT และการใช้แบบสอบถามโดยใช้แบบประเมินมาตรฐานคุณภาพแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตรเป็นเอกสารอ้างอิงหลัก จากผู้ให้ข้อมูลสำคัญ ได้แก่ ผู้นำชุมชน เกษตรกร และผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง จำนวน 50 คน พบว่าบ้านคลองอารางมีแหล่งท่องเที่ยวที่มีศักยภาพในการเป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตร มีการสอดแทรกวิถีชีวิตเกษตรที่น่าสนใจ เช่น การทำการเกษตรตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง แหล่งท่องเที่ยวมีทัศนียภาพโดยรอบที่สวยงามเช่น สระหลวง Sky walk และเส้นทางป่าชุมชน เป็นต้น มีพิธีบวงสรวงในบริเวณเขตป่าชุมชนของชุมชนบ้านคลองอาราง และการละเล่นนางด้ง มีกิจกรรมการท่องเที่ยวที่หลากหลาย สามารถเชื่อมโยงกับแหล่งท่องเที่ยวอื่น ๆ ในท้องถิ่นได้ในอนาคต

กรอบแนวคิดการวิจัย

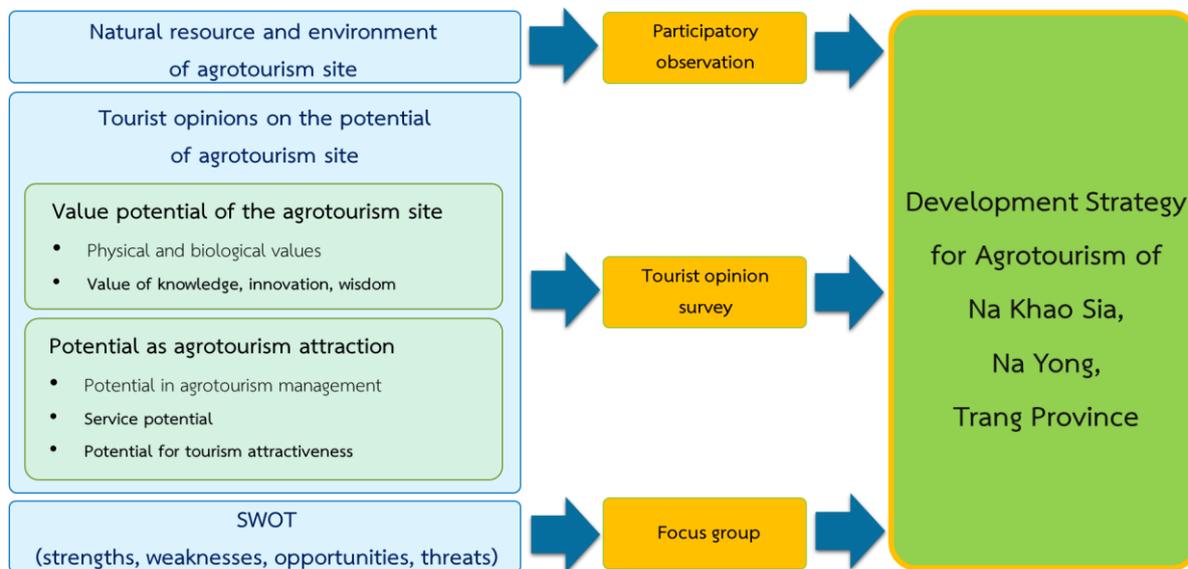


Figure 1 Research framework

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในงานวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1) บุคคลที่มีหน้าที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตรตำบลนาข้าวเสีย ได้กำหนดการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling) จำนวน 13 คน ซึ่งประกอบไปด้วย เจ้าหน้าที่ภาครัฐ จำนวน 3 คน และกลุ่มผู้นำทางความคิด 10 คน (ผู้นำเครือข่ายกลุ่มอาชีพทางการเกษตรตำบลนาข้าวเสีย กลุ่มอนุรักษ์ผิ๊งโพรง กลุ่มกาแพ “มานิ” กลุ่มกลางสาทร้อยปี ของดีคลองนางน้อย กลุ่ม OTOP นวัตวิถี กลุ่มเกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์ปีก ศูนย์บริการและถ่ายทอดเทคโนโลยีการเกษตรประจำตำบลนาข้าวเสีย กลุ่มผลิตข้าวปลอดภัยเพื่อการท่องเที่ยวเชิงเกษตรตำบลนาข้าวเสีย กลุ่มผลิตผ้าปาเต๊ะ และกลุ่มเครื่องแกงตำบลนาข้าวเสีย)

2) ผู้รับบริการ ได้แก่ กลุ่มนักท่องเที่ยวชาวไทย 214 คน กำหนดจำนวนของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้วิธีการคำนวณตามสูตรของเครซีและมอร์แกน (Krejcie and Morgan, 1970) ที่ระดับความคลาดเคลื่อน $\pm 5\%$ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยใช้ข้อมูลสถิตินักท่องเที่ยวในปี 2562 ซึ่งมีรายงานว่ามียกนักท่องเที่ยวทั้งสิ้นจำนวน 480 คน

กระบวนการวิจัยและเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

กระบวนการศึกษาวิจัย ประกอบไปด้วย 3 วิธี ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1) การสำรวจเชิงพื้นที่ในประเด็นสภาพแวดล้อมและข้อมูลพื้นฐานของแหล่งท่องเที่ยวเพื่อนำมาวิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis) โดยการเก็บรวบรวมข้อมูลจากภาคสนามจากการสังเกตแบบมีส่วนร่วม จากการเข้าร่วมกิจกรรมท่องเที่ยวและเข้าร่วมการประชุมเครือข่ายกลุ่มท่องเที่ยว

2) การสำรวจความคิดเห็นของนักท่องเที่ยวที่มีต่อศักยภาพเชิงคุณค่าของแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตรและต่อศักยภาพการเป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตรตำบลนาข้าวเสีย อำเภอนาโยง จังหวัดตรัง โดยใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการวิจัย โดยประยุกต์ตามตัวชี้วัดมาตรฐานคุณภาพแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตรของ Ministry of Tourism and Sport (2014) ซึ่งประกอบไปด้วย 5 องค์ประกอบหลัก 2 ด้าน ได้แก่ ด้านศักยภาพเชิงคุณค่าของแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตร และด้านศักยภาพการเป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตร โดยด้านศักยภาพเชิงคุณค่าของแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตร แบ่งออกเป็น 1) คุณค่าทางกายภาพและชีวภาพ และ 2) คุณค่าด้านองค์ความรู้ นวัตกรรม ภูมิปัญญา และศักยภาพการเป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตร แบ่งออกเป็น 1) ศักยภาพการบริหารจัดการของแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตร 2) ศักยภาพการให้บริการของแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตร และ 3) ศักยภาพการดึงดูดใจทางการท่องเที่ยว

ผู้วิจัยพัฒนาแบบสอบถามและตรวจสอบคุณภาพแบบสอบถามโดยการหาค่าความเที่ยงตรง (IOC: Index of item objective congruence) จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย และตรวจสอบโดยค่าความเชื่อมั่นด้วยวิธีสัมประสิทธิ์อัลฟาของครอนบาค (Cronbach's alpha coefficient) โดยค่าความสอดคล้องกับจุดประสงค์ (IOC) เท่ากับ 0.84 และค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม เท่ากับ 0.98

วิเคราะห์ศักยภาพแหล่งท่องเที่ยวในพื้นที่ตำบลนาข้าวเสียโดยใช้การหาค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation; S.D.) ของระดับความคิดเห็นของนักท่องเที่ยวต่อองค์ประกอบทั้ง 5 องค์ประกอบของศักยภาพเชิงคุณค่าของแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตร และด้านศักยภาพการเป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตร โดยกำหนดอันตรภาคชั้น ดังนี้ 4.21-5.00: สูงที่สุด 3.41-4.20: สูง 2.61-3.40: ปานกลาง 1.81-2.60: ต่ำ และ 1.00-1.80: ต่ำที่สุด

3) การประชุมกลุ่มย่อย (Focus group) กับบุคคลที่มีหน้าที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตรตำบลนาข้าวเสียจำนวน 13 คน เปิดโอกาสให้ผู้เข้าร่วมมีโอกาสพูดคุยและแสดงความคิดเห็นได้อย่างอิสระในการวิเคราะห์สภาพแวดล้อมของกลุ่ม (SWOT analysis) จากข้อมูลที่ได้ทั้งหมด นำมากำหนดเป็นกลยุทธ์หรือแนวทางในการพัฒนาแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตรของตำบลนาข้าวเสีย

ผลการวิจัยและวิจารณ์

สภาพแวดล้อมและข้อมูลพื้นฐานของแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตรของตำบลนาข้าวเสีย อำเภอนาโยง จังหวัดตรัง

การท่องเที่ยวเชิงเกษตรอย่างยั่งยืนเป็นการบูรณาการการท่องเที่ยวเชิงเกษตรซึ่งเป็นการท่องเที่ยวที่มุ่งเน้นให้นักท่องเที่ยวได้สัมผัสและเรียนรู้วิถีการทำเกษตรกรรม ไปถึงวิถีการดำรงชีวิต วัฒนธรรมและประเพณีของชุมชน (Ministry of Tourism and Sport, 2014) เข้ากับการท่องเที่ยวอย่างยั่งยืนที่ไม่เพียงแต่ต้องคำนึงถึงผลกระทบทางเศรษฐกิจ แต่ยังคงคำนึงถึงผลกระทบทางสังคมและสิ่งแวดล้อมในระยะยาวอีกด้วย จึงต้องอาศัยการมีส่วนร่วมของชุมชนในการอนุรักษ์ความสมบูรณ์ทางวัฒนธรรมและทรัพยากรธรรมชาติ (Budiasa and Ambarawati, 2014) จึงอาจกล่าวได้ว่า การท่องเที่ยวเชิงเกษตรอย่างยั่งยืนคือ การท่องเที่ยวที่ให้นักท่องเที่ยวได้มีโอกาสสัมผัสและเรียนรู้วิถีเกษตรกรรม ประเพณี และวัฒนธรรม ที่สามารถสร้างรายได้ให้ชุมชนภายใต้มีส่วนร่วมของชุมชนในการดำรงไว้ซึ่งความสมบูรณ์ของทรัพยากรและวัฒนธรรมอย่างยั่งยืน

พื้นที่ตำบลนาข้าวเสีย อำเภอนาโยง จังหวัดตรัง มีเนื้อที่ประมาณ ประมาณ 12,500 ไร่ ห่างจากตัวอำเภอเมือง จังหวัดตรัง เพียง 15 กิโลเมตร มีทัศนียภาพที่สวยงามและโดดเด่น เนื่องจากมีทรัพยากรธรรมชาติที่ประกอบไปด้วย ทุ่งนาผืนใหญ่ มีแหล่งน้ำสำคัญไหลผ่าน มีป่าธรรมชาติโดยเฉพาะป่าสาคร ประชากรส่วนใหญ่

ประกอบอาชีพเกษตรกรรม กลุ่มท่องเที่ยวเชิงเกษตรตำบลนาข้าวเสีย ประกอบไปกลุ่มที่ประกอบอาชีพทางการเกษตรและวัฒนธรรมท้องถิ่น ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. กลุ่มอาชีพด้านการเกษตร (กลุ่มนาแปลงใหญ่) มีสมาชิกจำนวน 148 ราย มีพื้นที่การทำนาของสมาชิก 878 ไร่ มีกิจกรรมให้กับนักท่องเที่ยวได้เยี่ยมชม ได้แก่ การผลิตข้าว การแปรรูปข้าว รวมไปถึงการเลี้ยงโคพื้นเมือง

2. กลุ่มอนุรักษ์ผิ้วังโพรง (กลุ่มผิ้วังหวานบ้านนา) เป็นการรวมกลุ่มของสมาชิก จำนวน 45 คน เพื่อสร้างรายได้เสริมโดยการเลี้ยงผิ้วังโพรงไทย ปัจจุบันสมาชิกมีการเลี้ยงผิ้วังจำนวน 350 ลัง และได้มีการแปรรูปน้ำผิ้วังเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ อาทิ สบู่เหลว สบู่ น้ำผิ้วังผสมขมิ้นชัน ยาสระผมผสมน้ำผิ้วัง ครีมนวดผสมผิ้วัง น้ำผิ้วัง ยาหม่องจากไขผิ้วัง และเครื่องสำอางน้ำผิ้วัง

3. กลุ่มกาแฟ “มานิ” (กลุ่มผู้ปลูกกาแฟช่องเขาเทือกเขาบรรทัด) มีชื่อเสียงในการปลูกกาแฟโรบัสต้าบนเทือกเขาบรรทัดมาอย่างยาวนาน มีสมาชิก 30 คน และมีต้นกาแฟโรบัสต้าของกลุ่ม จำนวน 20,000 ต้น กลุ่มมีการแปรรูปในรูปแบบต่าง ๆ เช่น กาแฟสด สบู่กาแฟ เป็นต้น

4. กลุ่มกลางสาตร้อยปี ของดีคลองนางน้อย มีสมาชิก 25 คน มีกลางสาตในมือสมาชิกกลุ่มจำนวน 750 ต้น “กลางสาต” ไม้ผลพื้นเมืองที่อยู่คู่กับพื้นที่มาอย่างยาวนาน มีจุดเด่นตรงสภาพพื้นที่ของคลองนางน้อยที่ยังคงวิถีธรรมชาติและอายุของต้นกลางสาตที่ค่อนข้างมาก ทำให้กลางสาตคลองนางน้อยจึงหวานกลมกล่อม สร้างตลาดในพื้นที่ในช่วงเดือนสิงหาคม-กันยายน นักท่องเที่ยวสามารถเยี่ยมชมต้นกลางสาตและเรียนรู้วิถีธรรมชาติได้

5. กลุ่ม OTOP นวัตกรรม บ้านออกวัดนาปด มีกิจกรรมให้ศึกษาเรียนรู้ เช่น กิจกรรมของกลุ่มผ้ามัดย้อม กลุ่มผลิตน้ำมันสมุนไพร กลุ่มน้ำมันมะพร้าวสกัดเย็น การทำเครื่องประดับโมโนร่า เรียนรู้เครื่องจักสาน เป็นต้น

6. กลุ่มเกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์ปีก มีสมาชิกจำนวน 25 คน ร่วมกันเลี้ยงเป็ด จำนวน 700 ตัว ซึ่งให้ผลผลิตวันละ 450 ฟอง โดยกลุ่มได้นำมาผลิตเป็นไข่เค็ม

นอกจากนี้ ทางกลุ่มมีการเลี้ยงหมูขายและวางแผนสร้างมูลค่าเพิ่มด้วยการขายหมูย่าง ซึ่งเป็นอาหารขึ้นชื่อของจังหวัดตรังอีกด้วย นักท่องเที่ยวสามารถร่วมเป็นเจ้าของเลี้ยงสัตว์ในฟาร์มได้ ด้วยองค์ความรู้แบบภูมิปัญญาผนวกกับหลักวิชาการที่ปฏิบัติได้จริง

7. ศูนย์บริการและถ่ายทอดเทคโนโลยีการเกษตรประจำตำบลนาข้าวเสีย (ปุ๋ยอินทรีย์) มีคณะกรรมการจำนวน 20 คน และมีเครือข่ายด้านการเกษตรอีกหลายแห่งในตำบลนาข้าวเสีย มีกิจกรรมการผลิตปุ๋ยอินทรีย์ การผลิตถังเลี้ยงผิ้วัง เกษตรผสมผสาน และกิจกรรมทางการเกษตรแบบพึ่งพาตนเอง

8. กลุ่มผลิตข้าวปลอดภัยเพื่อการท่องเที่ยวเชิงเกษตรตำบลนาข้าวเสีย เป็นกลุ่มเกษตรกรที่ผลิตข้าวคุณภาพ ทำนาเพื่อบริโภคในครัวเรือน จึงผลิตข้าวได้ในปริมาณน้อยแต่เป็นข้าวที่ปลอดภัย เป็นทางเลือกให้กับคนรักสุขภาพ ปัจจุบัน มีสมาชิกอยู่จำนวน 15 คน นักท่องเที่ยวสามารถเรียนรู้วิถีการปลูกข้าวอย่างปลอดภัย

9. กลุ่มผลิตผ้าปาเต๊ะ ผลิตงานหัตถกรรมบนผืนผ้า เพิ่มมูลค่าสินค้าจากภูมิปัญญาท้องถิ่น

10. กลุ่มเครื่องแกงตำบลนาข้าวเสีย ผลิตเครื่องแกงรสชาติภาคใต้แท้

การรวมกลุ่มจัดเป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตรของตำบลนาข้าวเสีย เกิดจากการมีส่วนร่วมของกลุ่มที่มีอาชีพด้านเกษตรกรรม โดยมีเกษตรกรอำเภอนาโยงเป็นที่ปรึกษา อาศัยความโดดเด่นด้านทัศนียภาพและทรัพยากรท้องถิ่น สร้างกิจกรรมที่หลากหลายโดยเน้นภูมิปัญญาท้องถิ่น ทั้งด้านการเกษตรและวัฒนธรรมให้กับนักท่องเที่ยว แต่ละกลุ่มมีอัตลักษณ์และภูมิปัญญาที่ถ่ายทอดต่อ ๆ กันมาด้วย ซึ่งองค์ประกอบเหล่านี้เป็นพื้นฐานที่จะนำไปสู่การพัฒนาเป็นแหล่งท่องเที่ยวที่ยั่งยืนได้ นักท่องเที่ยวเลือกที่จะเดินทางมาท่องเที่ยวเนื่องจากความดึงดูดใจของแหล่งท่องเที่ยว ดังนั้น การมีส่วนร่วมของชุมชนในการรักษาทรัพยากรของท้องถิ่นจึงมีความสำคัญต่อการท่องเที่ยวอย่างยั่งยืนเป็นอย่างมาก (Strydom et al., 2019)

ระดับความคิดเห็นของนักท่องเที่ยวต่อศักยภาพเชิงคุณค่าของแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตรและศักยภาพการเป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตรตำบลนาข้าวเสียว

แหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตรมุ่งเน้นให้นักท่องเที่ยวได้เรียนรู้และมีส่วนร่วมในกิจกรรมที่ก่อให้เกิดการเรียนรู้วิถีเกษตรกรรม การดำรงชีวิต วัฒนธรรม และประเพณี ซึ่งเป็นช่องทางในการเพิ่มการกระจายรายได้สู่เกษตรกร ในการพัฒนาแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตรให้สามารถดำเนินการต่อไปได้อย่างยั่งยืน แหล่งท่องเที่ยวจะต้องมีการพัฒนาเพื่อให้ตอบโจทย์ของนักท่องเที่ยวจากการสำรวจความคิดเห็นของนักท่องเที่ยวจำนวน 214 คน ต่อศักยภาพเชิงคุณค่าของแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตรและศักยภาพการเป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตรตำบลนาข้าวเสียว พบว่า ระดับความคิดเห็นของนักท่องเที่ยวโดยเฉลี่ยในภาพรวมทั้งหมดอยู่ในระดับปานกลาง (3.30 ± 0.92) (Table 1) โดยระดับความคิดเห็นของนักท่องเที่ยวต่อคุณค่าทางกายภาพและชีวภาพ คุณค่าด้านองค์ความรู้ นวัตกรรม ภูมิปัญญา และศักยภาพการดึงดูดใจทางการท่องเที่ยวอยู่ในระดับสูง ในขณะที่ความ

คิดเห็นของนักท่องเที่ยวต่อศักยภาพการบริหารจัดการของแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตร และศักยภาพการให้บริการของแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตรอยู่ในระดับปานกลาง โดยระดับความคิดเห็นต่อองค์ประกอบด้านคุณค่าทางกายภาพและชีวภาพมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด (3.83 ± 0.12) สอดคล้องกับการสำรวจพื้นที่และสภาพแวดล้อม ซึ่งพบว่าพื้นที่ตำบลนาข้าวเสียวมีทัศนียภาพและบรรยากาศของพื้นที่ที่มีความโดดเด่น สวยงาม เป็นธรรมชาติ ดึงดูดใจนักท่องเที่ยว ทรัพยากรธรรมชาติในพื้นที่ประกอบไปด้วยทุ่งนาผืนใหญ่ ภูเขา และลำน้ำธรรมชาติ นอกจากนี้ยังเป็นแหล่งท่องเที่ยวที่สะท้อนภูมิปัญญาท้องถิ่น มีกิจกรรมและผลิตภัณฑ์ที่หลากหลายไว้บริการนักท่องเที่ยว รวมไปถึงการมีสิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็น ถนนป้ายบอกทาง แผนที่ท่องเที่ยว เป็นต้น สร้างความพึงพอใจให้กับนักท่องเที่ยวได้มาก แหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตรของตำบลนาข้าวเสียว จึงจัดเป็นแหล่งท่องเที่ยวที่มีความโดดเด่น มีอัตลักษณ์และวัฒนธรรมท้องถิ่น ที่ชุมชนควรช่วยกันพัฒนาและรักษาสิ่งเหล่านี้เอาไว้เพราะเป็นสิ่งดึงดูดนักท่องเที่ยวที่สำคัญ

Table 1 The opinion level of tourists to the potential of agrotourism site of Na Khao Sia, Na yong, Trang

Openion	Mean±S.D.	Level of opinion
1. Value potential of the agrotourism site	3.66±0.07	High
1.1 Physical and biological values	3.83±0.12	High
1) Having beautiful scenery, and plentiful natural resources	3.93±1.13	High
2) Having good weather	3.93±0.93	High
3) Having more than one product	3.63±0.93	High
1.2 Value of knowledge, innovation, wisdom	3.50±0.02	High
1) Reflecting local wisdom	3.77±1.01	High
2) Having unique agricultural innovation	3.49±1.00	High
3) Using modern technology	3.23±0.97	Moderate

Table 1 (Continued)

Openion	Mean±S.D.	Level of opinion
2. Potential as agrotourism attraction	3.40±0.08	Moderate
2.1 Potential in agrotourism management	3.40±0.04	Moderate
1) Having tourism map	3.41±0.99	High
2) Having security systems	3.39±0.92	Moderate
3) Having available infrastructure	3.44±1.01	High
4) Having promoting media	3.37±0.98	Moderate
2.2 Service potential	3.37±0.04	Moderate
1) Having a clear sign and convenient transportation	3.43±0.90	High
2) Having enough restroom and resting place	3.33±0.96	Moderate
3) Having the receptionist	3.35±0.98	Moderate
4) Having accommodation and food shop nearby	3.51±0.97	High
5) Having souvenir shop	3.22±1.01	Moderate
2.3 Potential for tourism attractiveness	3.45±0.07	High
1) Having activities for tourist	3.41±0.87	High
2) Having demonstration and practice for tourist	3.50±0.96	High
Overall	3.30±0.92	Moderate

เมื่อพิจารณาข้อเสนอแนะที่ได้จากกลุ่มนักท่องเที่ยว นักท่องเที่ยวส่วนใหญ่ไม่ได้ให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม อย่างไรก็ตาม นักท่องเที่ยวบางส่วนต้องการให้เพิ่มกิจกรรมทางการเกษตร พัฒนาและยกระดับสินค้า ต้องการจุดซื้อขายสินค้าเพิ่มมากขึ้น และพัฒนาแหล่งท่องเที่ยวในรูปแบบบ้านพักในฟาร์ม (Farm stay) จากการวิเคราะห์อายุและเพศของนักท่องเที่ยวที่ตอบแบบสอบถาม พบว่านักท่องเที่ยวมีตั้งแต่อายุ 15-67 ปี โดยนักท่องเที่ยวกว่าครึ่งอายุ 23-36 ปี ในขณะที่จำนวนนักท่องเที่ยวเพศชายและเพศหญิงมีจำนวนใกล้เคียงกัน (เพศหญิง 55.14% เพศชาย 44.86%) ดังนั้นในการวางแผนพัฒนาแหล่งท่องเที่ยวควรวางเป้าหมายของผู้ใช้บริการที่ช่วงอายุ 23-36 ปี น่าจะตรง

กลุ่มเป้าหมายจะมีประสิทธิภาพในการดึงดูดนักท่องเที่ยวมากที่สุด ซึ่งการกลับมาเที่ยวซ้ำหรือการมีนักท่องเที่ยวหมุนเวียนเข้ามาสม่ำเสมอจะนำไปสู่การเป็นเป็นแหล่งท่องเที่ยวที่ยั่งยืนในด้านเศรษฐกิจ การเพิ่มกิจกรรมทางการเกษตรให้เหมาะสมกับวัยจะช่วยดึงดูดนักท่องเที่ยวให้กลับมาทำหรือชมกิจกรรมที่สนใจได้ นักท่องเที่ยวกลุ่มนี้เป็นวัยทำงาน และเป็นวัยที่มีการใช้สื่อออนไลน์กันอย่างแพร่หลาย การท่องเที่ยวและแบ่งปันประสบการณ์ผ่านสื่อออนไลน์จะช่วยประชาสัมพันธ์และสร้างความเชื่อถือให้กับนักท่องเที่ยวกลุ่มนี้ได้เป็นอย่างดี (Permchewit and Cheyjunya, 2010) ผลิตภัณฑ์ที่หลากหลายและมีอัตลักษณ์เป็นปัจจัยสำคัญต่อการตัดสินใจท่องเที่ยวในช่วงวันหยุด

สุดสัปดาห์ และวันหยุดต่อเนื่องของคนวัยทำงาน (Kietpiriya *et al.*, 2020) จึงควรมีการพัฒนาและยกระดับสินค้าให้มีคุณภาพ มีอัตลักษณ์ และมีภาพลักษณ์ที่ดึงดูดใจนักท่องเที่ยวกลุ่มนี้ ปัจจุบัน ธุรกิจบ้านพักในฟาร์ม (Farm stay) เป็นธุรกิจที่น่าสนใจ เป็นการเพิ่มช่องทางให้กับนักท่องเที่ยวที่ชื่นชอบธรรมชาติ ต้องการสัมผัสวิถีชีวิตการทำเกษตรแบบไม่เร่งรีบ ค่าบริการที่พักไม่สูงมากและมีความเป็นกันเอง การพัฒนาธุรกิจบ้านพักในพื้นที่จะช่วยส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงเกษตรได้เป็นอย่างดี หากชุมชนสามารถพัฒนาสิ่งเหล่านี้ได้ ก็จะช่วยเพิ่มศักยภาพให้กับแหล่งท่องเที่ยวให้สามารถดำเนินงานได้อย่างยั่งยืนได้

จุดแข็ง จุดอ่อน โอกาส และอุปสรรค

การวิเคราะห์จุดแข็ง จุดอ่อน โอกาส และอุปสรรค หรือการวิเคราะห์ SWOT เป็นเครื่องมือที่ได้ถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายเพื่อกำหนดกลยุทธ์ในการพัฒนาแหล่งท่องเที่ยว (Theprasit *et al.*, 2020; Kienwatana *et al.*, 2021; Waiyakrud *et al.*, 2021) จากการวิเคราะห์จุดแข็ง จุดอ่อน โอกาส และอุปสรรคของแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตรตำบลนาข้าวเสียทั้ง 10 แหล่งโดยจุดแข็งและจุดอ่อนเป็นการวิเคราะห์สภาพแวดล้อมภายใน เช่น การเข้าถึงทรัพยากรธรรมชาติ โครงสร้างของพื้นที่ ประสิทธิภาพและความสามารถ เป็นต้น ในขณะที่โอกาสและอุปสรรคเป็นการวิเคราะห์สภาพแวดล้อมภายนอก เช่น คู่แข่ง เทรนด์ด้านการตลาด การเกิดเทคโนโลยีใหม่ๆ เป็นต้น (Helms and Nixon, 2010) ได้ผลการวิเคราะห์ SWOT (S: จุดแข็ง W: จุดอ่อน O: โอกาส T: อุปสรรค) ของแหล่งท่องเที่ยว ดังนี้

จุดแข็ง (S)

- S1: มีความได้เปรียบทางภูมิศาสตร์ จุดท่องเที่ยวมีทัศนียภาพที่สวยงาม สภาพอากาศบริสุทธิ์ สดชื่น โดยเฉพาะอย่างยิ่งพื้นที่นาข้าวของกลุ่มอาชีพทางการเกษตรตำบลนาข้าวเสีย
- S2: ความอุดมสมบูรณ์ของทรัพยากรในพื้นที่ก่อให้เกิดประโยชน์ต่อการผลิตผลผลิตทางการเกษตรที่

หลากหลาย เช่น ต้นยางอายุ 100 ปี ที่ให้ผลผลิตรสชาติหวาน เปลือกบาง และยางน้อย ความหลากหลายของพันธุ์พืชสำหรับการผลิตน้ำผึ้ง สายพันธุ์กาแฟเฉพาะถิ่นเป็นที่รู้จักและเป็นเอกลักษณ์ของชุมชน กลุ่มเครื่องแกงตำบลนาข้าวเสียใช้วัตถุดิบในชุมชนเป็นหลักซึ่งช่วยลดต้นทุนการผลิต

- S3: ผลิตภัณฑ์และกิจกรรมสะท้อนภูมิปัญญาท้องถิ่น วิถีชีวิต และองค์ความรู้ทางการเกษตร ไม่ว่าจะเป็นการประยุกต์ใช้เศรษฐกิจพอเพียงในการทำงานของกลุ่มอาชีพทางการเกษตรตำบลนาข้าวเสีย การแปรรูปกาแฟด้วยโอ่งแก้วเคลือบที่สะท้อนภูมิปัญญาและมีเอกลักษณ์การผลิตเครื่องแกงที่สามารถเก็บไว้ได้นานโดยไม่ใส่สารกันบูดของกลุ่มเครื่องแกงตำบลนาข้าวเสีย
- S4: มีกระบวนการผลิตที่ปลอดภัย มีคุณภาพ
- S5: กลุ่มต่าง ๆ มีการดำเนินการเชื่อมโยงกันอยู่แล้ว และมีการจัดประชุมเดือนละครั้งเพื่อรับฟังปัญหาและหาแนวทางแก้ไข ในบางกลุ่ม สมาชิกของกลุ่มมีความสามัคคีและร่วมแรงร่วมใจ เช่น กลุ่มกาแฟ “มานิ” สมาชิกร่วมกันดูแล ขยายพันธุ์ และฟื้นฟูสายพันธุ์สม่ำเสมอ กลุ่มผลิตข้าวปลอดภัย

จุดอ่อน (W)

- W1: ขาดความพร้อมในด้านสถานที่และอุปกรณ์สำหรับรองรับนักท่องเที่ยว
- W2: ความสามารถในการผลิตไม่เพียงพอต่อความต้องการของตลาด เช่น ต้นพันธุ์กาแฟ น้ำผึ้ง
- W3: ขาดแรงงาน เงินทุน และอุปกรณ์ เช่น กลุ่มกาแฟ “มานิ” มีอุปกรณ์ในการทำกาแฟไม่เพียงพอ กลุ่มผลิตผ้าปาเต๊ะขาดเงินทุนในการดำเนินงาน กลุ่มเครื่องแกงตำบลนาข้าวเสียขาดแรงงาน

โอกาส (O)

- O1: มีกิจกรรมการส่งเสริมด้านการตลาด เช่น การประชาสัมพันธ์จุดท่องเที่ยวจากหน่วยงานภาครัฐ การจัดนิทรรศการประจำปี
- O2: มีตลาดรองรับผลิตภัณฑ์ เช่น ลูกค้ายุคออนไลน์ โพรงมีความภักดีต่อสินค้า กลุ่มกาแฟ “มานิ” มี

ตลาดเข้ามารองรับผลิตภัณฑ์ กลุ่มกลางสาทร้อยปี ของดีคลองนางน้อยผลตอบรับจากลูกค้าภายนอก อยู่ในระดับที่ดี

O3: มีเครือข่ายความร่วมมือจากภายนอก ไม่ว่าจะเป็นสำนักงานเกษตรอำเภอ สำนักงานเกษตรและสหกรณ์ จังหวัด มหาวิทยาลัย สภาเกษตรกร และอื่น ๆ

อุปสรรค (T)

T1: ขาดเทคโนโลยีสมัยใหม่และกระบวนการผลิตที่ครบวงจรในการช่วยเพิ่มศักยภาพการผลิตและเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์

T2: ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและโรคระบาดส่งผลต่อผลผลิต

T3: คู่แข่งทางการตลาดและความผันผวนของยอดขาย เช่น กลุ่ม OTOP นวัตกรรม มียอดขายผันผวนเนื่องจากไม่มีลูกค้าประจำ กลุ่มเครื่องแกงตำบนาข้าวเสียมี่คู่แข่งทางการตลาดเยอะ ผลิตภัณฑ์จำหน่ายได้เพียงภายในชุมชน

กลยุทธ์ในการพัฒนาแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตรของตำบลนาข้าวเสียมี่อย่างยั่งยืน

การพัฒนาแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตรอย่างยั่งยืนจะต้องคำนึงถึงการเข้ามาท่องเที่ยวของนักท่องเที่ยวในระยะยาว สร้างรายได้ให้กับสมาชิกบนพื้นฐานของการใช้ทรัพยากรธรรมชาติในพื้นที่อย่างยั่งยืน ภายใต้ความสอดคล้องกับวิถีชีวิตของชุมชน ซึ่งจะนำไปสู่การพัฒนาชุมชนที่ยั่งยืน จากการบูรณาการทั้งจากข้อมูลพื้นฐานของแหล่งท่องเที่ยว ความคิดเห็นของนักท่องเที่ยว และจุดแข็งจุดอ่อน โอกาส และอุปสรรคเข้าด้วยกันสามารถกำหนดเป็นกลยุทธ์ในการพัฒนาแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตรของตำบลนาข้าวเสียมี่ได้ดังรายละเอียดต่อไปนี้

กลยุทธ์ที่ 1 การเพิ่มประสิทธิภาพการบริหารจัดการแหล่งท่องเที่ยว

1) การพัฒนาระบบฐานข้อมูลและแผนที่ท่องเที่ยวที่เข้าถึงได้ง่าย เพื่อดึงดูดใจนักท่องเที่ยว เพิ่มความสะดวก

ให้นักท่องเที่ยวสามารถเตรียมตัวและวางแผนก่อนเดินทางได้อย่างเหมาะสม

2) การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน สิ่งอำนวยความสะดวก และระบบรักษาความปลอดภัยให้นักท่องเที่ยว ไม่ว่าจะเป็น ที่จอดรถ ห้องน้ำ จุดพักผ่อนที่มีอาหารและเครื่องดื่ม

3) การกำหนดแผนพัฒนาและสร้างกระบวนการทำงานแบบมีส่วนร่วมจากทุกภาคส่วนในการส่งเสริมให้สมาชิกในชุมชนเห็นถึงความสำคัญของทรัพยากร ธรรมชาติถึงความเสียหายที่จะเกิดกับทรัพยากรหากไม่มีการบำรุงรักษา และมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์และดูแลไม่ให้เกิดมลพิษ รักษาสภาพแวดล้อมในพื้นที่ ดูแลและปรับปรุงภูมิทัศน์และหรือจุดถ่ายภาพให้สวยงามอยู่เสมอ รวมไปถึงการวางแผนรับมือกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

4) พัฒนาศักยภาพของกลุ่มผู้ประกอบการที่เป็นสมาชิกของชุมชนให้มีทักษะด้านเทคโนโลยีการเกษตรเพื่อเพิ่มศักยภาพการผลิต สามารถจัดการให้ผลผลิตทางการเกษตรมีเสถียรภาพ การเพิ่มมูลค่า และการส่งเสริมการตลาด

กลยุทธ์ที่ 2 การพัฒนาผลิตภัณฑ์และบริการของแหล่งท่องเที่ยว

1) การพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ ๆ และบรรจุภัณฑ์ที่สอดคล้องกับความต้องการของตลาด โดยเฉพาะกลุ่มนักท่องเที่ยวช่วงอายุ 23-36 ปี รวมทั้งการส่งเสริมให้เกษตรกรสามารถสร้างมาตรฐานผลิตภัณฑ์ และสร้างแบรนด์ให้เป็นที่รู้จักมากขึ้นเพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพ มีมาตรฐานสะท้อนอัตลักษณ์ และมีความแตกต่าง

2) การพัฒนาเส้นทางท่องเที่ยวให้เหมาะสมกับกลุ่มนักท่องเที่ยวเพื่อสร้างความประทับใจให้กับนักท่องเที่ยวแบบเฉพาะเจาะจง เช่น เส้นทางท่องเที่ยวของนักท่องเที่ยวที่มากับกลุ่มเพื่อน อาจคัดเลือกสถานที่ที่มีจุดเช็คอินให้ถ่ายรูปสวย มีกิจกรรมที่เหมาะสมกับวัย เช่น กิจกรรมการทำผ้ามัดย้อม การคว่ำกาแฟเอง การทำสบู่ การปั่นจักรยาน หรือพายเรือคายัคชมสถานที่ท่องเที่ยว เป็นต้น ผลิตภัณฑ์ที่วางขายสำหรับกลุ่มนี้อาจเป็นผลิตภัณฑ์ที่มี

ขนาดไม่ใหญ่จนเกินไปเพื่อความคล่องตัวในการทำกิจกรรมต่าง ๆ บรรลุวัตถุประสงค์ที่มีความทันสมัย หากเป็นเส้นทางท่องเที่ยวสำหรับกลุ่มนักท่องเที่ยวเป็นครอบครัวใหญ่ที่มีหลากหลายวัย อาจมีกิจกรรมที่ทำให้ระลึกถึงอดีต เช่น การทำเครื่องประดับมโนราห์ การทำเครื่องแกงด้วยภูมิปัญญา โดยไม่ต้องใช้วัตถุดิบเสีย นอกจากนี้ กิจกรรมการเลี้ยงสัตว์ในฟาร์มจะช่วยดึงดูดความสนใจของเด็ก ๆ เป็นต้น

3) การสร้างกิจกรรมทางการเกษตรที่นักท่องเที่ยวมีส่วนร่วมในกิจกรรมได้ เช่น การทำของที่ระลึกจากวัสดุธรรมชาติในท้องถิ่น และเพิ่มจุดขายสินค้าเพื่อความสะดวกสำหรับนักท่องเที่ยวที่อาจไม่ได้แวะจุดท่องเที่ยวครบทุกจุด

4) การพัฒนาแหล่งท่องเที่ยวในรูปแบบบ้านพักในฟาร์ม (Farm stay) เพื่อให้ตอบโจทย์รูปแบบการท่องเที่ยวในยุคปัจจุบัน

กลยุทธ์ที่ 3 การส่งเสริมการตลาด

1) กลุ่มท่องเที่ยวเชิงเกษตรควรใช้ประโยชน์จากการประชาสัมพันธ์แหล่งท่องเที่ยวหรือจัดงานแสดงสินค้าโดยหน่วยงานภาครัฐในการสื่อสารเรื่องราวที่สะท้อนอัตลักษณ์ ภูมิปัญญาท้องถิ่น ความสวยงามของทัศนียภาพและอากาศที่บริสุทธิ์ รวมไปถึงพัฒนาช่องทางการสื่อสารเรื่องราวในสังคมออนไลน์ เพื่อเพิ่มการเข้าถึงของนักท่องเที่ยว สร้างความประทับใจและบอกต่อ

2) กลุ่มท่องเที่ยวเชิงเกษตรควรสร้างเอกลักษณ์และความแตกต่างด้วย “คุณค่าที่มอบให้ลูกค้าหรือผู้เข้ารับบริการ (Value proposition) เพื่อเอาชนะคู่แข่งทางการตลาดจากผลิตภัณฑ์และกิจกรรมที่มีอยู่หลากหลายในชุมชน

3) กลุ่มท่องเที่ยวควรใช้ประโยชน์จากการตลาดผ่านระบบดิจิทัล (Digital marketing) ในการประชาสัมพันธ์สื่อสารเรื่องราวและความสวยงามของพื้นที่ เพื่อดึงดูดนักท่องเที่ยว และเป็นช่องทางการขายสินค้าอีกช่องทางหนึ่งซึ่งจะนำมาสู่การมีรายได้เพิ่มขึ้น เพื่อที่จะได้มีเงินทุนสำหรับผลิตผลิตภัณฑ์หรือจัดกิจกรรมอื่น ๆ

สรุปผลการวิจัย

แหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตรตำบลนาข้าวเสีย อำเภอ นาโยง จังหวัดตรัง มีทัศนียภาพที่สวยงาม ทั้งทุ่งนา ป่า เขา และลำน้ำ อากาศดี และมีทรัพยากรธรรมชาติอุดมสมบูรณ์สามารถใช้ประโยชน์ในการสร้างผลผลิตทางการเกษตร สร้างผลิตภัณฑ์และบริการต่าง ๆ กิจกรรมที่เกิดจากทรัพยากรในพื้นที่ และวัฒนธรรมของท้องถิ่น เหมาะสำหรับการท่องเที่ยวเพื่อผ่อนคลาย ระดับความคิดเห็นของนักท่องเที่ยวต่อศักยภาพเชิงคุณค่าของแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตรมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับสูง ในขณะที่ความคิดเห็นต่อศักยภาพการเป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตรโดยเฉลี่ยอยู่ในระดับปานกลาง จุดแข็งของแหล่งท่องเที่ยว คือ ทัศนียภาพและทรัพยากรในพื้นที่ รวมไปถึงภูมิปัญญาและวิถีชีวิต โดยมีจุดอ่อนอยู่ที่การบริหารจัดการให้มีโครงสร้างพื้นฐานและสิ่งอำนวยความสะดวกเพื่อสร้างความพึงพอใจให้กับนักท่องเที่ยว และให้สามารถผลิตผลิตภัณฑ์ได้เพียงพอสำหรับโอกาส แหล่งท่องเที่ยวมีหน่วยงานสนับสนุนทั้งด้านการประชาสัมพันธ์ การถ่ายทอดความรู้ และการให้งบประมาณสนับสนุน อย่างไรก็ตาม ยังมีอุปสรรคในเรื่องของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และความผันผวนของตลาด

ข้อเสนอแนะ

กลยุทธ์ในการพัฒนาแหล่งท่องเที่ยวควรประกอบไปด้วยกลยุทธ์ในการเพิ่มประสิทธิภาพการบริหารจัดการแหล่งท่องเที่ยว กลยุทธ์ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์และบริการที่มีมาตรฐานและตอบโจทย์ความต้องการของกลุ่มนักท่องเที่ยวที่หลากหลาย และกลยุทธ์ในการส่งเสริมการตลาดเพื่อสร้างการรับรู้และเพิ่มช่องทางการขายและประชาสัมพันธ์ผลิตภัณฑ์ ซึ่งกลยุทธ์เหล่านี้จะช่วยสร้างความประทับใจและดึงดูดใจให้นักท่องเที่ยวต้องการกลับมาเที่ยวซ้ำและมีนักท่องเที่ยวหน้าใหม่เข้ามาในพื้นที่สม่ำเสมอซึ่งจะช่วยสร้างรายได้ที่ยั่งยืนให้กับชุมชน

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักงานเกษตรอำเภอนาโยง และคณะเทคโนโลยีและการพัฒนาชุมชน มหาวิทยาลัยทักษิณ สำหรับการสนับสนุนงานวิจัยในครั้งนี้ ขอขอบคุณกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ทุกท่าน และผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจประเมินเครื่องมือวิจัยมา ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

- Budiasa, I.W. and I.G.A.A. Ambarawati. 2014. Community based agro-tourism as an innovative integrated farming system development model towards sustainable agriculture and tourism in Bali. **Journal of the International Society for Southeast Asian Agricultural Sciences** 20(1): 29-40.
- Helms, M.M. and J. Nixon. 2010. Exploring SWOT analysis—where are we now? a review of academic research from the last decade. **Journal of Strategy and Management** 3(3): 215-251.
- Khermkhan, J. 2018. The perspective of agro tourism development in Thailand. **King Mongkut's Agricultural Journal** 36(2): 162-167. [in Thai]
- Kienwatana, K., K. Sainaratchai and U. Tuntates. 2021. Developments strategies of Mae Sot frontier tourism city. **Journal of Politics and Governance** 11(2): 203-216.
- Kietpiriya, S., S. Pukkayaporn and W. Naksuk. 2020. Factors affecting toworking people's decision making to travelling on weekend and long holiday. **Journal of MCU Nakhondhat** 7(12): 178-196. [in Thai]
- Krejcie R.V. and D.W. Morgan. 1970. Determining sample size for research activities. **Educational and Psychological Measurement** 30(3): 607-610.
- Ministry of Tourism and Sport. 2014. **Guide for the Quality Assessment of Agricultural Tourism Sites**. 2nd edition. Bangkok: Department of Tourism, Ministry of Tourism and Sport. 12 p. [in Thai]
- _____. 2015. **Thai tourism strategy 2015-2017**. [Online]. Available https://www.mots.go.th/ewt_dl_link.php?nid=7114 (August 8, 2020). [in Thai]
- National Statistical Office. 2021. **Agricultural household debt in 2019**. [Online]. Available http://service.nso.go.th/nso/nsopublish/pubs/e-book/Agri_Household_Deb62/2/index.html (August 21, 2021). [in Thai]
- Pan, S.Y., M. Gao, H. Kim, K.J. Shah, S.L. Pei and P.C. Chiang. 2018. Advances and challenges in sustainable tourism toward a green economy. **Science of the Total Environment** 635: 452-469.

- Permchewit, N. and P. Cheyjunya. 2010. Information seeking, uses and credibility of traveling information from online consumer-generated media of working people. **Journal of Public Relations and Advertising** 3(1): 99-121. [in Thai]
- Singnual, N. and P. Tiasutikul. 2021. A study of the potential of agro-tourism management at Ban Khlong Arang, Tambon Bangkeng, Sa Kaeo province. **Journal of MCU** 10(3): 113-154. [in Thai]
- Sukasem, M. 2016. The guidelines of potential development of agro-tourism Tambon Dong Khilek, Muang district, Prachinburi province. **FEU Academic Review** 10(4): 97-112. [in Thai]
- Sukbanjong, C. and S. Wattanakamolchai. 2019. Sustainable tourism development of Nhanmoddang, Pa Phayom district, Phatthalung province. **Journal of Thai Hospitality and Tourism**. 14(2): 3-16. [in Thai]
- Strydom, A.J., D. Mangope and U.S. Henama. 2019. Making community-based tourism sustainable: evidence from the free state province, South Africa. **GeoJournal of Tourism and Geosites** 24(1): 7-18.
- Tongla, P. and P. Samarak. 2020. The management potential of Chanthaburi agro-tourism attractions. **Journal of Humanities and Social Sciences Ubonratchathani University** 11(1): 190-213. [in Thai]
- Thepprasit, B., T. Chuntuk and P. Siritwong. 2020. The development of community management strategies payment for ecosystem services and biodiversity in tourism zone Bang Kachao. **Journal of Politics, Administration and Law** 12(2): 357-392. [in Thai]
- Waiyakrud, K., T. Noiboonya and P. Jantarakast. 2021. Tourism development strategies based on community resources in Krachaeng subdistrict, Bang Sai district, Phra Nakhon Si Ayutthaya province. **Journal of Management Science Review** 23(1): 237-246. [in Thai]

การสังเคราะห์งานวิจัยด้านยางพาราของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ภายใต้การสนับสนุนโครงการพัฒนาจังหวัด
Synthesis of Para-Rubber Research of Ubon Ratchathani University
under the Provincial Development Project Support

อรัทัย เลียงจินดาถาวร^{1*} และรจนา คำดีเกิด²

Orathai Liengjindathaworn^{1*} and Rojchana Kumdeekerd²

¹สาขาการปกครองท้องถิ่น คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี อุบลราชธานี 34000

²สาขารัฐประศาสนศาสตร์ คณะรัฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี อุบลราชธานี 34190

¹Department of Local Government, Faculty of Humanity and Social Science, Ubon Ratchathani Rajabhat University
Ubon Ratchathani, Thailand 34000

²Department of Public Administration, Faculty of Political Science, Ubon Ratchathani University
Ubon Ratchathani, Thailand 34190

*Corresponding author: orathai.lieng@gmail.com

Received: June 07, 2021

Revised: May 31, 2022

Accepted: June 15, 2022

Abstract

This research aimed to synthesize characteristics of para-rubber research under collaborative projects aiming to improve Ubon Ratchathani University's roles in supporting provincial development drive by constructing research, and to synthesize the school of knowledge resulted from the nine collaborative rubber projects under the projects for improving the Ubon Ratchathani University's. The research method was qualitative one by synthesizing the study reports and collecting data with in-depth interview to 9 project heads and with focus group discussion among 11 people from related organizations and 6 para-rubber farmers.

The research revealed characteristics of the projects employing theories of social sciences, health sciences, and sciences with mixed method. Also, the results of experiment research on social sciences showed possibility to establish a factory of intense para-rubber latex. In addition, in terms of the provincial strategic plan, the health sciences study found a guideline for preventing and reducing negative impacts and improving quality of life to those concerned. Besides, the science project found technology to process Para-rubber products for the elderly. The school of knowledge could be applied to develop Ubon Ratchathani provincial para-rubber implementation with 3 aspects: quality of life, security, and sustainability. For quality of life, the quality of life of para-rubber workers and communities surrounding the factory could be developed. The products could be developed to be appropriate and safe for the elderly. For economy, possibility for establishing a factory of intense para-rubber latex and

reduction of manufacturing cost might be evaluated. Also, water pollution from wastewater from coagulation of raw rubber sheet to produce cup lump rubber could be decreased. For the government administration, the provincial para-rubber strategic plan could be developed for better economy and the para-rubber farmers' quality of life. Related organizations in the province should applied the policy implications and make use of the findings for their commercial, academic, and public policies.

Keywords: research synthesis in para-rubber, para-rubber, Ubon Ratchathani provincial development Ubon Ratchathani university

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสังเคราะห์คุณลักษณะของงานวิจัยด้านยางพาราภายใต้โครงการความร่วมมือเพื่อพัฒนาบทบาทของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ในการทำงานวิจัยเพื่อสนับสนุนการขับเคลื่อนการพัฒนาจังหวัด และเพื่อสังเคราะห์องค์ความรู้ที่ได้จากงานวิจัยด้านยางพาราภายใต้โครงการความร่วมมือเพื่อพัฒนาบทบาทของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ในการทำงานวิจัยเพื่อสนับสนุนการขับเคลื่อนการพัฒนาจังหวัด จำนวน 9 โครงการ โดยใช้การวิจัยเชิงคุณภาพ สังเคราะห์รายงานวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูลการนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์ด้วยการสัมภาษณ์เชิงลึกหัวหน้าโครงการวิจัย จำนวน 9 คน และการสนทนากลุ่มกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง จำนวน 11 คน และกลุ่มเกษตรกรชาวสวนยาง จำนวน 6 คน

ผลการวิจัยพบว่า โครงการวิจัยภายใต้โครงการฯ ใช้แนวคิด ทฤษฎีด้านสังคมศาสตร์ วิทยาศาสตร์สุขภาพ และวิทยาศาสตร์ ใช้การวิจัยแบบผสมผสาน (Mixed method) และการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental research) ผลการวิจัยด้านสังคมศาสตร์ พบความเป็นไปได้ในการตั้งโรงงานน้ำยางข้น และแผนยุทธศาสตร์ยางพาราจังหวัดอุบลราชธานี งานวิจัยด้านวิทยาศาสตร์สุขภาพ พบแนวทางป้องกัน ลดผลกระทบ และพัฒนาคุณภาพชีวิตของผู้ที่เกี่ยวข้องกับยางพารา และงานวิจัยด้านวิทยาศาสตร์ ค้นพบเทคโนโลยีในการแปรรูป

ผลิตภัณฑ์ยางพาราสำหรับผู้สูงอายุ องค์ความรู้ที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาด้านยางพาราของจังหวัดอุบลราชธานี มี 3 ด้าน คือ ด้านคุณภาพชีวิต ความมั่นคง และความยั่งยืน ในการพัฒนาคุณภาพชีวิตของของพนักงานผู้สัมผัสยางและชุมชนรอบโรงงานยาง และพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสม ปลอดภัยสำหรับผู้สูงอายุ และด้านเศรษฐกิจ ประเมินความเป็นไปได้ในการจัดตั้งโรงงานน้ำยางข้น และการลดต้นทุนการผลิต ลดมลพิษจากการใช้น้ำทิ้งจากการจับตัวแผ่นยางดิบสำหรับการผลิตยางก้อนถ้วย ด้านการบริหารงานภาครัฐ สามารถพัฒนายุทธศาสตร์ยางพาราจังหวัดอุบลราชธานี เพื่อพัฒนาเศรษฐกิจและคุณภาพชีวิตของเกษตรกรชาวสวนยาง ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย จังหวัดอุบลราชธานี หน่วยงานและองค์กรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ควรนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์ในเชิงนโยบาย เชิงพาณิชย์ เชิงวิชาการ และเชิงสาธารณะ

คำสำคัญ: การสังเคราะห์งานวิจัยด้านยางพารา ยางพารา การพัฒนาจังหวัดอุบลราชธานี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

คำนำ

ยางพาราเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญลำดับต้นของไทย โดยไทยยังเป็นผู้ผลิตและส่งออกมากที่สุดในโลก จึงเป็นพืชที่มีความสำคัญต่อระบบเศรษฐกิจและมีความสำคัญ

ทางด้านสังคม มีความเกี่ยวข้องกับภาคส่วนต่าง ๆ ของประเทศ ทั้งในภาคส่วนเกษตรกรรม ภาคอุตสาหกรรม ภาคธุรกิจเอกชน และภาครัฐ ส่งผลต่อเกษตรกรไทยในหลายภูมิภาค นอกจากนั้นยังมีความเกี่ยวข้องกับประชาคมโลกในด้านการค้ากับต่างประเทศอีกด้วย จากความสำคัญดังกล่าว รัฐบาลไทยจึงได้กำหนดนโยบายส่งเสริมการปลูกยางพาราอย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกยางพารามากขึ้น จากเริ่มแรกในปี พ.ศ. 2442 มีการปลูกที่ภาคใต้ ต่อมาก็ได้ขยายไปยังภาคตะวันออก ภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ รวมถึงจังหวัดอุบลราชธานี

ยางพาราเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญลำดับที่ 3 ของจังหวัดอุบลราชธานี จากข้อมูลในปี พ.ศ. 2564 จังหวัดอุบลราชธานีมีเนื้อที่ปลูกยางพารา จำนวน 528,425 ไร่ เนื้อที่ให้ผลผลิต จำนวน 413,960 ไร่ ผลผลิตน้ำยางรวม 92,727 ตัน ผลผลิตเฉลี่ย 224 กิโลกรัมต่อไร่ มูลค่าผลผลิตรวม 4,867.80 ล้านบาท (Ubon Ratchathani Provincial Office, 2021) ยางพาราจึงมีความสำคัญต่อการสร้างมูลค่าทางเศรษฐกิจ มูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมของจังหวัด การพัฒนาคุณภาพชีวิตของเกษตรกร และมีส่วนสำคัญในการพัฒนาจังหวัด ซึ่งการพัฒนาจังหวัดให้บรรลุเป้าหมายนั้น จำเป็นต้องบูรณาการความร่วมมือจากทุกภาคส่วนในจังหวัดในการขับเคลื่อน

มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ในฐานะสถาบันการศึกษาระดับอุดมศึกษาหนึ่งในจังหวัด ได้ตระหนักถึงบทบาทของมหาวิทยาลัยในการพัฒนาท้องถิ่น ตามภารกิจด้านการวิจัยและบริการวิชาการแก่ชุมชนและสังคม จึงได้ขับเคลื่อนงานวิจัยเพื่อรับใช้สังคม (Socially-engaged research) มาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2553 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้งานวิจัยสามารถนำไปประยุกต์ใช้เพื่อแก้ปัญหาและเกิดประโยชน์จริง เน้นประโยชน์โดยตรงต่อชุมชนเป็นหลัก ซึ่งเป็นความร่วมมือระหว่างสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัยและมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี (MOU) สำหรับการศึกษารูปแบบในการขับเคลื่อน หนุนเสริมงานวิจัยเพื่อท้องถิ่นและพัฒนานักวิจัย (Thongthua, 2019) ภายใต้กระบวนการหารูปแบบด้วยวิธีการวิจัยแบบ PAR ทำให้

ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2553-2556 มีจำนวนงานวิจัยรับใช้สังคมถึง 19 โครงการ ดำเนินการโดยนักวิชาการจากคณะต่าง ๆ ในมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี 11 คณะ และมีจำนวนนักวิจัย 48 คน

ต่อมาปี พ.ศ. 2558-2560 มหาวิทยาลัยอุบลราชธานีได้ตกลงทำความร่วมมือกับสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย ภายใต้โครงการความร่วมมือเพื่อพัฒนาบทบาทของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานีในการทำงานวิจัยเพื่อสนับสนุนการขับเคลื่อนการพัฒนาจังหวัด โดยการสนับสนุนทุนวิจัยด้านยางพาราให้แก่ นักวิจัยของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี จำนวน 9 โครงการ ที่โครงการความร่วมมือฯ ได้มองเห็นว่าจะสามารถทำให้ได้ผลการวิจัยที่จะนำไปสู่การพัฒนาองค์ความรู้เกี่ยวกับยางพารา ด้านการผลิต การแปรรูป การตลาด และการจัดการของเกษตรกรและกลุ่ม/สถาบันเกษตรกร ให้มีอาชีพที่มั่นคง แข็งแรง และมีความสามารถในการพึ่งพาตนเองได้ เพื่อยกระดับคุณภาพชีวิตและเพิ่มศักยภาพในการแข่งขันและการพัฒนาอย่างสร้างสรรค์ ดังนั้น เพื่อให้ผลงานวิจัยได้นำไปใช้ประโยชน์ในการขับเคลื่อนการพัฒนาจังหวัด โครงการความร่วมมือฯ จึงเห็นความจำเป็นที่จะต้องดำเนินการสังเคราะห์งานวิจัยดังกล่าว โดยมีวัตถุประสงค์ในการวิจัยเพื่อสังเคราะห์คุณลักษณะของงานวิจัยด้านยางพาราภายใต้โครงการความร่วมมือเพื่อพัฒนาบทบาทของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ในการทำงานวิจัยเพื่อสนับสนุนการขับเคลื่อนการพัฒนาจังหวัด และเพื่อสังเคราะห์องค์ความรู้ที่ได้จากงานวิจัยด้านยางพาราภายใต้โครงการความร่วมมือเพื่อพัฒนาบทบาทของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ในการทำงานวิจัยเพื่อสนับสนุนการขับเคลื่อนการพัฒนาจังหวัด เพื่อให้ได้องค์ความรู้ รูปแบบ แนวปฏิบัติ เทคนิควิธีการ ตลอดจนข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย ที่จะนำเสนอต่อทางจังหวัดและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องได้นำไปพิจารณา จัดทำยุทธศาสตร์จังหวัด/กลุ่มจังหวัด และใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงการปฏิบัติงานของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องและขับเคลื่อนการพัฒนาด้านยางพาราของจังหวัดอุบลราชธานีต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษางานวิจัยด้านยางพารา ภายใต้โครงการความร่วมมือเพื่อพัฒนาบทบาทของ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ในการทำงานวิจัยเพื่อสนับสนุน การขับเคลื่อนการพัฒนาจังหวัด ปี พ.ศ. 2559-2560 จำนวน 9 เรื่อง โดยใช้วิธีการวิจัยเชิงคุณภาพ เก็บรวบรวม ข้อมูลจากแหล่งข้อมูลปฐมภูมิ (Primary data) และ แหล่งข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary data) ด้วยวิธีการ ดังนี้

1) การวิเคราะห์ และสังเคราะห์ ข้อมูลจาก เอกสาร ผู้วิจัยศึกษางานวิจัยด้านยางพาราภายใต้โครงการ ความร่วมมือเพื่อพัฒนาบทบาทของมหาวิทยาลัย อุบลราชธานีในการทำงานวิจัยเพื่อสนับสนุนการขับเคลื่อน การพัฒนาจังหวัด ในปี พ.ศ. 2559 จำนวน 5 เรื่อง และใน ปี พ.ศ. 2560 จำนวน 4 เรื่อง รวม 9 เรื่อง

2) การสัมภาษณ์เชิงลึก (In-depth interview) ผู้วิจัยทำการสัมภาษณ์หัวหน้าโครงการวิจัยด้านยางพารา และคณะกรรมการบริหารโครงการความร่วมมือเพื่อพัฒนา บทบาทของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ในการทำงานวิจัย เพื่อสนับสนุนการขับเคลื่อนการพัฒนาจังหวัด เพื่อเก็บ รวบรวมข้อมูลการนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

3) การสนทนากลุ่ม ผู้วิจัยทำการสนทนากลุ่ม หน่วยงาน กลุ่มเกษตรกร และภาคเอกชน เพื่อเก็บรวบรวม ข้อมูลข้อเสนอแนะเชิงนโยบายในการนำผลการวิจัยไปใช้ ประโยชน์ สำหรับการพัฒนาศาสตร์จังหวัด อุบลราชธานีด้านยางพารา และการดำเนินงานของ หน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการขับเคลื่อนการพัฒนาจังหวัด และเกษตรกรชาวสวนยางจังหวัดอุบลราชธานี

ผู้ให้ข้อมูลสำคัญ แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่

1. คณะกรรมการบริหารโครงการความร่วมมือ เพื่อพัฒนาบทบาทของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ในการทำงานวิจัยเพื่อสนับสนุนการขับเคลื่อนการพัฒนาจังหวัด จำนวน 2 คน

2. ตัวแทนนักวิจัยผู้เป็นเจ้าของผลงานวิจัยด้าน ยางพารา จาก 9 โครงการ จำนวน 9 คน ดังต่อไปนี้

1) โครงการผลิตภัณฑ์เรื่องแสงช่วยในการ มองเห็นสำหรับผู้สูงอายุในเวลากลางคืน

2) โครงการแผ่นรองพื่นรองเท้าจาก ยางพาราเพื่อสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุ

3) โครงการบล็อกปูพื้นยางพาราสำหรับ ผู้สูงอายุ

4) โครงการกาอเนกประสงค์สูตรน้ำที่ ปลอดภัยจากยางธรรมชาติสำหรับผู้สูงอายุ

5) โครงการการศึกษาการใช้น้ำทิ้งจากการ จับตัวแผ่นยางดิบสำหรับการผลิตยางก้อนถ้วย

6) โครงการการพัฒนาแผนยุทธศาสตร์ ยางพาราจังหวัดอุบลราชธานี

7) โครงการการศึกษาความเป็นไปได้ในการ ตั้งโรงงานน้ำยางชั้นเพื่อเพิ่มมูลค่ายางพาราของกลุ่มจังหวัด อุบลราชธานี ศรีสะเกษ ยโสธร และอำนาจเจริญ

8) โครงการการประเมินผลกระทบทาง สุขภาพจากการได้รับสัมผัสกลิ่นของชุมชนที่อาศัยอยู่รอบ โรงงานผลิตยางแท่งในเขตเทศบาลตำบลเมืองศรีไค อำเภวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี

9) โครงการแนวทางการพัฒนาคุณภาพชีวิต ด้านความปลอดภัยและสุขภาพสำหรับพนักงานผู้สัมผัส ยางในพื้นที่สหกรณ์ภูจองนางะหลวย จังหวัดอุบลราชธานี

3. หน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินงาน ด้านยางพารา 11 หน่วยงาน และกลุ่มเกษตรกร ได้แก่ สำนักยุทธศาสตร์จังหวัดอุบลราชธานี การยางแห่งประเทศไทยจังหวัดอุบลราชธานี สำนักงานเกษตร จังหวัด สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรที่ 11 สำนักงาน พัฒนาชุมชนจังหวัด สำนักงานพาณิชย์จังหวัด สำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัด สำนักงานตรวจบัญชีและ สหกรณ์จังหวัด สำนักงานเกษตรและสหกรณ์จังหวัด และธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร จำนวน 11 คน รวมทั้งสหกรณ์กองทุนสวนยางภูจองนางะหลวย สหกรณ์กองทุนสวนยางพารานิคมฯ ลำโดมใหญ่ และสหกรณ์กองทุนสวนยางเมืองอุบลราชธานี จำนวน 6 คน

การวิเคราะห์ข้อมูลดำเนินการใน 2 ลักษณะ คือ

1. ข้อมูลจากแบบบันทึกคุณลักษณะของงานวิจัย วิเคราะห์ข้อมูลโดยการแจกแจงความถี่ ร้อยละ และการวิเคราะห์เนื้อหา

2. ข้อมูลจากแบบบันทึกผลการวิจัยด้านองค์ความรู้ของของงานวิจัยด้านยางพาราภายใต้โครงการความร่วมมือเพื่อพัฒนาบทบาทของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ในการทำงานวิจัยเพื่อสนับสนุนการขับเคลื่อนการพัฒนาจังหวัด โดยการวิเคราะห์เนื้อหา และประเด็นหลักของงานวิจัย ตลอดจนการนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์ในการพัฒนายุทธศาสตร์จังหวัดอุบลราชธานีด้านยางพารา และการดำเนินงานของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการขับเคลื่อนการพัฒนา ยางพาราและเกษตรกรชาวสวนยางจังหวัดอุบลราชธานี

ให้เกิดการเชื่อมโยงความรู้และการดำเนินงานให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

ผลการวิจัย

คุณลักษณะของงานวิจัยด้านยางพาราภายใต้โครงการความร่วมมือเพื่อพัฒนาบทบาทของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ในการทำงานวิจัยเพื่อสนับสนุนการขับเคลื่อนการพัฒนาจังหวัด

ผลการวิจัยพบว่า จากการสังเคราะห์ภาพรวมของงานวิจัยด้านยางพาราทั้ง 9 โครงการ มีคุณลักษณะด้านแนวคิด ทฤษฎีที่ใช้ในการวิจัย ระเบียบวิธีวิจัย ผลการวิจัย และการนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์ ดังรายละเอียดใน Figure 1

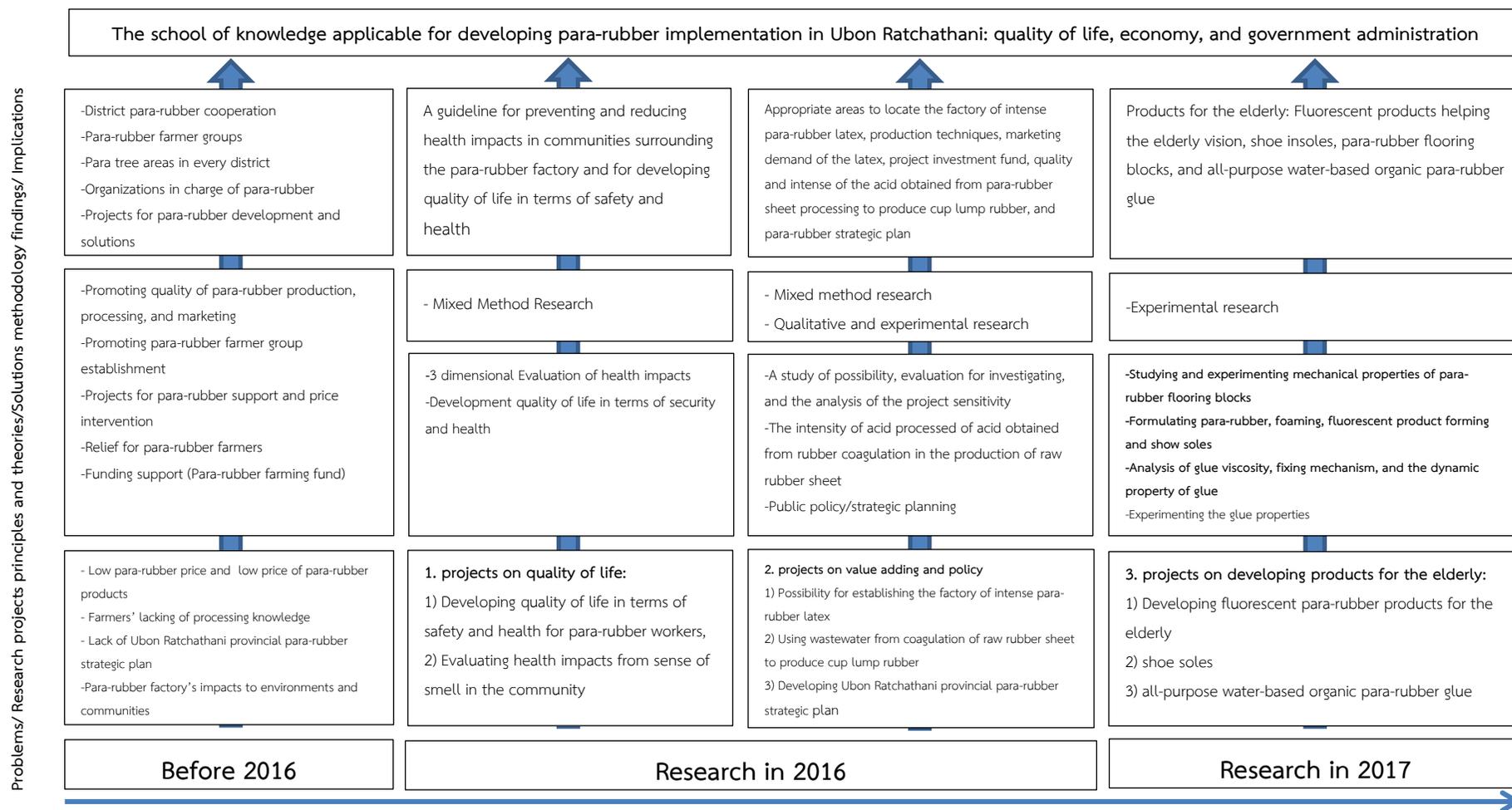


Figure 1 Synthesis of para-rubber research under collaborative projects to develop the roles of Ubon Ratchathani university to work on research to support and drive provincial development in terms of principles, theories, methodology, findings, and implications

Source: Bunyod (2016); Chakamrun (2016); Chakasilpa and Porncharoen (2016); Thippila (2016); Radaabutr (2017); Khamdeekerd and Liengjindathaworn (2017); Srichan (2017); Wat Chang (2017); Wongkhan (2017)

จาก Figure 1 ผลจากการสังเคราะห์งานวิจัยด้านยางพาราฯ ด้านแนวคิด ทฤษฎีที่ใช้ในการวิจัยระเบียบวิธีวิจัย ผลการวิจัย และการนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์ พบว่า โครงการวิจัยด้านยางพาราทั้ง 9 โครงการใช้แนวคิด ทฤษฎีจำแนกได้ 3 กลุ่ม คือ แนวคิดทฤษฎีทางด้านสังคมศาสตร์ วิทยาศาสตร์สุขภาพ และด้านวิทยาศาสตร์

ระเบียบวิธีวิจัยด้านสังคมศาสตร์และวิทยาศาสตร์สุขภาพใช้การวิจัยแบบผสมผสาน (Mixed method) ทั้งการวิจัยเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ ส่วนงานวิจัยด้านวิทยาศาสตร์ใช้การวิจัยเชิงทดลองในการแปรรูปยางพาราเป็นผลิตภัณฑ์ยางพาราสำหรับผู้สูงอายุ

ผลการวิจัยของงานวิจัยด้านสังคมศาสตร์ พบว่าพื้นที่ที่เหมาะสมในการตั้งโรงงานน้ำยางชั้น เทคนิคการผลิต ความต้องการของตลาดกลุ่มจังหวัดภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่างในการใช้น้ำยางชั้นในอุตสาหกรรมต่อเนื่อง เงินลงทุนโครงการ และแผนยุทธศาสตร์ยางพาราจังหวัดอุบลราชธานี ซึ่งผู้ประกอบการ จังหวัดอุบลราชธานี และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องด้านการเกษตร เศรษฐกิจ อุตสาหกรรมสิ่งแวดล้อม และสุขภาพ สามารถนำผลการวิจัยไปประยุกต์ใช้ในการจัดทำแผนยุทธศาสตร์และการดำเนินงานพัฒนา ส่งเสริมการแปรรูปยางพาราเพื่อให้เกษตรกรขายผลผลิตได้ราคาที่สูงขึ้น อันส่งผลต่อการสร้างมูลค่าเพิ่มยางพาราของจังหวัด ตลอดจนการพัฒนาคุณภาพชีวิตของประชาชนให้ดีขึ้นได้

ผลการวิจัยด้านวิทยาศาสตร์สุขภาพ พบแนวทางป้องกันและลดผลกระทบต่อสุขภาพของชุมชนที่อาศัยอยู่รอบโรงงานยางแท่ง และแนวทางการพัฒนาคุณภาพชีวิตด้านความปลอดภัยและสุขภาพ รวมทั้งแนวทางในการป้องกันและลดผลกระทบต่อสุขภาพจากการสัมผัสผลิตภัณฑ์ของชุมชนที่อาศัยอยู่รอบโรงงาน และแนวทางการพัฒนาคุณภาพชีวิตด้านความปลอดภัยและสุขภาพสำหรับพนักงานผู้สัมผัสยางในพื้นที่สหกรณ์ ภูจองนางะหลวย จังหวัดอุบลราชธานี

ผลการวิจัยด้านวิทยาศาสตร์ ค้นพบองค์ความรู้ที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่ปลอดภัย ดีและเหมาะสมต่อสุขภาพของผู้สูงอายุ ได้แก่ ผลิตภัณฑ์เรื่องแสงช่วยในการมองเห็นสำหรับผู้สูงอายุ แผ่นรองพื้นรองเท้า บล็อกปูพื้นยางพารา และกาวเอนกประสงค์สูตรน้ำที่ปลอดภัยจากยางธรรมชาติ

องค์ความรู้ที่ได้จากงานวิจัยด้านยางพาราภายใต้โครงการความร่วมมือเพื่อพัฒนาบทบาทของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ในการทำงานวิจัยเพื่อสนับสนุนการขับเคลื่อนการพัฒนาจังหวัด

ผลการวิจัย พบว่า องค์ความรู้ที่ได้จากงานวิจัยด้านยางพาราภายใต้โครงการความร่วมมือเพื่อพัฒนาบทบาทของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ในการทำงานวิจัยเพื่อสนับสนุนการขับเคลื่อนการพัฒนาจังหวัดที่สามารถประยุกต์ใช้กับการพัฒนาด้านยางพาราของจังหวัดอุบลราชธานีได้ (Figure 2)

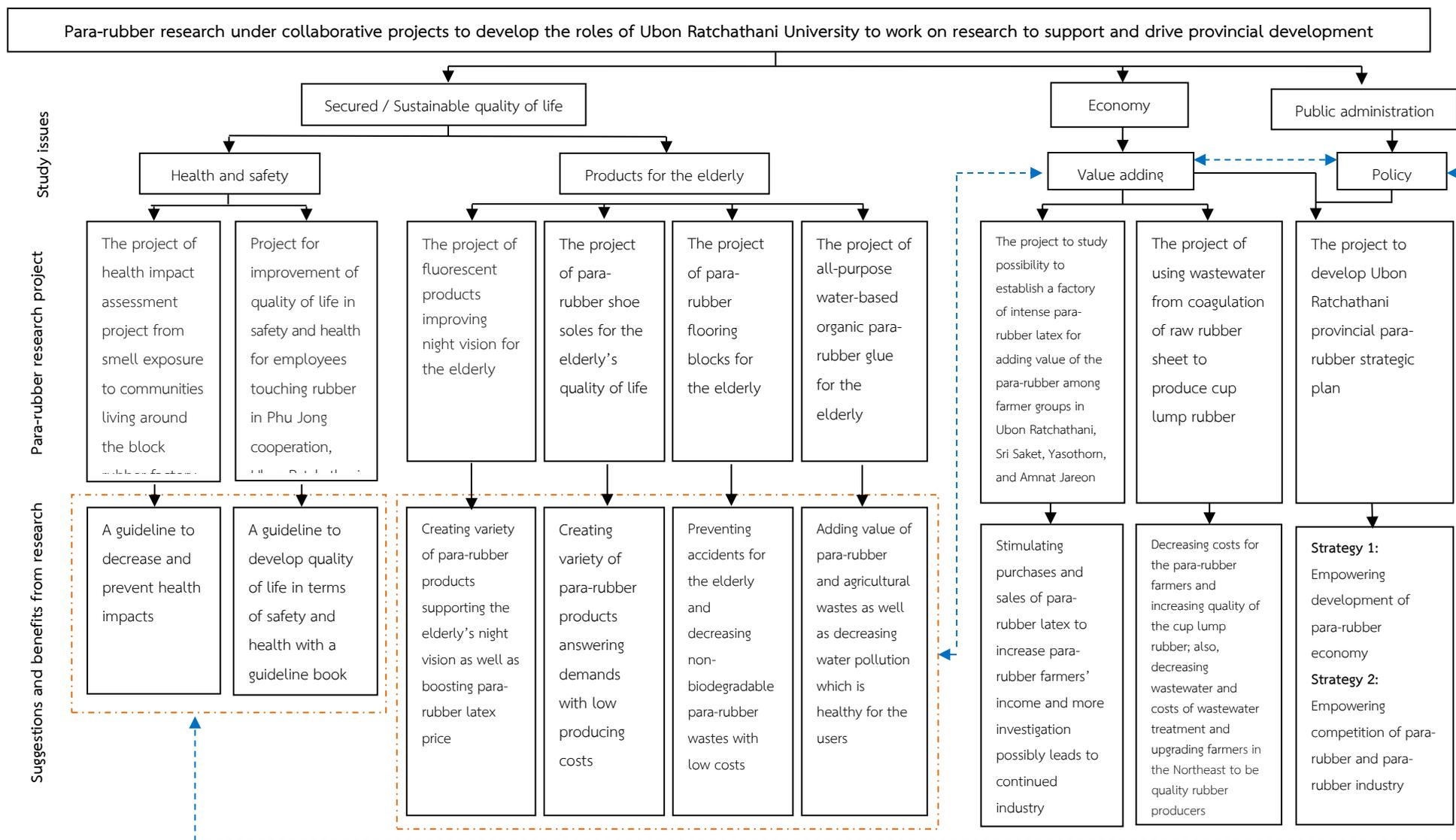


Figure 2 The analysis of para-rubber research under collaborative projects to develop the roles of Ubon Ratchathani university to work on research to support and drive provincial development for school of knowledge applicable to Ubon Ratchathani para-rubber development

จาก Figure 2 ผลจากการสังเคราะห์งานวิจัย ด้านยางพารา ทั้ง 9 โครงการ พบว่าองค์ความรู้ใหม่และเทคโนโลยีที่สามารถจะนำไปประยุกต์ใช้และต่อยอดการพัฒนาในด้านยางพาราของจังหวัดอุบลราชธานี ใน 3 ด้าน

ด้านที่ 1 ด้านคุณภาพชีวิต ความมั่นคงและความยั่งยืน ประเด็นการศึกษาเรื่องของคุณภาพชีวิตและความปลอดภัย ประกอบด้วย 2 โครงการ ได้แก่ โครงการการประเมินผลกระทบทางสุขภาพจากการได้รับสัมผัสกลิ่นของชุมชนที่อาศัยอยู่รอบโรงงานผลิตยางแท่ง และโครงการแนวทางการพัฒนาคุณภาพชีวิตด้านความปลอดภัยและสุขภาพสำหรับพนักงานผู้สัมผัสยางในพื้นที่สหกรณ์ภูงองนาจะหลวย จังหวัดอุบลราชธานี โดยทั้งสองโครงการนี้สามารถให้องค์ความรู้ใหม่ในเรื่องของแนวทางการป้องกันและลดผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชน พร้อมทั้งแนวทางการพัฒนาคุณภาพชีวิตด้านความปลอดภัยและสุขภาพ นอกจากนี้ยังมีคู่มือแนวทางการปฏิบัติเพื่อให้สามารถนำไปใช้ประโยชน์สำหรับพื้นที่อื่น ๆ ที่จะมีการสร้างโรงงานและขั้นตอนการปฏิบัติเพื่อความปลอดภัย ผู้ปฏิบัติสามารถนำแนวทางการพัฒนาคุณภาพชีวิตนี้ไปปรับประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับการทำงานได้

นอกจากนั้น ในด้านคุณภาพชีวิต ความมั่นคงและความยั่งยืน ยังมีประเด็นการศึกษาเรื่องของคุณภาพชีวิตสำหรับผู้สูงอายุ จำนวน 4 โครงการ โดยผลิตภัณฑ์ในกลุ่มนี้มีวัตถุประสงค์หลักมาจากยางพารา ซึ่งสามารถช่วยเพิ่มมูลค่าให้กับยางพารา นอกจากนี้ยังสามารถสร้างความหลากหลายของผลิตภัณฑ์ในกลุ่มยางพารา อีกทั้งยังช่วยให้ผู้สูงอายุมีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้นไม่ว่าจะเป็นในเรื่องการมองเห็นในเวลากลางคืน จากโครงการผลิตภัณฑ์เรืองแสงช่วยในการมองเห็นสำหรับผู้สูงอายุในเวลากลางคืน หรือโครงการแผ่นรองพื้นรองเท้าจากยางพาราเพื่อสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุที่ช่วยลดอาการปวดเมื่อยบริเวณฝ่าเท้าขณะยืนหรือเดินเป็นเวลานาน ๆ นอกจากนี้ยังมีผลิตภัณฑ์ที่ช่วยป้องกันการเกิดอุบัติเหตุในผู้สูงอายุพร้อมทั้งช่วยลดภาระการกำจัด

ขยะยางที่ไม่สามารถย่อยสลายทางชีวภาพ นั่นคือโครงการบล็อกปูพื้นยางสำหรับผู้สูงอายุ และโครงการสุดท้าย โครงการการกวนเนกประสงค์สูตรน้ำที่ปลอดภัยจากยางธรรมชาติสำหรับผู้สูงอายุที่ผู้วิจัยได้คำนึงถึงเรื่องความปลอดภัย เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม และสุขภาพของผู้ใช้งาน โดยผลิตภัณฑ์กาวสูตรน้ำจากยางพาราสามารถเพิ่มมูลค่าให้กับยางพาราและเศษวัสดุเหลือใช้จากการเกษตร พร้อมทั้งช่วยลดมลพิษทางอากาศและดีต่อสุขภาพผู้ใช้งาน ทั้งหมดนี้สามารถนำไปต่อยอดส่งเสริมให้กลุ่มเกษตรกรประกอบธุรกิจแปรรูปยางพาราให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่ปลอดภัยและเหมาะสมสำหรับผู้สูงอายุและผู้ใช้ทั่วไป ช่วยให้ขายผลิตภัณฑ์ได้ราคาที่สูงขึ้น ซึ่งจะส่งผลต่อการสร้างมูลค่าเพิ่มยางพาราของจังหวัดตลอดจนการพัฒนาคุณภาพชีวิตของผู้สูงอายุ พนักงานผู้สัมผัสยาง และสิ่งแวดล้อมของชุมชนให้ดีขึ้นได้

ด้านที่ 2 ด้านเศรษฐกิจ มีประเด็นการศึกษาเรื่องการเพิ่มมูลค่ายางพารา ประกอบด้วย 2 โครงการ ได้แก่ โครงการการศึกษาความเป็นไปได้การตั้งโรงงานน้ำยางชั้นเพื่อเพิ่มมูลค่ายางพาราของกลุ่มจังหวัดอุบลราชธานี ศรีสะเกษ ยโสธร และอำนาจเจริญ และโครงการการศึกษาการใช้น้ำทิ้งจากการจับตัวแผ่นยางดิบสำหรับการผลิตยางก้อนถ้วย โดยโครงการการศึกษาความเป็นไปได้การตั้งโรงงานน้ำยางชั้นเพื่อเพิ่มมูลค่ายางพาราของกลุ่มจังหวัดอุบลราชธานี ศรีสะเกษ ยโสธร และอำนาจเจริญ จะศึกษาในเรื่องของการตลาด การผลิต การบริหารและการเงิน พร้อมทั้งวิเคราะห์ความอ่อนไหว ทำให้สามารถช่วยกระตุ้นการรับซื้อและจำหน่ายน้ำยางพาราทำให้รายได้ของเกษตรกรเพิ่มขึ้นและเกิดการลงทุนมากขึ้น ซึ่งอาจส่งผลให้เกิดอุตสาหกรรมต่อเนื่อง ส่วนโครงการการศึกษาการใช้น้ำทิ้งจากการจับตัวแผ่นยางดิบสำหรับการผลิตยางก้อนถ้วยนี้ สามารถช่วยลดต้นทุนให้กับเกษตรกรและเพิ่มคุณภาพให้กับยางก้อนถ้วย อีกทั้งยังลดปริมาณน้ำทิ้งและช่วยลดต้นทุนในการนำไปบำบัดน้ำเสีย พร้อมทั้งยกระดับคุณภาพยางพาราของจังหวัดอุบลราชธานีให้สูงขึ้น

ด้านที่ 3 ด้านการบริหารงานภาครัฐ มีประเด็นการศึกษาเรื่องนโยบายของโครงการการพัฒนาแผนยุทธศาสตร์ยางพารา จังหวัดอุบลราชธานี ซึ่งสามารถนำองค์ความรู้ใหม่ที่ได้จากโครงการวิจัยนี้ไปใช้ประโยชน์ในเชิงนโยบาย สำหรับการพัฒนายุทธศาสตร์จังหวัดอุบลราชธานีด้านยางพารา และใช้ประโยชน์ในการพัฒนาการบริหารงานภาครัฐและภาคเอกชนต่าง ๆ รวมถึงกลุ่มเกษตรกรให้มีทิศทางการขับเคลื่อนและพัฒนา ยางพาราที่ชัดเจน โดยเฉพาะเพื่อให้เกิดการบูรณาการ ยุทธศาสตร์ และการดำเนินงานเกี่ยวกับยางพารา ที่สอดคล้องกับสภาพปัญหาและความต้องการของผู้มีส่วนได้เสียทุกภาคส่วน ซึ่งการขับเคลื่อนอย่างมีทิศทางนี้ จะสามารถยกระดับมูลค่าเพิ่มที่สร้าง GDP ของจังหวัดให้สูงขึ้น และเสริมสร้างให้เกษตรกรมีรายได้สูงขึ้น มีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น ส่งเสริมและเพิ่มศักยภาพอุตสาหกรรม ยางพารา การพัฒนาเศรษฐกิจและการแข่งขันด้าน ยางพาราของจังหวัดให้สูงขึ้นต่อไป

วิจารณ์ผลการวิจัย

จากการสังเคราะห์งานวิจัยด้านยางพาราของโครงการความร่วมมือเพื่อพัฒนาบทบาทของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานีในการทำงานวิจัยเพื่อสนับสนุนการขับเคลื่อนการพัฒนาจังหวัด มีผลการค้นพบทั้งด้านนโยบายยางพารา ด้านการส่งเสริมสุขภาพของผู้ดำเนินงานใกล้ชิดยางพารา และด้านผลิตภัณฑ์จากยางพารากับงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง สามารถอภิปรายได้ดังต่อไปนี้

จากการศึกษาเรื่องการสังเคราะห์งานวิจัยเกี่ยวกับด้านเกษตรอินทรีย์ของมหาวิทยาลัยแม่โจ้ (Tantisantisom and Thiangket, 2014) ได้ทำการสังเคราะห์งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเกษตรอินทรีย์จำนวน 18 เรื่อง เกี่ยวกับลำไยอินทรีย์ ทรัพยากรนิเวศทางเกษตรอินทรีย์ และการส่งเสริมเกษตรอินทรีย์ พบเรื่องที่มีความเกี่ยวข้องกับงานวิจัยด้านยางพาราของจังหวัด

อุบลราชธานี คือ ประสิทธิภาพการผลิตขึ้นอยู่กับระบบการผลิตที่มีประสิทธิภาพจากความรู้ ความเข้าใจ ประสบการณ์ของเกษตรกร สภาพพื้นที่เพาะปลูก สภาพภูมิอากาศ อุณหภูมิ ความสมบูรณ์ของดิน ความต้องการของตลาด และความร่วมมือของเกษตรกร เนื่องจากทั้งยางพาราและพืชเกษตรอินทรีย์ต่างต้องการระบบการผลิตที่เข้าใจการเติบโตของพืชนั้น ๆ ว่าเหมาะกับสภาพแวดล้อมแบบใด ความต้องการของตลาดในแต่ละช่วงเวลาเป็นอย่างไร เพราะส่งผลต่อราคาผลผลิต และสิ่งสำคัญ คือ การจะสร้างประสิทธิภาพการผลิตได้ต้องอาศัยความร่วมมือของเกษตรกร โดยการผลิตรายางพาราของจังหวัดอุบลราชธานีมีการรวมกลุ่มเกษตรกรในลักษณะสหกรณ์ชาวสวนยางเพื่อรับความรู้ในการปลูก บำรุง และการแปรรูป การเป็นศูนย์รวมในการรวบรวมยางพาราในการขาย การต่อรอง และประสานงานกับหน่วยงานรัฐหรือเอกชนที่เกี่ยวข้อง

นอกจากนั้น จากงานวิจัยเรื่องบทบาทของมหาวิทยาลัยไทยในการพัฒนาวิสาหกิจชุมชน (Masae, 2015) ผลการวิจัยพบว่า บทบาทของมหาวิทยาลัยไทยในการพัฒนาวิสาหกิจชุมชนเป็นไปตามภารกิจหลัก 3 ด้าน คือ การสอน การวิจัย และการบริการวิชาการ โดยมหาวิทยาลัยมีความพร้อมด้านบุคลากรที่มีฐานความรู้ ประสบการณ์ในสาขาวิชาต่าง ๆ อีกทั้งยังมีความพร้อมด้านเครื่องมือ อุปกรณ์ เทคโนโลยีต่าง ๆ ที่สามารถพัฒนาต่อยอดได้ ดังนั้น จึงเกิดการพัฒนาองค์ความรู้ใหม่ที่เชื่อมโยงกับปัญหาและการพัฒนาที่สอดคล้องกับบริบทของแต่ละชุมชนหรือท้องถิ่น ซึ่งเป็นทั้งการขยายความเชี่ยวชาญของบุคลากรในสถาบันโดยสามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในการพัฒนาคนทั้งที่เป็นนักศึกษาและบุคคลภายนอกที่สนใจให้ได้เรียนรู้ในมิติต่าง ๆ และเป็น การเชื่อมความสัมพันธ์ที่ตีระหว่งมหาวิทยาลัยกับชุมชน ซึ่งสอดคล้องเป็นอย่างมากกับการศึกษาการสังเคราะห์งานวิจัยด้านยางพาราของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ในการสนับสนุนการพัฒนาจังหวัด เพราะเป็นการนำภารกิจด้านการวิจัยมาใช้เป็นสร้างองค์ความรู้ที่สามารถ

นำไปต่อยอดให้เกิดประโยชน์ที่เป็นรูปธรรมต่อการพัฒนาจังหวัด โดยอาศัยการมีส่วนร่วมของชุมชน หน่วยงานภาครัฐ ภาคเอกชนที่เกี่ยวข้อง ตั้งแต่การตั้งโจทย์การวิจัย การเป็นที่ปรึกษาให้ข้อเสนอแนะ เพื่อให้ผลการวิจัยที่เกิดขึ้นสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในภาคส่วนต่าง ๆ ได้มากที่สุด

สรุปผลการวิจัย

1. คุณลักษณะของงานวิจัยด้านยางพาราภายใต้โครงการความร่วมมือเพื่อพัฒนาบทบาทของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ในการดำเนินงานวิจัยเพื่อสนับสนุนการขับเคลื่อนการพัฒนาจังหวัด ทั้ง 9 โครงการวิจัย ใช้แนวคิด ทฤษฎีด้านสังคมศาสตร์ วิทยาศาสตร์สุขภาพ และวิทยาศาสตร์ ใช้การวิจัยแบบผสมผสาน (Mixed method) และการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental research) ซึ่งผลการวิจัยของงานวิจัยด้านสังคมศาสตร์ ค้นพบ 2 ประเด็น คือ ประเด็นการตั้งโรงงานน้ำยางชั้นเกี่ยวกับความเป็นไปได้ทางเทคนิค การตลาด เงินลงทุน และพื้นที่ที่เหมาะสมในการตั้งโรงงานน้ำยางชั้น และประเด็นการพัฒนาแผนยุทธศาสตร์ยางพาราจังหวัดอุบลราชธานีอย่างมีส่วนร่วมเพื่อกำหนดทิศทางการพัฒนาด้านยางพาราของจังหวัดอุบลราชธานีที่สอดคล้องกับบริบท ปัญหาและความต้องการของทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้อง ผลการวิจัยด้านวิทยาศาสตร์สุขภาพ ค้นพบแนวทางป้องกันและลดผลกระทบต่อสุขภาพของชุมชนที่อาศัยอยู่รอบโรงงานยางแท่ง และแนวทางการพัฒนาคุณภาพชีวิตด้านความปลอดภัยและสุขภาพของพนักงานผู้สัมผัสยาง และผลการวิจัยด้านวิทยาศาสตร์ ค้นพบองค์ความรู้ที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่ปลอดภัย ดีและเหมาะสมต่อสุขภาพของผู้สูงอายุ

2. องค์ความรู้ที่ได้จากงานวิจัยด้านยางพาราภายใต้โครงการความร่วมมือเพื่อพัฒนาบทบาทของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ในการดำเนินงานวิจัยเพื่อสนับสนุน

การขับเคลื่อนการพัฒนาจังหวัด พบว่า องค์ความรู้ใหม่และเทคโนโลยีที่สามารถจะนำไปประยุกต์ใช้และต่อยอดการพัฒนาด้านยางพาราของจังหวัดอุบลราชธานี ใน 3 ด้าน

ด้านที่ 1 ด้านคุณภาพชีวิต ความมั่นคง และความยั่งยืน งานวิจัยทำการศึกษารื่องของสุขภาพและความปลอดภัย จำนวน 6 โครงการ ซึ่งสามารถนำองค์ความรู้ที่ได้จากโครงการวิจัยไปกำหนดแนวทางการป้องกันและลดผลกระทบต่อสุขภาพของชุมชนที่อาศัยอยู่รอบโรงงานยางแท่ง แนวทางการพัฒนาคุณภาพชีวิตด้านความปลอดภัยและสุขภาพของพนักงานผู้สัมผัสยางรวมทั้งการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากยางพาราเพื่อช่วยให้ผู้สูงอายุมีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น ได้แก่ ผลิตภัณฑ์เรืองแสงช่วยในการมองเห็นในเวลากลางคืน แผ่นรองพื้นรองเท้าจากยางพาราเพื่อสุขภาพ บล็อกปูพื้นยาง และกาวยอนกประสงศ์สูตรน้ำ

ด้านที่ 2 ด้านเศรษฐกิจ งานวิจัยทำการศึกษารื่องการเพิ่มมูลค่ายางพารา จำนวน 2 โครงการ ซึ่งสามารถนำองค์ความรู้ที่ได้จากโครงการวิจัยประเมินการตั้งโรงงานน้ำยางชั้นเพื่อเพิ่มมูลค่ายางพารา กระตุ้นการรับซื้อจำหน่ายน้ำยางพาราและอาจส่งผลให้เกิดอุตสาหกรรมต่อเนื่องในกลุ่มจังหวัดอุบลราชธานี ศรีสะเกษ ยโสธร และอำนาจเจริญได้มากขึ้น รวมทั้งลดต้นทุนการผลิตจากการใช้น้ำทิ้งจากการจับตัวแผ่นยางดิบสำหรับการผลิตยางก้อนถ้วย ลดปริมาณน้ำทิ้งและช่วยลดต้นทุนในการนำไปบำบัดน้ำเสีย

ด้านที่ 3 ด้านการบริหารงานภาครัฐ งานวิจัยทำการศึกษารื่องนโยบายของโครงการการพัฒนาแผนยุทธศาสตร์ยางพาราจังหวัดอุบลราชธานี จำนวน 1 โครงการ ซึ่งสามารถนำองค์ความรู้ที่ได้จากโครงการวิจัยนี้ไปใช้ประโยชน์ในเชิงนโยบายสำหรับการพัฒนายุทธศาสตร์จังหวัดอุบลราชธานีด้านยางพารา และใช้ประโยชน์ในการพัฒนาการบริหารงานภาครัฐ ภาคเอกชน และกลุ่มเกษตรกรชาวสวนยางได้

ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย

1. จังหวัดอุบลราชธานี ควรนำองค์ความรู้จากงานวิจัยไปใช้ประโยชน์ในเชิงนโยบาย ในการจัดทำแผนพัฒนาจังหวัด/กลุ่มจังหวัดด้านยางพารา โดยบูรณาการการกำหนดทิศทางและขับเคลื่อนการพัฒนาของยางพาราของจังหวัดอุบลราชธานีอย่างมีส่วนร่วมระหว่างหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ทั้งภาครัฐ เอกชน และเกษตรกร เพื่อให้เศรษฐกิจของจังหวัดมีการขยายตัว รวมถึงคุณภาพชีวิตของประชาชนดีขึ้น ได้แก่

การยางแห่งประเทศไทย เกษตรจังหวัด สหกรณ์จังหวัด สำนักงานพัฒนาชุมชน ควรนำองค์ความรู้ในการแปรรูปผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ไปส่งเสริมอาชีพเพื่อให้เกิดการเพิ่มมูลค่าให้กับยางพาราในจังหวัดอุบลราชธานี

องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ควรนำนวัตกรรมบล็อกปูพื้นยางพาราไปใช้ในการก่อสร้างโครงสร้างพื้นฐาน และใช้ผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนประกอบจากยางพาราในการดำเนินงานให้มากขึ้น เพื่อส่งเสริมการใช้ยางพาราในจังหวัดอุบลราชธานีให้มากขึ้น

ผู้ประกอบการภาคเอกชน สามารถนำองค์ความรู้ไปใช้ประโยชน์ในการประกอบการธุรกิจเกี่ยวกับยางพารา หรือนำนวัตกรรมผลิตภัณฑ์สำหรับผู้สูงอายุไปต่อยอดลงทุนเพื่อแปรรูปจำหน่ายในท้องตลาดได้ ซึ่งผลิตภัณฑ์จากงานวิจัยดังกล่าว หากนำมาส่งเสริมการใช้ของผู้บริโภคภายในจังหวัดหรือภายในประเทศได้ จะสามารถกระตุ้นเศรษฐกิจ สร้างรายได้ให้กับเกษตรกร และกลุ่มเกษตรกรได้

2. สำนักงานอุตสาหกรรม สำนักงานพัฒนาชุมชน พาณิชย์จังหวัด และการยางแห่งประเทศไทย จังหวัดอุบลราชธานี ควรนำองค์ความรู้จากโครงการศึกษาความเป็นไปได้ในการตั้งโรงงานน้ำยางข้น และผลิตภัณฑ์จากงานวิจัย ได้แก่ แผ่นครอบสวิทซ์ไฟเรืองแสง ตุ๊กตายางฟองน้ำเรืองแสง บล็อกปูพื้นยางพารา กาวอเนกประสงค์จากยางธรรมชาติ ไปใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ โดยการส่งเสริมให้กลุ่มเกษตรกรที่มีทุนและความพร้อมในการผลิต การแปรรูปผลิตภัณฑ์ยางพารา สามารถนำไปต่อยอด

ลงทุนเพื่อเพิ่มมูลค่าผลผลิต สร้างรายได้ เสริมสร้างความเข้มแข็งให้กลุ่มเกษตรกรได้

3. มหาวิทยาลัยอุบลราชธานีและมหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี ควรนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์ทางวิชาการ โดยการถ่ายทอดเทคโนโลยีและองค์ความรู้ไปยังกลุ่มเป้าหมาย ทั้งการจัดการเรียนการสอน การถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชน การถ่ายทอดองค์ความรู้ในรูปแบบบทความ และการถ่ายทอดองค์ความรู้และเทคโนโลยีผ่านสื่อการเรียนรู้สู่สาธารณะในรูปแบบต่าง ๆ ในวงกว้าง โดยเฉพาะการพัฒนาบทบาทของมหาวิทยาลัยในการพัฒนาองค์ความรู้ เทคโนโลยี และนวัตกรรมด้านยางพารา เพื่อกำหนดทิศทางการส่งเสริม สนับสนุน และแก้ไขปัญหา ยางราคาตกต่ำ ยกระดับคุณภาพชีวิตของเกษตรกร ชาวสวนยางเพื่อตอบสนองต่อการพัฒนาจังหวัด และความต้องการของสังคม ชุมชนท้องถิ่นให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

4. เกษตรกร ผู้ประกอบการ และภาคส่วนต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง สามารถนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์ในเชิงสาธารณะใน 3 ด้าน คือ

ด้านคุณภาพชีวิต การแปรรูปยางพาราเป็นผลิตภัณฑ์ต้นน้ำ กลางน้ำและปลายน้ำได้อย่างหลากหลาย จะทำให้เกษตรกรมีอาชีพที่มั่นคงและมีคุณภาพชีวิตที่ดี จากการขายผลิตภัณฑ์ได้ในราคาที่สูงขึ้น เกิดการสร้างงาน สร้างรายได้ สร้างความเข้มแข็งในชุมชนและสังคม ในขณะเดียวกันผลการวิจัยโครงการการประเมินผลกระทบทางสุขภาพจากการได้รับสัมผัสกลิ่นของชุมชนที่อาศัยอยู่รอบโรงงานผลิตยางแท่งในจังหวัดอุบลราชธานี ยังได้เสนอแนวทางในการป้องกันอุบัติเหตุหรือผลกระทบจากการทำงานในโรงงานผลิตยาง ซึ่งจะส่งผลให้มีคุณภาพชีวิตในการทำงานที่ดีขึ้น

ด้านเศรษฐกิจ การลดต้นทุนในการผลิตและการลงทุนแปรรูปเพื่อเพิ่มมูลค่ายางพารา จะทำให้เกิดธุรกิจ/อุตสาหกรรมต่อเนื่อง เกิดการสร้างงาน สร้างรายได้ที่สูงขึ้นให้เกษตรกร ซึ่งจะส่งผลต่อเศรษฐกิจของจังหวัด การเพิ่มมูลค่ายางพารา และ GDP ของจังหวัดอุบลราชธานีในที่สุด

ด้านสาธารณสุขและสิ่งแวดล้อม ผลการวิจัย

โครงการประเมินผลกระทบทางสุขภาพจากการได้รับสัมผัสกลิ่นของชุมชนที่อาศัยอยู่รอบโรงงานผลิตยางแท่งในจังหวัดอุบลราชธานี ส่งผลต่อการปรับตัวของโรงงานในด้านกระบวนการดำเนินงาน ทำให้มลภาวะทางกลิ่นลดลง ไม่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพคนในชุมชนที่อาศัยอยู่รอบโรงงาน ผลิตภัณฑ์กาวอเนกประสงค์สูตรน้ำที่ปลอดภัยจากยางธรรมชาติสำหรับผู้สูงอายุ เป็นการสร้างทางเลือกที่ดีต่อสุขภาพ จากผลิตภัณฑ์กาวธรรมชาติที่ไม่มีตัวทำละลายที่ส่งผลเสียต่อระบบประสาทของผู้ใช้ การนำน้ำทิ้งกลับมาใช้ประโยชน์สำหรับการผลิตยางก้อนถ้วย ทำให้ลดของเสียจากโรงงาน ลดมลพิษไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม รวมทั้งการนำเศษยางที่ตัดทิ้งมาใช้ในการผลิตบล็อกปูพื้น เป็นการลดขยะยางและนำขยะยางดังกล่าวมาใช้ประโยชน์ได้อีก จะช่วยลดความสูญเสียและพลังงานในกระบวนการผลิตและการกำจัดขยะได้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณกองทุนสนับสนุนการวิจัยและมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ที่ให้การสนับสนุนทุนวิจัยจากโครงการความร่วมมือเพื่อพัฒนาบทบาทของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานีในการทำงานวิจัยเพื่อสนับสนุนการขับเคลื่อนการพัฒนาจังหวัด ขอขอบคุณหัวหน้าโครงการวิจัยด้านยางพาราทุกโครงการ คณะกรรมการบริหารโครงการความร่วมมือฯ หน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินงานด้านยางพาราจังหวัดอุบลราชธานี 11 หน่วยงาน สหกรณ์กองทุนสวนยางภูจองนาจะหลวย จำกัด และสหกรณ์กองทุนสวนยางพารานิคมฯ ลำโดมใหญ่ จำกัด และขอขอบคุณผู้ร่วมกระบวนการวิจัย นางสาวอภิรียา ยอดมาลี นางสาวปรีณภา ทาระขจัด นางสาวอรรวรรณ โสภามาตร นายพรชัย ดุจดา และนายสรวิชัย คุราสตร์ ที่ทำให้กระบวนการวิจัยเสร็จสมบูรณ์ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- Bunyod, S. 2016. **A Study on the Use of Wastewater from Coagulation of Raw Rubber Sheets for Cup Lump Rubber Production.** 64 p. *In* Research Report. Ubon Ratchathani: Ubon Ratchathani University. [in Thai]
- Chakamrun, N. 2016. **Health Impact Assessment of Odor Exposure in Communities Surrounding the Block Rubber Plant in the Municipality of Mueang Si Kai Sub-district, Warin Chamrap District, Ubon Ratchathani Province.** 174 p. *In* Research Report. Ubon Ratchathani: Ubon Ratchathani University. [in Thai]
- Chakasilpa, D. and A. Porncharoen. 2016. **Feasibility Study of Establishment of Concentrated Latex Factory to Increase Rubber Value of Ubon Ratchathani, Sisaket, Yasothon and Amnat Charoen.** 162 p. *In* Research Report. Ubon Ratchathani: Ubon Ratchathani University. [in Thai]
- Khamdeekerd, R. and O. Liengjindathaworn. 2017. **Development of the Natural Rubber Strategic Plan, Ubon Ratchathani Province.** 179 p. *In* Research Report. Ubon Ratchathani: Ubon Ratchathani University. [in Thai]
- Masae, A. 2015. **Role of Thai universities in community enterprise development.** [Online]. Available <http://202.44.73.33/PDF/awae-58.pdf> (July 4, 2019). [in Thai]

- Radaabutr, S. 2017. **Water-safe All-purpose Glue Made from Natural Rubber for the Elderly.** 55 p. *In* Research Report. Ubon Ratchathani: Ubon Ratchathani University. [in Thai]
- Srichan, S. 2017. **Shoe Insole from Rubber for Health for the Elderly.** 49 p. *In* Research Report. Ubon Ratchathani: Ubon Ratchathani University. [in Thai]
- Tantisantisom, N. and S. Thiangkiet. 2014. **Research synthesis on organic agriculture of Maejo University.** [Online]. Available <https://erp.mju.ac.th/openFile.aspx?id=MTI2MTU1> (July 12, 2019). [in Thai]
- Thippila, J. 2016. **Guidelines for Improving the Quality of Life, Safety and Health for Employees who Touched Rubber in the Phu Chong Na Chaluai Cooperative Area Ubon Ratchathani Province.** 84 p. *In* Research Report. Ubon Ratchathani: Ubon Ratchathani University. [in Thai]
- Thongthua, K. 2019. Executive committee of the cooperation project under the supported by Ubon Rachachathani university to enhance role on mobilizing the development of province. **Interview.** (July 25, 2019). [in Thai]
- Ubon Ratchathani Provincial Office. 2021. **Ubon Ratchathani Province Development Plan 2018-2022.** Ubon Ratchathani: Ubon Ratchathani Provincial Office. 249 p. [in Thai]
- Wat Chang, C. 2017. **Block Rubber Flooring for the Elderly.** 69 p. *In* Research Report. Ubon Ratchathani: Ubon Ratchathani University. [in Thai]
- Wongkhan, K. 2017. **lluminating Products Help in Vision for the Elderly at Night.** Research Report. 86 p. *In* Research Report. Ubon Ratchathani: Ubon Ratchathani University. [in Thai]

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

บทความทางวิชาการที่ตีพิมพ์ในวารสารวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร ปีที่ 40 ฉบับที่ 1-3 ได้รับความอนุเคราะห์พิจารณาความถูกต้องทางวิชาการของบทความจากผู้ทรงคุณวุฒิจากหลากหลายสถาบัน/หน่วยงาน มหาวิทยาลัยแม่โจ้ขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่าน ดังรายนามต่อไปนี้

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ศาสตราจารย์พิเศษ ดร.ยงยุทธ โอสดสภา
ศาสตราจารย์ ดร.ศุภมาศ พนิชศักดิ์พัฒนา
รองศาสตราจารย์คณิตา ตั้งคณานุรักษ์
รองศาสตราจารย์ ดร.อนงค์ จีระภัทร์
รองศาสตราจารย์ ดร.สุวรรณา ประณีตวตกุล
รองศาสตราจารย์ ดร.สมบัติ ชินะวงศ์
รองศาสตราจารย์ ดร.ศกร คุณวุฒิฤทธิ์ธรรม
รองศาสตราจารย์ ดร.วิน เขยชมศรี
รองศาสตราจารย์ ดร.วราห์ เทพาหุดี
รองศาสตราจารย์ ดร.รัตติยา พงศ์พิสุทธา
รองศาสตราจารย์ ดร.นันทิยา หาญสุภลักษณ์
รองศาสตราจารย์ ดร.ธนิษฐา ทรรพนันทน์
รองศาสตราจารย์ ดร.จินดาวรรณ สิริันทิเวินดี
รองศาสตราจารย์ ดร.กรรณิการ์ ดวงมัลย์
รองศาสตราจารย์ ดร.เสาวลักษณ์ กู้เจริญประสิทธิ์
รองศาสตราจารย์ ดร.เสาวนุช ถาวรพฤษ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรประพันธ์ ส่งเสริม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิกรม รั้งสิทธิ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รุจิภาณูจน์ ศิริวัลย์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รุ่งเรือง พลูศิริ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พฤทธิ ราชรักษ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยะ กิตติภาดากุล
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิตา เหล็กสูงเนิน
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธานินทร์ คงศิลา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธนพล ไชยแสน

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ศาสตราจารย์พิเศษ ดร.อนุรักษ์ ปัญญาวัฒน์
รองศาสตราจารย์ ดร.อรชร มณีสงฆ์
รองศาสตราจารย์ ดร.สุรพล เศรษฐบุตร์
รองศาสตราจารย์ ดร.วสุ ปฐมอารีย์
รองศาสตราจารย์ ดร.วรทัศน์ อินทร์คัมพร
รองศาสตราจารย์ ดร.พิชญา พูลลาภ
รองศาสตราจารย์ ดร.ธเนศ ศรีวิชัยลำพันธ์
รองศาสตราจารย์ ดร.จิราวรรณ ฉายสุวรรณ
รองศาสตราจารย์ ดร.เรืองศรี วัฒนเสถ์
รองศาสตราจารย์ ดร.เยาวเรศ เขาวนพูนผล
รองศาสตราจารย์ ดร.รุจ ศิริสัญลักษณ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรวรรณ ฉัตรสีรุ่ง
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภาณุพันธ์ ประภาติกุล
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บุศรา ลีมนรินทร์กุล
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นริศ ยิ้มแย้ม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จอมใจ แซ่มเพชร
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กมล งามสมสุข

มหาวิทยาลัยแม่โจ้

รองศาสตราจารย์ ดร.อารีย์ เชื้อเมืองพาน
รองศาสตราจารย์ ดร.สายสกุล ฟองมูล
รองศาสตราจารย์ ดร.ศุภธิดา อ่ำทอง
รองศาสตราจารย์ ดร.วิจิตรา แดงปรก
รองศาสตราจารย์ ดร.พุมิสร์ศรี เครืองาม
รองศาสตราจารย์ ดร.บงกชมาศ เอกเอี่ยม
รองศาสตราจารย์ ดร.ธีรนุช เจริญกิจ
รองศาสตราจารย์ ดร.ณัฐดนัย ลิขิตตระการ
รองศาสตราจารย์ ดร.จักรพงษ์ พวงงามชื่น
รองศาสตราจารย์ ดร.แหลมไทย อาษานอก
รองศาสตราจารย์ ดร.เฉลิมชัย ปัญญาดี
รองศาสตราจารย์ทิพสุคนธ์ พิมพ์พิมล
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรพินธุ์ สฤชดี้นำ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.หยาดฝน ทนงการกิจ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิวโรดม บุญราศรี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิริกุล ตูลาสมบัติ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รัชनिया บังเมฆ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รภััสสร คงจนจอรูนันท์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภาวิณี อารีศรีสม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปรารธนา ยศสุข
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประเทือง โชคประเสริฐ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นรินทร์ ทองวิทยา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธนากร ลัทธิธีระสุวรรณ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทองเลียน บัวจุม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ต่อลาภ คำโย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จอมสุดา ดวงวงษา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กังสตาล กนกหงษ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพโรจน์ วงศ์พุทธิสิน
อาจารย์ ดร.สวิชญา ศุภอุดมฤกษ์
อาจารย์ ดร.เทตศักดิ์ โทณลักษณ์

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ศาสตราจารย์ น.สพ.ดร.บัญญัติ เต็งเจริญกุล
รองศาสตราจารย์ ดร.อดุล อภินันท์
รองศาสตราจารย์ ดร.สังคม เตชะวงศ์เสถียร
รองศาสตราจารย์ ดร.ชัยชาญ วงศ์สามัญ
รองศาสตราจารย์ ดร.คุณเดช สุริหาร
รองศาสตราจารย์ ดร.ไกรเลิศ ทวีกุล
รองศาสตราจารย์ ดร.เยาวมาลย์ คำเจริญ
รองศาสตราจารย์ ดร.ยศ บริสุทธิ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์จินตนา สมสวัสดิ์

มหาวิทยาลัยนเรศวร

รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย มณีวรรณ
รองศาสตราจารย์ ดร.วิภารัตน์ เชื้อชวด ชัยสิทธิ์
รองศาสตราจารย์ ดร.ธีรพร กงบังเกิด
รองศาสตราจารย์ ดร.จรัญธร บุญญาภาพ
รองศาสตราจารย์ ดร.กมลวรรณ โรจน์สุนทรกิตติ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฉัพล การะเกตุ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชิดศักดิ์ ทัพใหญ่
ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุภาพร ดอกไม้ทอง

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

รองศาสตราจารย์ ดร.สุนันท์ สีสั่งข์
รองศาสตราจารย์ ดร.สินินุช ครุฑเมือง แสนเสริม
รองศาสตราจารย์ ดร.พงศ์พันธุ์ เขียวศิริณ
รองศาสตราจารย์ ดร.จินดา ขลิบทอง
รองศาสตราจารย์ ดร.ราณี อีสัยกุล
รองศาสตราจารย์บำเพ็ญ เขียวหวาน

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ศาสตราจารย์ ดร.ประภาพร อุทาร์พันธุ์
รองศาสตราจารย์ ดร.ศศิวิมล สุขบท
รองศาสตราจารย์ ดร.ระพีพร เรืองช่วย
รองศาสตราจารย์ ดร.นริศ ท้าวจันทร์
รองศาสตราจารย์ ดร.จำเป็น อ่อนทอง

มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์

รองศาสตราจารย์ ดร.สถาพร ตีเรกบุษราคม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิวัติ เมืองแก้ว
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุฤกษ์ คงทอง
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรอนงค์ ฉะแยบแหลม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

รองศาสตราจารย์ ดร.ชิตี ศรีตันทิพย์
รองศาสตราจารย์ ดร.สุนทร วิทยาคุณ
รองศาสตราจารย์ ดร.จานุลักษณ์ ขนบดี

มหาวิทยาลัยพะเยา

รองศาสตราจารย์ ดร.รัชนาพร โชคชัยศิริ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บุญฤทธิ์ สิ้นค้างาม

มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

รองศาสตราจารย์ ดร.อนุชิตา มุ่งงาม
รองศาสตราจารย์ ดร.ณัฐวงศ์ พูนผล

มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

รองศาสตราจารย์ ดร.บุญส่ง เอกพงษ์
รองศาสตราจารย์ ดร.ธนาทิพย์ แผลมคม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

รองศาสตราจารย์ ดร.ร่วมจิตร นกเขา
รองศาสตราจารย์ ดร.ภาคพงศ์ ปวงสุข

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

รองศาสตราจารย์ ดร.ธงชัย นิตริรัฐสุวรรณ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มานิช ข้าเจริญ

มหาวิทยาลัยมหิดล

รองศาสตราจารย์ ดร.วิภา จิ้งจตุพรชัย

มหาวิทยาลัยทักษิณ

รองศาสตราจารย์ ดร.สรพงศ์ เบญจศรี

มหาวิทยาลัยบูรพา

รองศาสตราจารย์ ดร.นงนุช ตั้งเกริกโอฟาร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ น.สพ.ดร.สุทธิดล ปิยะเดชสุนทร

มหาวิทยาลัยนอร์ทเชียงใหม่

ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุรภกิจ คำวงศ์ปิ่น

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

รองศาสตราจารย์ ดร.วรวพจน์ สุนทรสุข

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กฤษมา คำพิทักษ์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ น.สพ.ดร.สุทธิดล ปิยะเดชสุนทร

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม

รองศาสตราจารย์ ดร.พงษ์นารถ นาถวรานันต์

รองศาสตราจารย์ ดร.นิตยา จันกา

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

รองศาสตราจารย์ ดร.ธีระภัทรา เอกพาชัยสวัสดิ์

มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีรวัตร ภูระธีรานันธ์

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รุ่งกานต์ กล้าหาญ

วารสารวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร เป็นวารสารราย 4 เดือน กำหนดออกปีละ 3 ฉบับ โดยเริ่มฉบับที่ 1 ในเดือนมกราคม ฉบับที่ 2 ในเดือนพฤษภาคม และฉบับที่ 3 ในเดือนกันยายน มีจุดประสงค์หลักเพื่อเผยแพร่ผลงานวิจัยของมหาวิทยาลัยแม่โจ้ และองค์กรที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาการเกษตรทั่วประเทศ โดยมีการเผยแพร่ออนไลน์ (Journal Online) ในรูปวารสารอิเล็กทรอนิกส์ (E-ISSN 2630-0206) สำหรับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาการเกษตร เรื่องที่จะตีพิมพ์ในวารสาร นอกจากบทความวิจัยแล้ว บทความทางวิชาการอื่น ๆ ที่เป็นการแสดงความคิดเห็นใหม่ หรือสมมุติฐานใหม่ที่มีหลักฐานอ้างอิง หรือเป็นการแสดงความคิดเห็นอย่างกว้างขวางหรือลึกซึ้งในสาขาวิชาการใดสาขาวิชาการหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับการเกษตร หรือเป็นการรวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ ก็มีสิทธิ์ได้รับการตรวจสอบทางวิชาการจากผู้ทรงคุณวุฒิที่เชี่ยวชาญในสาขาที่เกี่ยวข้องกับบทความนั้น ๆ อย่างน้อย 3 ท่าน พิจารณาให้ลงตีพิมพ์ได้เช่นเดียวกัน

การเตรียมต้นฉบับ

- 1. ต้นฉบับ** เผยแพร่บทความเป็นภาษาไทย โดยใช้ตัวอักษร TH Sarabun NEW ขนาดตัวอักษร 16 ตัวหนา ในส่วนของหัวข้อเรื่อง และขนาดตัวอักษร 15 ตัวปกติ ในส่วนของเนื้อหา พิมพ์หน้าเดียว เว้นขอบทั้ง 4 ด้าน 1 นิ้ว (2.5 ซม.) พร้อมระบุเลขหน้า ความยาวของเนื้อเรื่อง รวมรูปภาพ ตาราง และเอกสารอ้างอิงต้องไม่เกิน 10 หน้า
- 2. ชื่อเรื่อง** ต้องมีทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ควรกระชับและตรงกับเนื้อเรื่อง ขนาดตัวอักษร 18 ตัวหนา
- 3. ชื่อผู้แต่ง และสถานที่ติดต่อ** ต้องมีชื่อเต็ม-นามสกุลเต็มทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ขนาดตัวอักษร 15 ตัวหนา และระบุหน่วยงานหรือสถาบันที่สังกัด ของผู้แต่งหลักและผู้แต่งร่วมทุกคน และ E-mail address ของผู้แต่งหลักไว้ด้วย ขนาดตัวอักษร 12 ตัวปกติ
- 4. บทคัดย่อ (Abstract)** บทความวิจัย/บทความทางวิชาการอื่น ๆ จะต้องมีย่อทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ความยาวไม่เกิน 15 บรรทัด โดยเขียนให้กะทัดรัด ตรงประเด็น และให้สาระสำคัญ
- 5. คำสำคัญ (Keywords)** ต้องมีคำสำคัญทั้งภาษาไทย และภาษาอังกฤษไว้ท้ายบทคัดย่อของแต่ละภาษา อย่างละไม่เกิน 5 คำ
- 6. เนื้อเรื่อง**
 - (1) คำนำ** อธิบายความสำคัญของปัญหาและวัตถุประสงค์ของการวิจัย อาจรวมการตรวจเอกสารเข้าไว้ด้วย ในการอ้างอิงเอกสารให้เขียนชื่อผู้แต่ง และปีที่ตีพิมพ์ อยู่ในวงเล็บเดียวกัน หรือเขียนชื่อผู้แต่ง แล้วเขียนปีที่ตีพิมพ์ ไว้ในวงเล็บแล้วแต่กรณี **เฉพาะภาษาอังกฤษ** ดังนี้ “.....โรคใบหงิกมีพบทั่วไปในประเทศบังคลาเทศ จีน อินเดีย อินโดนีเซีย ญี่ปุ่น มาเลเซีย ฟิลิปปินส์ ศรีลังกา ไต้หวัน ไทย (Boccardo and Milne, 1984; Ling *et al.*, 1978) ในประเทศไทยนั้น นอกจากก่อความเสียหายกับข้าวปลูกทั้งชนิด Japonica และ Indica (*Oryza sativa*) พันธุ์ต่างๆ แล้ว Thawat (2001) ยังพบว่า ทำความเสียหายได้กับข้าวไร่และข้าวป่าต่างๆ.....”
 - (2) อุปกรณ์และวิธีการ/วิธีดำเนินการวิจัย** อธิบายเครื่องมือ พร้อมระบุวิธีการวิจัย วิธีการเก็บข้อมูล ระยะเวลาและปีที่ทำการวิจัย รวมทั้งวิธีการวิเคราะห์ข้อมูล ให้บรรยายโดยสรุปและไม่จำเป็นต้องระบุวิธีการที่เป็นที่รู้จักทั่วไป
 - (3) ผลการวิจัย** ไม่จำเป็นต้องแสดงวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติ แต่ให้เสนอในรูปของตาราง และรูปภาพโดยสรุปหลังจากวิเคราะห์ทางสถิติแล้ว ทั้งนี้ คำอธิบายและรายละเอียดต่าง ๆ ของตารางและรูปภาพ ต้องเป็นภาษาอังกฤษเท่านั้น โดยมีความชัดเจน กะทัดรัด และมีหมายเลขกำกับด้านบของตารางและด้านล่างของรูปภาพ และเมื่ออ้างอิงถึงในเนื้อหาให้ใช้เป็นคำว่า Table และ Figure
 - (4) การวิจารณ์ผล การสรุปผล และข้อเสนอแนะ** ควรวิจารณ์ผลการวิจัยพร้อมทั้งสรุปประเด็น และสาระสำคัญของงานวิจัย หรือให้ข้อเสนอแนะบนพื้นฐานของผลการวิจัย

หมายเหตุ: หน่วยวัดตามระบบต่างๆ ให้ใช้ตัวย่อตามมาตรฐานในการเขียนที่กำหนดไว้ เช่น เซนติเมตร = ซม. ตารางเมตร = ตร.ม. มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม = มก./กก. แต่ถ้าเป็นหน่วยวัดที่มีพยางค์เดียวให้ใช้คำเต็มตามปกติ เช่น เมตร กรัม ลิตร
- 7. กิตติกรรมประกาศ** เพื่อแสดงความขอบคุณแก่ผู้ให้ทุนวิจัย หรือผู้ที่ให้ความช่วยเหลือในการวิจัย
- 8. เอกสารอ้างอิง** รายชื่อเอกสารที่ใช้เป็นหลักในการค้นคว้าวิจัยและมีการอ้างอิงถึงในเนื้อหา ต้องแสดงเป็นภาษาอังกฤษเท่านั้น กรณีที่อ้างอิงจากเอกสารภาษาไทยหรือภาษาอื่นๆ ให้แปลเป็นภาษาอังกฤษ โดยมีวงเล็บกำกับท้ายเอกสาร [in Thai] หรือภาษาอื่นๆ ตามคำแนะนำวิธีการเขียน ดังนี้

การเขียนเอกสารอ้างอิง

การเขียนอ้างอิงภายในเนื้อหา

ในการอ้างอิงเอกสารให้ใช้นามสกุลผู้แต่ง และปีที่ตีพิมพ์ อยู่ในวงเล็บเดียวกัน หรือเขียนนามสกุลผู้แต่ง แล้วเขียนปีที่ตีพิมพ์ ไว้ในวงเล็บแล้วแต่กรณี โดยเป็นภาษาอังกฤษ ดังนี้

“.....โรคใบหงิกมีพบทั่วไปในประเทศบังคลาเทศ จีน อินเดีย อินโดนีเซีย ญี่ปุ่น มาเลเซีย ฟิลิปปินส์ ศรีลังกา ไต้หวัน ไทย (Boccardo and Milne, 1984; Ling *et al.*, 1978) ในประเทศไทยนั้น นอกจากก่อความเสียหายกับ ข้าวปลูกทั้งชนิด Japonica และ Indica (*Oryza sativa*) พันธุ์ต่างๆ แล้ว Thawat (2001) ยังพบว่า ทำความเสียหายได้กับข้าวไร่และข้าวป่าต่างๆ.....”

1. บทความจากวารสารวิชาการมาตรฐาน

1.1 ผู้เขียนคนเดียวหรือหลายคน

ชื่อผู้เขียนบทความคนที่ 1./ผู้เขียนบทความคนที่ 2./และ/ผู้เขียนบทความคนสุดท้าย./ปีที่พิมพ์./ชื่อบทความ./ชื่อวารสาร/
เลขปีที่(เลขฉบับที่):/เลขหน้า.

Koiprasert, H. and P. Niranatlumpong. 2004. Investigation of method for stainless steel welding wire as a replacement for arc wire consumables. *Songklanakarin J. Sci. Technol.* 27(1): 91-100. [in Thai]

Nadeem, M.Y. and M. Ibrahim. 2002. Phosphorus management in wheat-rice cropping system. *Pak. J. Soil Sci.* 21(4): 21-23.

Chowdhury, M.A.H., R. Begum, M.R. Kabit and H.M. Zakir. 2002. Plant and animal residue decomposition and transformation of S and P in soil. *Pakistan Journal of Biological Sciences* 5(7): 736-739.

2. หนังสือ

2.1 ผู้เขียนคนเดียวหรือหลายคน

ชื่อผู้แต่งคนที่ 1./ผู้แต่งคนที่ 2./และผู้แต่งคนสุดท้าย./ปีที่พิมพ์./ชื่อหนังสือ./ครั้งที่พิมพ์ (ถ้ามี)./สถานที่พิมพ์:/สำนักพิมพ์./
จำนวนหน้า.

Peyachoknagu, S. 2000. *Pan Thu Vis Sa Wa Kum*. Bangkok: Kasetsart University Press. 256 p. [in Thai]

Aksornkoe, S. 1999. *Ecology and Management of Mangroves*. Bangkok: Kasetsart University Press. 198 p.

Rajeshwar, K. and J.G. Ibanez. 1997. *Environmental Electrochemistry*. San Diego: Academic Press. 327 p.

2.2 บทหนึ่งในหนังสือ

ชื่อผู้เขียนบทความ./ปีที่พิมพ์./ชื่อบทความ./น./เลขหน้าที่ปรากฏเรื่อง./ใน/ชื่อผู้รับผิดชอบ./ชื่อหนังสือ./รายละเอียดอื่นๆ (ถ้ามี).
//ครั้งที่พิมพ์ (ถ้ามี)/สถานที่พิมพ์:/สำนักพิมพ์.

Hill, S.E. 1996. Emulsions. pp. 153-185. *In* Hall, G.M. (ed.). *Methods of Testing Protein Functionality*. London: Chapman & Hall.

Jacober, L.F. and A.G. Rand. 1982. Biochemical of Seafood. pp. 347-365. *In* Martin, R.E., G.J. Flick, C.E. Hebard and D.R. Ward (eds.). *Chemistry and Biochemistry of Marine Food Products*. Westport: AVI Inc.

2.3 หนังสือที่มีผู้รับผิดชอบในหน้าที่เป็นผู้รวบรวม ผู้เรียบเรียง หรือบรรณาธิการ

ชื่อผู้รับผิดชอบ/(หน้าที่รับผิดชอบ)/ ปีที่พิมพ์./ชื่อเรื่อง./ครั้งที่พิมพ์ (ถ้ามี)/สถานที่พิมพ์:/สำนักพิมพ์./จำนวนหน้า.

Tosirichok, K. (Editor). 1994. *Karn Rak Sa Doi Sa Moon Pri*. 1st. Bangkok: Mayik Publisher. 172 p. [in Thai]

Byrappa, K. and M. Yoshimura. (eds.). 2001. *Handbook of Hydrothermal Technology*.

New Jersey: Noyes Publication. 854 p.

3. เอกสารอื่นๆ

3.1 วิทยานิพนธ์

ชื่อผู้แต่ง./ปีที่พิมพ์./ชื่อวิทยานิพนธ์./ระดับของวิทยานิพนธ์./ชื่อสถาบันการศึกษา./จำนวนหน้า.

Soitongcome, P. 1987. **Tannin Extraction from Rhizophora's Bark for Retanning.** Master Thesis. Kasetsart University. 113 p. [in Thai]

Saiklao, W. 2002. **Adaptive Bandwidth Allocation Control for Virtual Paths in Broadband Networks.** Doctoral Dissertation. Georgia Institute of Technology. 86 p.

3.2 รายงานการประชุมวิชาการ รายงานการสัมมนา ปาฐกถา รายงานประจำปี

ชื่อผู้เขียนบทความ./ปีที่พิมพ์./ชื่อบทความ./น./เลขหน้าที่ปรากฏเรื่อง./ใน/ชื่อการประชุม./รายละเอียดอื่นๆ (ถ้ามี)./ครั้งที่พิมพ์ (ถ้ามี)./สถานที่พิมพ์: สำนักพิมพ์.

Summadee, P. and B. Leenanon. 2013. Production of Probiotic Kefir Product. p. 109-116 *In Proceedings of the 12th MJU Annual Conference (Poster).* Chiang Mai: Maejo University. [in Thai]

Coates, J. 2013. Clinical Trial for Canine Degenerative Myelopathy. pp. 29-31. *In Proceedings of ACVIM Specialty Symposium (Pre-forum) 12-15 June 2013.* Seattle: American College of Veterinary Internal Medicine (ACVIM).

3.3 รายงานผลการวิจัย

ชื่อผู้เขียนงานวิจัย./ปีที่พิมพ์./ชื่องานวิจัย./จำนวนหน้า./ใน/รายงานผลการวิจัย./สถานที่พิมพ์:ชื่อหน่วยงาน.

Pooprompan, P., K. Duangsong and R. Sribaopern. 2001. **DNA fingerprinting of Thai native orchid *Vanda coerulea*.** 62 p. *In Research Report.* Chiang Mai: Maejo University. [in Thai]

Theraumpon, N. 2003. **Automatic Classification of White Blood Cells in Bone Marrow Images.** 74 p. *In Research Report.* Chiang Mai: Chiang Mai University.

3.4 บทความจากวารสาร

ชื่อผู้เขียนบทความ./ปีที่ตีพิมพ์./ชื่อบทความ./ชื่อวารสาร./ปีที่ของนิตยสาร(เล่มที่): เลขที่หน้าที่อ้างอิง.

Srinuansom, K. 2018. Half-artificial breeding of *Monopterus albus*. **Maejo Vision** 18(4): 33-37. [in Thai]

3.5 บทความจากหนังสือพิมพ์

ชื่อผู้เขียนบทความ./ปีที่ตีพิมพ์./ชื่อบทความ./ชื่อหนังสือพิมพ์./ (เดือน/วันที่/ปี): เลขที่หน้าที่อ้างอิง.

Manapaisam, S. 2006. Kra Sate Tra Korn Thai Nai A Na Koth. **Thai Rath.** (January 10, 2006): 7. [in Thai]

3.6 บทความออนไลน์

- มีเลข DOI (Digital Object Identifier)

ชื่อผู้เขียนบทความ./ปีที่ตีพิมพ์./ชื่อบทความ./ชื่อวารสาร/ ปีที่./หน้าเริ่มต้น-สิ้นสุด. Doi:/xxxxxxxxxxxxx

Rodcharoen, E., N.L. Bruce and P. Pholpunthin. 2017. *Cirolana phuketensis*, a new species of marine isopod (Crustacea, Isopoda, Cirolanidae) from the Andaman sea coast of Thailand. **ZooKeys** 695(2): 1-17. DOI: 10.3897/zookeys.695.13771.

- ไม่มีเลข DOI (Digital Object Identifier)

ชื่อผู้เขียนบทความ./ปีที่ตีพิมพ์./ชื่อบทความ./ชื่อวารสาร./ ปีที่./หน้าเริ่มต้น-สิ้นสุด./[Online]./Available [http://www.xxxxxxxxxx/\(วันที่สืบค้น\)](http://www.xxxxxxxxxx/(วันที่สืบค้น)).

Hasler, K., S. Bröring, S.W.F. Omta and H.W. Olfs. 2015. Life cycle assessment (LCA) of different fertilizer product types. **European Journal of Agronomy** 69: 41-51. [Online]. Available <https://doi.org/10.1016/j.eja.2015.06.001> (March 20, 2020)

4. แหล่งข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์

ผู้แต่งหรือผู้รับผิดชอบ./ปีที่บันทึกข้อมูล./ชื่อเรื่อง./[ระบบออนไลน์]./แหล่งที่มา/ระบุแหล่งการติดต่อเครือข่าย หรือการถ่ายโอนแฟ้มข้อมูล ชื่อแฟ้มข้อมูล/(เดือน/วันที่/ปี ที่ค้นข้อมูล).

Maythiyanon, T., N. Piriyaungroj and S. Soponarit. 2004. Novel vortex-fluidized bed combustor with two combustion chambers for rice-husk fuel. **SJST** 26(6): 875-893. [Online]. Available <http://www2.psu.ac.th/PresidentOffice/EduService/Journal/Firstpage.htm> (September 22, 2005). [in Thai]

National Economic and Social Development Board (NESDB). 2001. **Input-output tables of Thailand**. [Online]. Available <http://www.nesdb.go.th> (August 8, 2001).

Singh, M. and R.P. Singh. 2001. **Siderophore producing bacteria-as potential biocontrol agents of mushroom disease**. [Online]. Available <http://www.uio.no/conferences/June2000.htm#Samuels> (July 3, 2001).

Guide for Authors

Manuscripts submitted for publication should be of high academic merit and are accepted on condition that they are contributed solely to the Journal of Agricultural Research and Extension. Manuscripts, parts of which have been previously published in conference proceedings, may be accepted if they contain additional material not previously published and not currently under consideration for publication elsewhere.

Submission of a multi-authored manuscript implies the consent of all the participating authors. All manuscripts considered for publication will be peer-reviewed by at least 2 independent referees.

Submission checklist

Manuscript submission must include title page, abstract, keywords, text, tables, figures, acknowledgments, reference list and appendices (if necessary). The title page of this file should include the title of the article, full names, official name and affiliations of all authors, E-mail address, telephone and fax numbers and full postal address of the corresponding author.

Preparation and Submission of Manuscripts

Authors submitting manuscripts for consideration for publication should follow the following guidelines.

1. Manuscript texts must be written using high-quality language. For non-native English language authors, the article should be proof-read by a language specialist before it is sent to Journal.
2. Manuscript texts should not exceed than 10 pages and the combined number of figures and tables. The inclusion of more figures and tables will reduce the word allowance, and vice versa.
3. The manuscript text and tables should be created using Microsoft Word.
4. Manuscript texts should be prepared single column, with sufficient margins (1.0 inch) for editorial and proof-reader's marks. 15 pt TH Sarabun NEW font should be used throughout and all pages numbered consecutively.
5. Abstracts should not exceed than 200 words. About 5 keywords should also be provided.
6. All measures in the text should be reported in abbreviation
7. Tables and figures should each be numbered consecutively.
8. Acknowledgments should be as brief as possible, in a separate section before the references, not in the text or as footnotes.
9. Citations of published literature in the text should be given in the form of author and year in parentheses; (Hoffmann *et al.*, 2001), or, if the name forms part of a sentence, it should be followed by the year in parenthesis; Hoffmann *et al.* (2001). All references mentioned in the reference list must be cited in the text, and vice versa. The references section at the end of the manuscript should list all and only the references cited in the text in alphabetical order of the first author's surname. The following are examples of reference writing.

Reference to a journal article:

Chowdhury, M.A.H., R. Begum, M.R. Kabit and H.M. Zakir. 2002. Plant and animal residue decomposition and transformation of S and P in soil. **Pak. J. Bio. Sci.** 5: 736-739.

Reference to article or abstract in a conference proceedings:

Coates, J. 2013. Clinical Trial for Canine Degenerative Myelopathy. pp. 29-31. **In Proceedings of ACVIM Specialty Symposium (Pre-forum) 12-15 June 2013.** Seattle: American College of Veterinary Internal Medicine (ACVIM).

Reference to a book:

Rajeshwar, K. and J.G. Ibanez. 1997. **Environmental Electrochemistry.** San Diego: Academic Press. 327 p.

Reference to an edited book:

Hill, S.E. 1996. Emulsions. pp. 153-185. **In** Hall, G.M. (ed.). **Methods of Testing Protein Functionality.** London: Chapman & Hall.

Reference to journal online:

Rodcharoen, E., N.L. Bruce and P. Pholpunthin. 2017. *Cirolana phuketensis*, a new species of marine isopod (Crustacea, Isopoda, Cirolanidae) from the Andaman sea coast of Thailand. **ZooKeys** 695(2): 1-17. DOI: 10.3897/zookeys.695.13771.

Hasler, K., S. Bröring, S.W.F. Omta and H.W. Olf. 2015. Life cycle assessment (LCA) of different fertilizer product types. **European Journal of Agronomy** 69: 41-51. [Online]. Available <https://doi.org/10.1016/j.eja.2015.06.001> (March 20, 2020)

Reference to an electronic data source (used only when unavoidable): Supplier/Database name (Database identifier or number)/Item or accession number (Access date) should be included National Economic and Social Development Board (NESDB). 2001. **Input-output tables of Thailand.** [Online]. Available <http://www.nesdb.go.th> (August 8, 2001).

10. Submission of manuscript must conform to the format of the Journal of Agricultural Research and Extension and cover letter to the editor. All should be directed to the editor at the <http://tcj-thaijo.org/index.php/MJUJN/index>

การส่งต้นฉบับ การตรวจสอบเบื้องต้น และการแก้ไข

1) ส่งไฟล์ต้นฉบับ ให้มีรายละเอียดครบตรงตามคำแนะนำในการเตรียมต้นฉบับ และส่งพร้อมใบลงทะเบียนวารสาร โดยส่งผ่านระบบ ThaiJo ของวารสารวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร หรือลิ้งค์ <https://www.tci-thaijo.org/index.php/MJUJN/index> เท่านั้น

2) กองบรรณาธิการจะพิจารณาบทความเบื้องต้น ในกรณีที่ต้องแก้ไขจะแจ้งให้เจ้าของบทความทำการแก้ไข ก่อนนำส่งต่อให้ผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาในลำดับต่อไป สำหรับบทความที่ไม่ได้รับการพิจารณาให้ดำเนินการต่อจะส่งต้นฉบับคืนให้เจ้าของบทความ

3) บทความที่ได้รับการพิจารณาจากกองบรรณาธิการให้ดำเนินการต่อ จะได้รับการตรวจสอบทางวิชาการจากผู้ทรงคุณวุฒิ อย่างน้อยบทความละ 3 ท่าน ที่เชี่ยวชาญในสาขาที่เกี่ยวข้องกับบทความนั้น ๆ และบทความที่ได้รับการพิจารณาให้ตีพิมพ์ กองบรรณาธิการจะส่งข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะจากผู้ทรงคุณวุฒิ พร้อมทั้งต้นฉบับให้เจ้าของบทความปรับปรุงแก้ไข

4) บทความที่ได้รับการตีพิมพ์จะมีการเผยแพร่ออนไลน์ (Journal Online) ในรูปแบบวารสารอิเล็กทรอนิกส์ที่ <https://www.tci-thaijo.org/index.php/MJUJN/index>

JOURNAL OF AGRICULTURAL RESEARCH AND EXTENSION

- Honorable Consultants:** President of Maejo University
Asst. Prof. Pawin Mono chai
Vice Director The Office of Agricultural Research and Extension –
Academic Service
Vice Director The Office of Agricultural Research and Extension –
Research Affairs
- Editor-in Chief:** Assoc. Prof. Dr. Kriangsak Sri-Ngernyuang
- Associate Editor:** Asst. Prof. Dr. Witchaphart Sungpalee
- Assistant Editor:** Asst. Prof. Dr. Sutteera Hermhuk
Dr. Chuthamat Atnaseo
- Editorial Board:**
- | | |
|--|--------------------------------|
| Prof. Emeritus Dr. Anurak Panyanuwat | Chiang Mai University |
| Prof. Emeritus Dr. Aree Wiboonpongse | Chiang Mai University |
| Prof. Emeritus Dr. Danai Boonyakiat | Chiang Mai University |
| Prof. Emeritus Dr. Sanchai Jaturasitha | Chiang Mai University |
| Prof. Dr. Dokrak Marod | Kasetsart University |
| Prof. Dr. Uthairat Na-Nakorn | Kasetsart University |
| Prof. Dr. Pranom Chantaranothai | Khon Kaen University |
| Prof. Dr. Prisarn Sithigorngul | Srinakharinrajwiroj University |
| Prof. Dr. Siriwat Wongsiri | Maejo University |
| Prof. Dr. Tanongkiat Kiatsiriroat | Chiang Mai University |
| Prof. Chalernpol Sampet | Chiang Mai University |
| Assoc. Prof. Dr. Wallratat Intarucamporn | Chiang Mai University |
| Assoc. Prof. Dr. Boonmee Siri | Khon Kaen University |
| Assoc. Prof. Dr. Wandee Wattanachaiyingcharoen | Naresuan University |
| Assoc. Prof. Dr. Jaruntorn Boonyanuphap | Naresuan University |
| Assoc. Prof. Dr. Yanin Opatpatanakit | Maejo University |
| Assoc. Prof. Dr. Prasert Janyasupab | Maejo University |
| Assoc. Prof. Dr. Aphinun Suvarnaraksha | Maejo University |
| Assoc. Prof. Aomtip Mekruksawannich-Kampe | Maejo University |
| Assoc. Prof. Prawit Puddhanon | Maejo University |
| Asst. Prof. Dr. Piyawan Suttiapan | Chiang Mai University |
| Asst. Prof. Dr. Piyanch Niamsup | Maejo University |
| Asst. Prof. Teerapong Sawangpanyangkura | Maejo University |
- Operation committee:** Mrs. Thipsuda Pookmanee Ms. Rungsima Ampawan
Ms. Ampar Sansai Ms. Ranrana Kayun
- PR and Publishing:** Mr. Prinya Painusa

Journal of Agricultural Research and Extension is a publication of the Office of Agricultural Research and Extension, Maejo University, and is intended to make available the results of technical work in the agricultural and related social sciences. Articles are contributed by MJU faculty members as well as by relevant general public. The paper must be considered by at least 3 peer reviewers. **Journal of Agricultural Research and Extension** is published three times per year, the first issue is on January, the second and the third issue are on May and September, respectively. Contact with the Journal should be addressed to:

The Editor, Journal of Agricultural Research and Extension
Academic Services Administration Division, Office of Agricultural Research and Extension
Maejo University, Chiang Mai 50290, Thailand

Tel: +66-53-87-3411 Fax: +66-53-87-3418
E-mail: Mju_journal@gmaejo.mju.ac.th
Web site: <https://li01.tci-thaijo.org/index.php/MJUN/index>



JOURNAL OF AGRICULTURAL RESEARCH AND EXTENSION

Office of Agricultural Research & Extension
Maejo University

Vol. 40 No. 3 September – December 2023

ISSN 2985-0118

Farmers' Technology Applications for Marian Plum Production in Nakhon Nayok Province Tharathep Punthubuth, Tanin Kongsila and Weerasin Sonjaroon	1-10
Research and Development of Fruit Technology to Modern Agriculture: Case Studies of Economically Important Fruit Trees Suvanna Praneetvatakul, Piyatit Pananurak, Kampanat Vijitsrikamol, Chakrit Potchanasin, Nithicha Thamthanakoon Suvanna Sayruamyat and Chaniporn Leartlam	11-21
Effect of Irrigation Disruption at Different Reproductive Growth Stages and Seed Storage Times on Peanut Seed Quality Theerarat Chinnasaen, Kanjana Kirasak, Chayant Pakdeethai and Parkpoom Thinkum	22-33
Effects of Water Management Regimes Combined with Soil-customized Fertilizer Management on Yield and Water use Efficiency of Pathum Thani 1 Rice Grown on Samut Prakan Soil Series Auraiwan Isuwan, Thanawadee Promchan and Jeerasak Chobtang	34-42
The Study of Heavy Metal and Microbial Contaminations in <i>Piper retrofractum</i> Vahl. Planting by Space-saving Model Pornphun Kowjai, Khiartiphum Lappinyo and Chakkrit Khanare	43-54
Functional Ingredients on Creating Value Added in Sea Grape, <i>Caulerpa lentillifera</i> Sittikorn Yoojam, Kriangsak Mengumphan, Narissara Lailerd and Doungporn Amornlerdpison	55-64
Efficiency of Allelopathy from Hairy Beggarticks (<i>Bidens pilosa</i> L.) in Weed Control Jenjira Mongon and Kullacha Chayarop	65-74
Optimal Conditions for Carotenoids Production by <i>Rhodotorula rubra</i> MJU11 in Combination with <i>Lactobacillus acidophilus</i> KK-03 in Fish Meal Nuttaporn Chanchay, Yaowapha Pukkarawake and Nutnaree Naragunta	75-84
Effect of Drying Method on Chemical Composition, Amino Acids and <i>In Vitro</i> Protein Digestibility of Black Soldier Fly (<i>Hermetia illucens</i>) Thanakorn Wichaiwong, Chama Inson and Chanwit Kaewtapee	85-95
Acute Toxicity of Ammonia on Tilapia Fingerling (<i>Oreochromis niloticus</i>) Cultured at Different pH Levels Thasanee Nonwachai and Sasithon Sisuk	96-105
Optimal Concentrations of Tannin Extracted from <i>Terminalia catappa</i> Leaves on Tail Regeneration of Siamese Fighting Fish (<i>Betta splendens</i>) Pornpimol Pimolrat, Supanee Suwanpakdee and Patcharawalai Sriyasak	106-115
The Feasibility of Farmers Enhancing towards Organic Rice Farmers: A Case Study of Khao Ro Sub-district, Thung Song District, Nakhon Sri Thammarat Province Rattana Unjan, Jareporn Phetchit and Sathit Buakhao	116-126
Factors Effecting Needs for the Promotion of Non-toxin Vegetable Growing of Farmers in Muang Pan District, Lampang Province Saranya Panyayuen, Saisakul Fongmul, Phahol Sakkatat and Kangsadan Kanokhong	127-137
Knowledge and Practice Accordance with Good Agricultural Practices in the Raising of Asian Honey Bee (<i>Apis cerana</i> F.) of Farmers in Palian District, Trang Province Thitaporn Anusarn, Pongpachara Tarasook and Narumon Preuksa	138-151
Guidelines for the Operation of Phatthalung Native Chicken Farming Community Enterprise Atsawaluk Ratchapolsit, Wanchai Dhammasaccakarn, Somsak Lila Angkana Dhammasaccakarn, Somruedee Sanguankaew and Jirachaya Jeawkok	152-164
Situation and Needs for Extension of Beef Cattle Farmers, Chainat Province Kalyakorn Wongrak	165-175
Willingness to Pay for Natural Enemies Products of the Safe Rice Producers in Chiang Mai Province Montri Singhavara, Supreeya Wangsathian, Thanee Sriwichailamphan and Kamoltip Panyasit	176-189
Unit Cost Analysis for Smart Frog (<i>Hoplobatrachus rugulosus</i>) Farm Pragrit Chuaysatit, Saksri Raktchai and Yuwadee Uydarn	190-205
Development Strategy for Agrotourism of Na Khao Sia, Na Yong, Trang Province Chutima Suttapirom, Thirakan Purngchan, Bancha Kerdlong Rittidet Sukkhong and Sukhuman Whankaew	206-219
Synthesis of Para-Rubber Research of Ubon Ratchathani University under the Provincial Development Project Support Orathai Liengindathaworn and Rojchana Kumdeekerd	220-234

AGRI RESEARCH
& EXTENSION
SEARON