

Agri. RESEARCH EXTENSION

วารสารวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร

JOURNAL OF AGRICULTURAL RESEARCH AND EXTENSION

ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จำเนียร ยศราช
ผู้ช่วยศาสตราจารย์พาวิณ มะโนชัย

บรรณาธิการอำนวยการ รองศาสตราจารย์ ดร. ยงยุทธ ข้ามสี่ รองศาสตราจารย์ ดร. จำเนียร บุญมาก
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จีราภรณ์ อินทสาร ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุรีย์วัลย์ เมฆกมล
บรรณาธิการ รองศาสตราจารย์ ดร. เกรียงศักดิ์ ศรีเงินยวง

กองบรรณาธิการ ศาสตราจารย์เฉลิมพล แชมเพชร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ศาสตราจารย์เกียรติคุณ ดร. อนุรักษ์ ปัญญาวัฒน์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ศาสตราจารย์ ดร. ทนงเกียรติ เกียรติศิริโรจน์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ศาสตราจารย์ ดร. สัญชัย จตุรสิทธา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ศาสตราจารย์ ดร. ไพศาล สิทธิกรกุล มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ศาสตราจารย์ ดร. ประพนธ์ จันทโรนัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ศาสตราจารย์ ดร. อุทัยรัตน์ ณ นคร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ศาสตราจารย์ ดร. สิริวัฒน์ วงษ์ศิริ มหาวิทยาลัยแม่โจ้
รองศาสตราจารย์ ดร. วรทัศน์ อินทร์คัมพร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
รองศาสตราจารย์ ดร. วันดี วัฒนชัยยิ่งเจริญ มหาวิทยาลัยนเรศวร
รองศาสตราจารย์ ดร. อุบลลักษณ์ รัตนศักดิ์ มหาวิทยาลัยบูรพา
รองศาสตราจารย์ ดร. ปราโมช ศีตะโกเศศ มหาวิทยาลัยแม่โจ้
รองศาสตราจารย์ ดร. ประเสริฐ จรรยาสุภาพ มหาวิทยาลัยแม่โจ้
รองศาสตราจารย์ ดร. นพมณี โทปัญญานนท์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้
รองศาสตราจารย์อ้อมทิพย์ เมฆรักษานิช แคมป์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้
รองศาสตราจารย์ประวิตร พุทธานนท์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ธีระพงษ์ สว่างปัญญากร มหาวิทยาลัยแม่โจ้

คณะกรรมการดำเนินงาน นางสาววารี ระหงษ์ นางธัญรัตน์ ธวัชมงคลศักดิ์
นางสาวรังสิมา อัมพวัน นางทิพย์สุดา ปุ๊กมณี
นายสมยศ มีสุข นางสาวอัมภา สันทราย
นางจิรนนท์ เสนานาญ นางสาวรัญญา ขยัน

ฝ่ายประชาสัมพันธ์และเผยแพร่ นายปริญญา เพ็ชรอุตสาห์ นายประสิทธิ์ ใจคำ
นางประไพศรี ทองแจ้ง

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: www.jare.mju.ac.th

วารสารวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร เป็นวารสารทางวิชาการของมหาวิทยาลัยแม่โจ้ ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อเผยแพร่งานวิจัยและบทความทางวิชาการด้านการเกษตร เป็นวารสารราย 4 เดือน กำหนดออกปีละ 3 ฉบับ โดยมีการเผยแพร่ออนไลน์ (Journal Online) ในรูปวารสารทางอิเล็กทรอนิกส์ (E-ISSN 2630-0206) สำหรับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาการเกษตร

บทบรรณาธิการ

วารสารวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร ปีที่ 39 ฉบับที่ 1 (มกราคม 2565 – เมษายน 2565) ฉบับนี้เป็นฉบับแรกของปี พ.ศ. 2565 เนื้อหาสาระยังคงความน่าสนใจอันหลากหลายที่ท่านผู้อ่านสามารถนำไปใช้ประโยชน์หรือเกษตรกรสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้จริงเพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร อาทิเช่น การประยุกต์ใช้ขานอ้อย ฟางข้าว และไมยราบยักษ์เป็นวัสดุเพาะเห็ดนางรมเทา หรือ ผลการใช้ปุ๋ยหมักมูลจิ้งหรีดและมูลหนอนนกอัดเม็ดต่อสมบัติดินและผลผลิตข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีเรื่องต่าง ๆ ที่น่าสนใจ อัดแน่นไปด้วยสาระสำคัญเช่นเคย องค์ความรู้ต่าง ๆ ที่ได้รับจากงานวิจัยในเล่มนี้ จะเป็นแรงบันดาลใจให้นักวิจัยทุกท่านได้นำเอาไปประยุกต์ใช้ ตลอดจนเป็นแนวทางต่อยอด คิดค้นหัวข้อวิจัย เพื่อช่วยเหลือพี่น้องเกษตรกรยิ่ง ๆ ขึ้นไปครับ

สถานการณ์บ้านเมืองยังคงไม่มีความแน่นอนในหลาย ๆ เรื่อง ทั้งด้านสาธารณสุข การแพร่ระบาดของเชื้อโควิด-19 ความผันแปรของราคาน้ำมันเนื่องจากการสู้รบระหว่างรัสเซีย ยูเครนและการเมืองในประเทศ ที่การเลือกตั้งที่ใกล้เข้ามา รวมถึงความแปรปรวนของสภาวะอากาศที่หนาวเย็นกลางฤดูร้อนในเดือนเมษายนทั้งหลายทั้งปวงที่กล่าว คือ ความไม่แน่นอนของเศรษฐกิจ การเมือง สังคม สิ่งแวดล้อม ที่เราต้องเผชิญอย่างไม่สามารถคาดเดาได้ ขอทุกท่านจงผ่านพ้นทุกอุปสรรคไปด้วย สติ และความอดทน

พบกันใหม่ฉบับหน้าครับ

ด้วยรักและเคารพ



รองศาสตราจารย์ ดร.เกรียงศักดิ์ ศรีเงินยวง

บรรณาธิการวารสารวิจัยฯ

การปรับบทบาทสู่การเป็นผู้ค้าเมล็ดพันธุ์ของเกษตรกร
ความท้าทายในการเรียนรู้และทำความเข้าใจกฎหมายที่เกี่ยวข้อง
Changing the Role of Farmers to becoming a Seed Seller
Challenges of Learning and Understanding Relevant Laws

ศรภา ศุทธิพันธ์

Sarapa Suttarin

วิทยาลัยบริหารศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290

School of Administrative Studies, Maejo University, Chiang Mai, Thailand 50290

Corresponding author: osara29@gmail.com

Abstract

Received: June 08, 2020

Revised: December 02, 2020

Accepted: January 27, 2021

Plants Act, B.E. 2518 (1975) and the additional amendment in 1992 and 2007 is a law governing seed trade business. The law is intended to protect farmers who buy seeds to use good quality seeds. Regardless of whether a seed trader is an agricultural entrepreneurs or a small-scale farmer who produce seeds for sale, must also comply with the same criteria. However, the conditions of many practices in accordance with this law are still the obstacles for farmer. The cause is due to ignorance or the lack of understanding the law, funds, materials, equipment and technological knowledge, as well as access to resources and government assistance. A measure relating to seed producer's liability in case of situation that may lead to damage by grower or it is a source of unfairness to these farmers. In addition, the sale of seeds must also comply with the law on movable property trading under the Civil and Commercial Code that although has no special criteria for the seed, but contains elaborate detail of practices that farmers need to understand in order to protect their rights under the law.

Keyword: seed sales by farmers, laws pertaining to seeds, seed laws, Plants Act, B.E. 2518 (1975)

Civil and Commercial Code regarding movable property purchase contract

บทคัดย่อ

พระราชบัญญัติพันธุ์พืช พ.ศ. 2518 และแก้ไขเพิ่มเติมปี พ.ศ. 2535 และ 2550 เป็นกฎหมายที่ควบคุมการประกอบกิจการค้าเมล็ดพันธุ์ มีเจตนารมณ์เพื่อคุ้มครองเกษตรกรผู้ซื้อเมล็ดพันธุ์ไปทำการเพาะปลูกให้ได้ใช้เมล็ดพันธุ์ที่ดีและมีคุณภาพ ไม่ว่าผู้ค้าเมล็ดพันธุ์จะเป็นผู้ประกอบการกิจการเกษตรทั่วไป หรือเกษตรกรที่ผลิตเมล็ดพันธุ์เพื่อจำหน่ายเป็นรายย่อย ก็จะต้องปฏิบัติตามหลักเกณฑ์เดียวกัน แต่เงื่อนไขของการปฏิบัติหลายประการตามกฎหมายฉบับนี้ยังเป็นอุปสรรคแก่เกษตรกรที่ผลิตเมล็ดพันธุ์เพื่อจำหน่ายรายย่อยเหล่านี้ สาเหตุจากความไม่รู้หรือไม่เข้าใจกฎหมาย การขาดเงินทุน วัสดุอุปกรณ์ ความรู้ความสามารถด้านเทคโนโลยี การเข้าถึงทรัพยากรและความช่วยเหลือจากรัฐ รวมถึงมาตรการเกี่ยวกับความรับผิดชอบในกรณีที่เกิดความเสียหายต่อผู้ซื้อเมล็ดพันธุ์ไปเพาะปลูกยังก่อให้เกิดความไม่เป็นธรรมต่อเกษตรกรกลุ่มนี้ด้วย นอกจากนี้การขายเมล็ดพันธุ์ยังต้องปฏิบัติตามหลักกฎหมายว่าด้วยการซื้อขายสังหาริมทรัพย์ตามประมวลกฎหมายแพ่งและพาณิชย์ ซึ่งแม้มิได้กำหนดหลักเกณฑ์พิเศษสำหรับเมล็ดพันธุ์ แต่ก็มีหลักปฏิบัติที่ละเอียดเยียบคายที่เกษตรกรจำเป็นต้องทำความเข้าใจเพื่อที่จะป้องกันสิทธิของตนตามกฎหมาย

คำสำคัญ: การขายเมล็ดพันธุ์โดยเกษตรกร กฎหมายเกี่ยวกับการขายเมล็ดพันธุ์ กฎหมายเมล็ดพันธุ์พระราชบัญญัติพันธุ์พืช พ.ศ. 2518 และที่แก้ไขเพิ่มเติมปี พ.ศ. 2535 และ 2550 ประมวลกฎหมายแพ่งและพาณิชย์ ว่าด้วยเรื่องสัญญาซื้อขายสังหาริมทรัพย์

คำนำ

แรกเริ่มนั้นเกษตรกรไม่ได้ผลิตเมล็ดพันธุ์ในเชิงการค้า หากแต่เป็นการผลิตเพื่อใช้เพาะปลูกเองในแต่ละฤดูกาล โดยจะถ่ายทอดองค์ความรู้จากรุ่นสู่รุ่นตามรูปแบบเฉพาะท้องถิ่นของตนในการคัดเลือก เก็บสะสมและพัฒนาเมล็ดพันธุ์เพื่อใช้เพาะปลูกในฤดูกาลต่อไป มีการแบ่งปัน แลกเปลี่ยน หรือซื้อขายเมล็ดพันธุ์เล็กน้อย ภายในชุมชนเท่านั้น อันเป็นลักษณะของการพึ่งพาตนเองสูง จนเมื่อเข้าสู่ยุคของการปฏิวัติเขียวราวปี พ.ศ. 2493–2505 (Hazell, 2009) มีการนำเทคโนโลยีใหม่ ๆ มาใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตทางการเกษตร โดยเฉพาะในประเทศกำลังพัฒนาซึ่งเป็นพื้นที่ทำการเกษตรเพื่อผลิตอาหารส่วนใหญ่แก่โลก ประกอบกับหลายประเทศเริ่มตระหนักถึงการสร้างความมั่นคงทางอาหารเพื่อแก้ไขปัญหาคาขาดแคลนอาหารในภูมิภาคต่าง ๆ¹ การทำการเกษตรแบบยังชีพจึงเริ่มเปลี่ยนแปลงไปเป็นอุตสาหกรรมที่เน้นกระบวนการผลิตเพื่อให้ได้อาหารปริมาณมาก ระบบเกษตรกรรมเชิงเดี่ยวขยายตัวขึ้นอย่างรวดเร็วแม้แต่ในประเทศไทย วิธีการผลิตแบบดั้งเดิมของเกษตรกรในช่วงเวลาดังกล่าวได้ปรับเปลี่ยนไปอย่างสิ้นเชิงกลายเป็น “รูปแบบของกระบวนการผลิต” (Package of practices) (Farmer, 1986) ที่เกษตรกรต้องพึ่งพาหรือแสวงหาปัจจัยการผลิตจากภายนอกเป็นส่วนใหญ่ ไม่ว่าจะเป็นเมล็ดพันธุ์ เครื่องจักรกล ปุ๋ยเคมี สารป้องกันและกำจัดศัตรูและโรคพืช ฯลฯ ซึ่งการเพาะปลูกในลักษณะนี้ต้องใช้เงินทุนสูง เกษตรกรจึงจำเป็นต้องเพาะปลูกคราวละมาก ๆ เพื่อให้เกิดความคุ้มทุน ภาครัฐจึงได้เริ่มเข้ามามีบทบาทในการผลิตเมล็ดพันธุ์เพื่อให้เพียงพอต่อความต้องการของภาคเกษตร โดยเปิด

¹ โดยประเด็นดังกล่าวถูกนำมาพูดคุยกันในการประชุมสุดยอดอาหารโลกเมื่อปี พ.ศ. 2517 โดยองค์การอาหารและการเกษตรแห่งสหประชาชาติ (The Food and Agriculture Organization: FAO)

โอกาสให้ภาคเอกชนเข้ามาช่วยพัฒนาเมล็ดพันธุ์เพื่อจำหน่ายให้เกษตรกร อุตสาหกรรมเมล็ดพันธุ์จึงเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว

แม้ว่าจะมีการพัฒนาเมล็ดพันธุ์ที่ได้มาตรฐานจำนวนมากเข้าสู่ตลาด แต่การที่เกษตรกรยังคงต้องซื้อปัจจัยการผลิตทุกอย่างทั้งเมล็ดพันธุ์ ปุ๋ย และสารเคมีทางการเกษตรทุกฤดูกาลเพาะปลูก ซึ่งต้องใช้เงินทุนมาก เกษตรกรส่วนใหญ่จึงต้องกู้ยืมเงินมาเพื่อทำการเกษตร และชำระหนี้คืนเมื่อขายผลผลิตได้ เป็นเช่นนี้ทุกฤดูกาล กลายเป็นวงจรปกติของการประกอบอาชีพทำเกษตร ขณะเดียวกันเกษตรกรก็ต้องรับมือกับปัญหาด้านสภาพภูมิอากาศ สภาพของพื้นดินเพาะปลูก ที่ส่งผลต่อระบบการผลิต ภาวะตลาด ทั้งยังปัญหาสุขภาพที่เสื่อมโทรมลงจากการใช้สารเคมีทางการเกษตรอยู่เสมอ เกษตรกรส่วนหนึ่งจึงได้ปรับเปลี่ยนวิธีการทำเกษตรโดยพึ่งพาตนเองมากขึ้นด้วยการผลิตและพัฒนาเมล็ดพันธุ์ ปุ๋ย หรือสารที่ใช้ทางการเกษตรเองเพื่อลดต้นทุนการผลิตลง โดยในหลายพื้นที่ได้รับการช่วยเหลือและพัฒนาทักษะจากนักวิชาการภาครัฐและเอกชน จนสามารถผลิตและพัฒนาเมล็ดพันธุ์เพื่อใช้เพาะปลูกเองและเหลือจำหน่ายได้ ปัจจุบันมีเกษตรกรจำนวนมากได้หันมาผลิตและพัฒนาเมล็ดพันธุ์เพื่อจำหน่ายแต่เพียงอย่างเดียว (Sustainable Agriculture Foundation Thailand, 2014)

แต่ในดำเนินการใด ๆ เกี่ยวกับเมล็ดพันธุ์นั้น มีกฎหมายควบคุมอยู่ตลอดทั้งวงจรของการประกอบธุรกิจ ไม่ว่าจะเป็นการนำเข้า รวบรวม ขาย หรือส่งออก ดังนั้นเกษตรกรที่ผลิตเมล็ดพันธุ์เพื่อขายก็จะต้องปฏิบัติตามหลักเกณฑ์และวิธีปฏิบัติต่าง ๆ ตามกฎหมายด้วย เช่นเดียวกันกับบริษัทเอกชนทั่วไปที่ค้าเมล็ดพันธุ์ การที่กฎหมายกำหนดไว้เช่นนี้ก็เพื่อป้องกันไม่ให้บุคคลใดจำหน่ายเมล็ดพันธุ์พืชที่เสื่อมคุณภาพหรือปลอมปน เพื่อคุ้มครองเกษตรกรผู้ซื้อเมล็ดพันธุ์ไปทำการเพาะปลูก โดยกฎหมายหลักที่ ควบคุมกิจการค้าเมล็ดพันธุ์คือ พระราชบัญญัติพันธุ์พืช พ.ศ. 2518 และที่แก้ไขเพิ่มเติมปี พ.ศ. 2535 และ 2550 แต่ก็ยังมีกฎหมายที่เกี่ยวข้องอีก

หลายฉบับที่กำหนดสิทธิและหน้าที่ ความสัมพันธ์ระหว่างคู่สัญญาไว้เป็นการเฉพาะ ขึ้นอยู่กับลักษณะของการกอนิติกรรมสัญญา เช่น เกษตรกรบางกลุ่มเลือกที่จะผลิตเมล็ดพันธุ์เพื่อจำหน่ายผ่านสหกรณ์การเกษตร บางกลุ่มผลิตเมล็ดพันธุ์เพื่อจำหน่ายผ่านวิสาหกิจชุมชนหรือเครือข่ายวิสาหกิจชุมชน บางกลุ่ม (ไม่ว่าจะเป็นเกษตรกรรายย่อย หรือกลุ่มเกษตรกรตามกฎหมายว่าด้วยสหกรณ์หรือวิสาหกิจชุมชนหรือเครือข่ายวิสาหกิจชุมชน ซึ่งประกอบอาชีพเกษตรกรรม) ทำสัญญาผลิตเมล็ดพันธุ์ให้กับผู้ประกอบการกิจการทางการเกษตรในรูปแบบเกษตรพันธสัญญา และมีจำนวนไม่น้อยที่ผลิตเมล็ดพันธุ์จำหน่ายเองโดยตรงให้กับผู้ที่นำเมล็ดพันธุ์นั้นไปเพาะปลูกเป็นรายย่อยหรือรวมกลุ่มกันจำหน่ายในนามกลุ่มเกษตรกร สองกลุ่มแรกมักไม่มีปัญหาในการดำเนินงานเพราะสหกรณ์การเกษตรและวิสาหกิจชุมชนจะดำเนินกิจกรรมทางการค้าแทน เกษตรกรที่เป็นสมาชิกมีหน้าที่เพียงผลิตให้ตรงตามมาตรฐานที่กำหนดและปฏิบัติตามกฎระเบียบปฏิบัติที่กำหนดไว้เท่านั้น ส่วนกลุ่มที่ทำการผลิตภายใต้ระบบเกษตรพันธสัญญา ปัจจุบันมีพระราชบัญญัติส่งเสริมและพัฒนาระบบเกษตรพันธสัญญา พ.ศ. 2560 ที่ช่วยแก้ปัญหาการทำสัญญาที่ไม่มีความสมดุลกันระหว่างผู้ประกอบการกิจการทางการเกษตรกับเกษตรกรในด้านต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นการรับความเสี่ยง การแบ่งปันผลประโยชน์ ความไม่เท่าเทียมด้านข้อมูล การบังคับใช้กฎหมาย ฯลฯ (Phrao Farmer Group, 2014) จึงทำให้เกษตรกรได้รับความเป็นธรรมในการทำสัญญามากขึ้น

ส่วนกลุ่มสุดท้าย คือ กลุ่มเกษตรกรรายย่อยที่ผันตัวเองมาผลิตเมล็ดพันธุ์จำหน่ายเองหรือจำหน่ายในนามกลุ่มเกษตรกรโดยตรงให้กับผู้ซื้อเมล็ดพันธุ์เท่านั้น กลุ่มนี้เป็นกลุ่มที่ต้องพึ่งพาตนเองสูงและประสบปัญหามากที่สุดไม่ว่าจากความไม่รู้กฎหมายและกระบวนการต่าง ๆ ในกฎหมายที่ยากจะปฏิบัติตามได้อย่างถูกต้อง

บทความนี้จึงมุ่งที่จะศึกษาองค์ความรู้ด้านกฎหมายที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับเกษตรกรในกลุ่มนี้ เพื่อแสดงให้เห็นถึงสิ่งสำคัญที่ต้องปฏิบัติตามกฎหมาย และ

สะท้อนให้เห็นถึงอุปสรรคหรือข้อจำกัดในการปฏิบัติบางประการที่ควรได้รับการแก้ไขเพื่อให้เกิดความเป็นธรรมแก่เกษตรกรรายย่อยที่ผลิตเมล็ดพันธุ์จำหน่าย และมาตรการเกี่ยวกับหน้าที่ความรับผิดชอบของเกษตรกรในกรณีที่ก่อความเสียหายต่อผู้ซื้อเมล็ดพันธุ์ไปเพาะปลูก

วัตถุประสงค์

ศึกษาหลักกฎหมายที่กำหนดเงื่อนไขการปฏิบัติเกี่ยวกับการผลิตเมล็ดพันธุ์เพื่อจำหน่ายภายใต้พระราชบัญญัติพันธุ์พืช พ.ศ. 2518 และที่แก้ไขเพิ่มเติมปี พ.ศ. 2535 และ 2550 และนิติสัมพันธ์ระหว่างเกษตรกรผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์เพื่อจำหน่ายกับผู้ซื้อเมล็ดพันธุ์ตามประมวลกฎหมายแพ่งและพาณิชย์ และอธิบายถึงอุปสรรคหรือข้อจำกัดในการปฏิบัติของเกษตรกรรายย่อยผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์เพื่อจำหน่ายดังกล่าว

ขอบเขตของเรื่อง

บทความนี้มุ่งศึกษา (1) นิติสัมพันธ์ระหว่างเกษตรกรผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์เพื่อจำหน่ายกับผู้ซื้อเมล็ดพันธุ์ และ (2) ศึกษาหลักกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับนิติสัมพันธ์ดังกล่าวเท่านั้น เนื่องจากเป็นกลุ่มที่ต้องพึ่งพาตนเองและประสบปัญหามากที่สุด โดยมีกฎหมายที่เกี่ยวข้องโดยตรงได้แก่ พระราชบัญญัติพันธุ์พืช พ.ศ. 2518 และที่แก้ไขเพิ่มเติมปี พ.ศ. 2535 และ 2550 และสิทธิและหน้าที่ความสัมพันธ์ระหว่างคู่สัญญาซื้อขายสังหาริมทรัพย์ตามประมวลกฎหมายแพ่งและพาณิชย์เท่านั้น

คำนิยาม

จำหน่าย หมายถึง ขายหรือแลกเปลี่ยนหรือให้เพื่อวัตถุประสงค์ในทางการค้า หรือมุ่งผลตอบแทนในทางการค้า เมล็ดพันธุ์ หมายถึง ส่วนขยายพันธุ์ต่าง ๆ ของพืช ไม่ว่าจะเป็นต้น ตอ หน่อ เหง้า กิ่ง แขนง ตา ราก หัว ดอก หรือผล (Office of the Council of State, 2016)

เนื้อหาสาระ

ความท้าทายของเกษตรกรเมื่อปรับบทบาทจากผู้เพาะปลูกมาสู่การเป็นผู้ขายเมล็ดพันธุ์ประการหนึ่งคือ จำเป็นต้องเรียนรู้และทำความเข้าใจกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการประกอบอาชีพของตน โดยเฉพาะอย่างยิ่งการจำหน่ายเมล็ดพันธุ์ซึ่งเป็นปัจจัยการผลิตที่มีกฎหมายควบคุมไว้เป็นการเฉพาะ ซึ่งมีกฎหมายที่ควบคุมอยู่ ได้แก่

1. พระราชบัญญัติพันธุ์พืช พ.ศ. 2518 และที่แก้ไขเพิ่มเติมปี พ.ศ. 2535 และ 2550

พระราชบัญญัติพันธุ์พืชมีวัตถุประสงค์เพื่อคุ้มครองเกษตรกรที่ต้องซื้อเมล็ดพันธุ์สำหรับเพาะปลูกให้ได้ใช้เมล็ดพันธุ์พืชที่ดีมีคุณภาพ ไม่ปลอมปน โดยกฎหมายฉบับนี้กำหนดให้ส่วนขยายพันธุ์อื่น ๆ ของพืช ไม่ว่าจะเป็นต้น ตอ หน่อ เหง้า กิ่ง แขนง ตา ราก หัว ดอก หรือผล เป็นเมล็ดพันธุ์ทั้งสิ้น และให้อยู่ภายใต้การควบคุมของกฎหมาย และกำหนดให้เมล็ดพันธุ์บางชนิดเป็น “เมล็ดพันธุ์ควบคุม”² (Office of the Council of State, 2016) ซึ่งรัฐมนตรีว่าการกระทรวงเกษตรและสหกรณ์เป็นผู้ประกาศกำหนด ที่ผู้ใดจะทำการค้าจะต้องได้รับอนุญาตในการรวบรวม นำเข้า ขาย นำผ่าน และส่งออก

² หมายถึง เมล็ดพันธุ์ที่รัฐมนตรีประกาศกำหนดให้เป็นเมล็ดพันธุ์ควบคุม ปัจจุบันมีอยู่ทั้งสิ้น 32 ชนิด ที่กฎหมายกำหนดชื่อพันธุ์ มาตรฐาน และคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ในเรื่องความงอกและเมล็ดบริสุทธิ์เอาไว้ ได้แก่ กระเจียบเขียว กระเทียมใบ กะหล่ำปลี กะหล่ำดอก คันหา บรอกโคลี ข้าวเปลือก ข้าวโพด ข้าวโพดหวาน ข้าวฟ่าง แคนตาลูป แตงเทศ เมล่อน แตงกวา แตงร้าน แตงโม ถั่วฝักยาว ถั่วลันเตา ถั่วเขียว ถั่วเขียวผิวดำ ถั่วเหลือง ทานตะวัน บวบ เหลี่ยม ผักกาดกวางตุ้ง ผักกาดขาว ผักกาดเขียว ผักกาดหอม ผักกาดหัว ผักชี ผักบุ้งจีน ฝ้าย พริก พักทอง พัก แฟง มะระจีน มะระขี้นก มะเขือยาว มะเขือม่วง มะเขือเปราะ มะเขือเทศ หอมหัวใหญ่ มะละกอ

โดยที่มาตรา 14 ของกฎหมายฉบับได้กำหนดห้ามมิให้ผู้ใดรวบรวม ขาย นำเข้า ส่งออก หรือนำผ่านซึ่งเมล็ดพันธุ์ควบคุมเพื่อการค้า เว้นแต่ได้รับใบอนุญาตจากพนักงานเจ้าหน้าที่ และต้องเก็บเมล็ดพันธุ์ควบคุมไว้ในสถานที่เก็บตามที่ระบุไว้ในใบอนุญาตเท่านั้น เนื่องจากการรักษาคุณภาพของเมล็ดพันธุ์เป็นสิ่งสำคัญ ดังนั้นการขออนุญาตขายเมล็ดพันธุ์จึงต้องระบุสถานที่เก็บเมล็ดพันธุ์ไว้ในคำขอแต่แรก โดยเป็นเงื่อนไขสำคัญที่จะทำให้ได้รับอนุญาตขายหรือไม่ ซึ่งเกษตรกรที่ทำการผลิตเมล็ดพันธุ์เพื่อจำหน่ายจะต้องปฏิบัติตามเงื่อนไขเดียวกันกับผู้ประกอบธุรกิจทางการเกษตรทั่วไป

แต่อย่างไรก็ตาม มาตรา 14 ได้กำหนดมิให้ใช้ความในบทบัญญัติมาตรานี้บังคับแก่ผู้ปลูกเมล็ดพันธุ์ควบคุมซึ่งขายเมล็ดพันธุ์ควบคุมที่ตนปลูกเองให้แก่ผู้รับใบอนุญาตรวบรวมเมล็ดพันธุ์ควบคุมเพื่อการค้า หรือผู้รับใบอนุญาตส่งออกซึ่งเมล็ดพันธุ์ ควบคุมเพื่อการค้านั้นหมายความว่า หากเกษตรกรผลิตเมล็ดพันธุ์เพื่อจำหน่ายผ่านสหกรณ์การเกษตร วิสาหกิจชุมชนหรือเครือข่ายวิสาหกิจชุมชน หรือผลิตเมล็ดพันธุ์เพื่อจำหน่ายให้แก่บริษัทเอกชนในรูปแบบเกษตรพันธสัญญา เกษตรกรกลุ่มนี้ไม่ต้องขออนุญาตขายเมล็ดพันธุ์ก่อน หากหน่วยธุรกิจเหล่านั้นได้รับอนุญาตตามกฎหมายให้ทำประกอบกิจการค้าเมล็ดพันธุ์อยู่แล้ว เพราะเหตุว่าในการรับซื้อหน่วยธุรกิจผู้ซื้อย่อมกำหนดคุณภาพมาตรฐานของเมล็ดพันธุ์เอาไว้แล้ว หากเกษตรกรผลิตเมล็ดพันธุ์ไม่ได้มาตรฐานตามที่กำหนดก็จะไม่รับซื้อ เมล็ดพันธุ์นั้นก็ไม่สามารถกระจายออกสู่ตลาดทำให้เกิดผลเสียกับผู้ปลูกทั่วไปได้

มีข้อสังเกตว่าพระราชบัญญัติพันธุ์พืชกำหนดให้ผู้ขายเมล็ดพันธุ์ ต้องได้รับอนุญาตก่อน แต่ความในบทบัญญัติมาตรา 14 นี้ มิให้ใช้บังคับแก่ผู้ขายเมล็ดพันธุ์

ควบคุมที่ตนปลูกเองให้แก่ผู้ปลูกเมล็ดพันธุ์รายอื่นเพื่อใช้เพาะปลูกเองโดยมิได้มีการโฆษณา ดังนั้น หากเกษตรกรขายเมล็ดพันธุ์ควบคุมโดยตรงให้กับเกษตรกรซึ่งนำเมล็ดพันธุ์นั้นไปเพาะปลูกเองโดยไม่ได้ทำการโฆษณา ก็ไม่ต้องขออนุญาตขายเมล็ดพันธุ์ก่อน แต่หากขายให้ผู้ปลูกเมล็ดพันธุ์รายอื่นเพื่อใช้เพาะปลูกเองแต่ได้ทำการโฆษณา เช่น ประกาศขายในระบบออนไลน์ กรณีนี้ต้องขออนุญาตก่อนจึงจะขายได้ หรือกรณีที่เกษตรกรขายเมล็ดพันธุ์ควบคุมให้กับผู้อื่นที่มีได้นำเมล็ดพันธุ์นั้นไปเพาะปลูกเอง ไม่ว่าจะทำการโฆษณาหรือไม่ กรณีเช่นนี้ต้องขออนุญาตขายเมล็ดพันธุ์ก่อนทั้งสิ้น

ในการขายเมล็ดพันธุ์จะมีกระบวนการและวิธีปฏิบัติที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1.1 การขอรับรองคุณภาพเมล็ดพันธุ์ในห้องปฏิบัติการให้เป็นเมล็ดพันธุ์รับรอง

เป็นระบบการควบคุมและรับรองคุณภาพเมล็ดพันธุ์ที่ผลิตให้มีคุณภาพดี ตรงตามชนิดและพันธุ์พืช และชั้น เมล็ดพันธุ์ เกษตรกรต้องยื่น คำขอรับรอง (แบบ ร.ม.3)³ พร้อมเมล็ดพันธุ์ เพื่อให้ห้องปฏิบัติการฯ ตรวจสอบคุณภาพในด้านความบริสุทธิ์ทางกายภาพ และอัตราความงอก

1.2 การขอทดสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวเพื่อใช้ประกอบการขอเลขทะเบียนประจำพันธุ์ (พ.พ.) ต้องยื่นคำขอใช้บริการทดสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์⁴

1.3 การรวบรวมเมล็ดพันธุ์

ต้องขออนุญาต⁵ (แบบ พ.พ.1) โดยมีเงื่อนไขว่าจะต้องควบคุมมาตรฐาน คุณภาพ และวิธีเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ โดยต้องมีระบบการรักษาความสะอาด สถานที่รวบรวมมีความเหมาะสมและปลอดภัยตามความจำเป็นสำหรับเก็บเมล็ดพันธุ์มิให้เสียหายหรือเสื่อมคุณภาพ กรณีข้าวเปลือกเจ้า ต้องระบุข้าวพันธุ์อื่นผสมหรือเจือปน

³ ยื่นต่อกลุ่มควบคุมพันธุ์พืช สำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร กรมวิชาการเกษตร

⁴ ยื่นต่อกองเมล็ดพันธุ์ กรมการข้าว เกษตรกลางบางเขน หรือศูนย์เมล็ดพันธุ์ข้าว 23 แห่งทั่วประเทศ

⁵ ยื่นขออนุญาตได้ที่กลุ่มควบคุมพันธุ์พืช สำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร กรมวิชาการเกษตร หรือสำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 1-8 หรือ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตร ของกรมวิชาการเกษตร หรือส่งไปรษณีย์ถึงหน่วยงานที่ออกใบอนุญาตก็ได้

ไม่เกิน 20 เมล็ดของน้ำหนักเมล็ดพันธุ์ข้าว 500 กรัม ที่รวบรวมนหรือขาย และกำหนดให้เมล็ดข้าววัชพืชที่เป็น ข้าวแดง มีหรือผสมหรือเจือปนไม่เกิน 10 เมล็ดของ น้ำหนักเมล็ดพันธุ์ข้าว 500 กรัม ที่รวบรวมนหรือขาย กรณี เมล็ดพันธุ์มะละกอ เมล็ดพันธุ์ที่รวบรวมนต้องมีไม่มีหรือผสม หรือเจือปนเมล็ดพันธุ์มะละกอที่ผ่านการตัดแปร พันธุ์กรรม ทั้งนี้ ห้ามการรวบรวมนเมล็ดพันธุ์เสื่อม คุณภาพ⁶ หรือเมล็ดพันธุ์ปลอมปน⁷

1.4 การขาย

การขออนุญาต (แบบ พ.พ.1) มีเงื่อนไขว่า จะต้องมีสถานที่ที่เหมาะสมในการขายเมล็ดพันธุ์ ชื่อ กิจการต้องไม่ซ้ำหรือคล้ายคลึงกับชื่อที่ใช้ในการประกอบ กิจการของผู้รับใบอนุญาตอื่น หรือผู้ซึ่งอยู่ในระหว่างถูกสั่งพัก ใบอนุญาต หรือถูกเพิกถอนใบอนุญาตยังไม่ครบ 2 ปี เมื่อ ได้รับใบอนุญาตแล้ว ต้องแจ้งรายละเอียดเมล็ดพันธุ์ ควบคุมที่ขออนุญาต และแสดงใบอนุญาตรวบรวมนหรือ ขาย (แบบ พ.พ.3/พ.พ.4) ไว้ในที่เปิดเผยและเห็นได้ง่าย ภายในอาคารที่ระบุไว้ในใบอนุญาต

ทั้งสถานที่รวบรวมนและสถานที่ขายเมล็ดพันธุ์ ต้องมีป้ายอยู่ในที่เปิดเผย สามารถสังเกตเห็นได้ง่ายจาก ภายนอกอาคารว่าเป็นสถานที่รวบรวมนหรือขายเมล็ดพันธุ์ ทำด้วยวัสดุถาวรขนาดกว้างยาวไม่น้อยกว่า 20x70 ซม. มีข้อความภาษาไทยสูงไม่น้อยกว่า 3 ซม. ว่า “สถานที่ รวบรวมนเมล็ดพันธุ์ควบคุมเพื่อการค้า” (มีภาษาอื่นกำกับ ด้วยก็ได้ แต่ขนาดตัวอักษรจะต้องมีขนาดสูงน้อยกว่า 3 ซม.) และห้ามทำการบรรจุเมล็ดพันธุ์นอกสถานที่ที่ได้รับ อนุญาต หากจะย้ายสถานที่ที่ต้องได้รับอนุญาตก่อนจึงจะ ย้ายได้

ภายหลังจากที่ได้รับใบอนุญาตแล้ว ต้องแจ้ง รายละเอียดเมล็ดพันธุ์ควบคุมที่ขออนุญาต⁸ และระหว่าง นั้นต้องควบคุมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ให้ดี

กรณีใบอนุญาตรวบรวมน/ขาย สูญหายหรือถูก ทำลายในส่วนที่เป็นสาระสำคัญ ต้องแจ้งต่อพนักงาน เจ้าหน้าที่ และยื่นคำขอรับใบแทนใบอนุญาตพร้อมใบแจ้ง ความภายใน 15 วัน นับแต่วันที่ได้ทราบถึงการสูญหาย หรือถูกทำลาย ส่วนการยื่นคำขอต่ออายุใบอนุญาต ต้อง ทำก่อนใบอนุญาตสิ้นอายุไม่น้อยกว่า 15 วัน

หากต้องการเลิกกิจการ ต้องยื่นคำขอยกเลิก ใบอนุญาตด้วย โดยยื่นก่อนใบอนุญาตสิ้นอายุไม่น้อยกว่า 15 วัน

1.5 ต้องจัดการกับผลากให้ถูกต้องตามกฎหมาย โดยต้องมีภาษาไทยและต้องมีรายละเอียดที่ครบถ้วนและ ชัดเจน ดังนี้

- (1) ชนิดและชื่อพันธุ์และมีคำว่า "เมล็ดพันธุ์ ควบคุม"
- (2) เครื่องหมายการค้า
- (3) ชื่อผู้รวบรวม และแหล่งรวบรวมจำนวน เมล็ดพันธุ์หรือหน่วยวัดอื่น ๆ ตามที่รัฐมนตรีกำหนด
- (4) น้ำหนักสุทธิของเมล็ดพันธุ์ควบคุมตามระบบ เมตริก หรือจำนวนเมล็ด หรือหน่วยวัดอื่น ๆ ตามที่ รัฐมนตรีกำหนด
- (5) อัตราความงอกและระบุวันเดือนปีที่ทดสอบ
- (6) เดือนและปีที่รวบรวม
- (7) อายุความงอก เดือนและปีที่สิ้นอายุการใช้ เพาะปลูกหรือใช้ทำพันธุ์

⁶ เมล็ดพันธุ์เสื่อมคุณภาพ ได้แก่ เมล็ดพันธุ์ที่สิ้นอายุการใช้เพาะปลูกหรือใช้ทำพันธุ์ตามที่แสดงไว้ในฉลาก หรือเมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพต่ำกว่ามาตรฐาน ที่รัฐมนตรีประกาศกำหนด

⁷ เมล็ดพันธุ์ปลอมปน ได้แก่ เมล็ดพันธุ์หรือวัสดุที่ทำเทียมเมล็ดพันธุ์ทั้งหมดหรือบางส่วนเพื่อให้ผู้อื่นหลงเชื่อหรือสำคัญผิดว่าเป็นเมล็ดพันธุ์แท้ เมล็ดพันธุ์ที่แสดงชนิดชื่อพันธุ์เครื่องหมายการค้า แหล่งรวบรวม หรือระบุปีหรือเดือนปีที่รวบรวม หรือนำเข้าซึ่งไม่ตรงกับความเป็นจริง หรือเมล็ดพันธุ์ที่มี เมล็ดพันธุ์อื่นหรือวัสดุอื่นผสมหรือเจือปนอยู่เกินปริมาณที่แจ้ง เมล็ดพันธุ์ที่มีเมล็ดพันธุ์อื่นหรือวัสดุอื่นผสมหรือเจือปนอยู่เกินปริมาณที่แจ้งไว้บนฉลาก หรือเกินอัตราส่วนที่รัฐมนตรีประกาศกำหนด

⁸ ต่อกลุ่มควบคุมพันธุ์พืช สำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร กรมวิชาการเกษตร

(8) ถ้ามีวัตถุอื่นผสมอยู่ด้วย ต้องแจ้งชื่อและอัตราส่วนของวัตถุที่ผสมอยู่ด้วย

(9) ถ้ามีสารเคมีอันตราย⁹ ผสมอยู่ด้วย ต้องแจ้งชื่อและอัตราส่วนของสารเคมีนั้น และต้องแสดงเครื่องหมายหวัะโหลกกับกระดุกไขว้ระบุว่า "อันตราย" ด้วยอักษรสีแดงไว้

(10) ข้อความ “เมล็ดพันธุ์บริสุทธิ์ร้อยละ...”

(11) ข้อความ “พพ.../ปี พ.ศ.

(12) ข้อความ “หมวดหมายเลข (Lot No.)...”

(13) ข้อความเตือน “เก็บไว้ในที่แห้ง เย็น ไม่ถูกแดด และมีอากาศถ่ายเท”

(14) กรณีข้าวเปลือกเจ้า ต้องระบุข้าวพันธุ์อื่นผสมหรือเจือปนไม่เกิน 20 เมล็ด ของน้ำหนักเมล็ดพันธุ์ข้าว 500 กรัม ที่รวบรวมหรือขายและกำหนดให้เมล็ดข้าววัชพืชที่เป็นข้าวแดงมีหรือผสม หรือเจือปนไม่เกิน 10 เมล็ด ของน้ำหนักเมล็ดพันธุ์ข้าว 500 กรัม ที่รวบรวมหรือขาย

อีกทั้งการโฆษณาต้องให้ข้อมูลที่เป็นจริง ไม่ทำให้ผู้อื่นหลงเชื่อหรือเกิดความเข้าใจผิดในคุณภาพของเมล็ดพันธุ์นั้น

จะเห็นว่ากระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการขายเมล็ดพันธุ์ตามพระราชบัญญัติพันธุ์พืช¹⁰ นั้น มีรายละเอียดที่ต้องปฏิบัติค่อนข้างมาก นอกจากความรู้ในทางกฎหมายแล้ว ยังต้องอาศัยเงินทุนในการดำเนินการหรือเทคโนโลยี

ร่วมด้วยในบางขั้นตอน ซึ่งเกษตรกรรายย่อยที่ผันตัวมาเป็นผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์เพื่อจำหน่ายก็ต้องปฏิบัติตามข้อกำหนดในกฎหมายดังกล่าวเช่นเดียวกันกับผู้ประกอบการกิจการเกษตรที่ขายเมล็ดพันธุ์อยู่แล้ว ไม่ว่าจะเป็นการจัดเตรียมเอกสารหลักฐานประกอบการยื่นต่อหน่วยงานราชการ การปฏิบัติตามเงื่อนไขในการควบคุมคุณภาพการรักษามาตรฐานให้ได้ตามเกณฑ์ที่กฎหมายกำหนด การจัดการฉลากบรรจุภัณฑ์ ฯลฯ เงื่อนไขของกฎหมายเหล่านี้จึงได้กลายมาเป็นข้อจำกัดของเกษตรกรกลุ่มนี้ทันที

ข้อสังเกต คือ ในมาตรา 39¹⁰ ของพระราชบัญญัติพันธุ์พืช กำหนดให้เจ้าหน้าที่มีอำนาจเข้าไปในสถานที่รวบรวม ขาย และเก็บเมล็ดพันธุ์ควบคุมเพื่อการค้า ในระหว่างเวลาทำการหรือเข้าไปในยานพาหนะที่บรรทุกเมล็ดพันธุ์ ในกรณีที่มีเหตุอันควรสงสัยว่ามีการกระทำความผิดตามพระราชบัญญัตินี้ ทั้งนี้ เพื่อค้น ยึด หรืออายัดเมล็ดพันธุ์ได้ ซึ่งการยึดหรืออายัดเมล็ดพันธุ์เพื่อตรวจสอบต้องใช้ระยะเวลาปฏิบัติพอสมควร แต่เมล็ดพันธุ์เป็นสินค้าที่มีข้อจำกัดในการเก็บรักษา หากสารวัตรเกษตรตรวจพบระหว่างการขนส่ง พบข้อสงสัยต้องยึดหรืออายัดเมล็ดพันธุ์ ก็ต้องนำไปเก็บไว้ในสถานที่ที่เหมาะสมและเร่งตรวจสอบข้อเท็จจริงโดยเร็ว มิเช่นนั้นเมล็ดพันธุ์อาจเสื่อมคุณภาพจากอุณหภูมิหรือความชื้น

⁹ กฎหมายให้อำนาจรัฐมนตรีประกาศกำหนดสารเคมีอันตรายที่ผสมในเมล็ดพันธุ์ควบคุมเพื่อให้ผู้รับใบอนุญาตปฏิบัติไว้ในมาตรา 13(4)

¹⁰ มาตรา 39 ในการปฏิบัติหน้าที่ ให้พนักงานเจ้าหน้าที่มีอำนาจออกคำสั่งเป็นหนังสือเรียกบุคคลใดมาให้ถ้อยคำ หรือให้ส่งเอกสาร หรือวัตถุใดๆ เพื่อประกอบการพิจารณาได้ และมีอำนาจเข้าไปในสถานที่รวบรวมเมล็ดพันธุ์ควบคุมเพื่อการค้า สถานที่ขายเมล็ดพันธุ์ควบคุม สถานที่เก็บเมล็ดพันธุ์ควบคุมเพื่อการค้า หรือสถานที่เพาะเลี้ยงพืชพันธุ์ ในระหว่างเวลาทำการ หรือเข้าไปในยานพาหนะที่บรรทุกเมล็ดพันธุ์หรือพืชพันธุ์ในกรณีที่มีเหตุอันควร สงสัยว่ามีการกระทำความผิดตามพระราชบัญญัตินี้ ทั้งนี้ เพื่อ

(1) ตรวจสอบเมล็ดพันธุ์ พืชพันธุ์ ภาชนะบรรจุ ฉลาก สมุดบัญชี หรือเอกสารใดๆ ที่เกี่ยวกับเมล็ดพันธุ์หรือพืชพันธุ์

(2) นำเมล็ดพันธุ์ หรือวัตถุที่สงสัยว่าเป็นเมล็ดพันธุ์เสื่อมคุณภาพ เมล็ดพันธุ์ปลอมปน หรือพืชพันธุ์ ในปริมาณพอสมควรไปเป็นตัวอย่างเพื่อทดสอบ ตรวจสอบ หรือวิเคราะห์

(3) ค้น ยึด หรืออายัดเมล็ดพันธุ์ พืชพันธุ์ ภาชนะบรรจุ ฉลาก สมุดบัญชีหรือเอกสารใดๆ ที่เกี่ยวกับเมล็ดพันธุ์ หรือพืชพันธุ์ ในการปฏิบัติหน้าที่ตามวรรคหนึ่ง ให้ผู้รับใบอนุญาตและผู้ที่เกี่ยวข้องอำนวยความสะดวกตามสมควร

และระยะเวลาตรวจสอบที่ใช้เวลานานได้ และในมาตรา 46¹¹ กำหนดให้อำนาจของเจ้าหน้าที่สั่งพักใช้ใบอนุญาตและเพิกถอนใบอนุญาตเมื่อปรากฏว่าผู้รับใบอนุญาตไม่ปฏิบัติตามกฎหมายฉบับนี้ โดยเจ้าหน้าที่มีอำนาจสั่งพักใช้ใบอนุญาตได้ครั้งละหนึ่งร้อยยี่สิบวัน โดยผู้รับใบอนุญาตซึ่งถูกสั่งพักใช้ใบอนุญาตต้องหยุดประกอบกิจการตามใบอนุญาตนั้นทันที และระหว่างถูกสั่งพักใช้ใบอนุญาตจะขอรับใบอนุญาตใด ๆ อีกไม่ได้ แต่หากข้อเท็จจริงปรากฏว่าฉลากบรรจุภัณฑ์และเลื่อนไปด้วยสภาพอากาศหรือความชื้น เนื่องจากการใช้เทคโนโลยีที่ไม่ดีนัก ก็อาจเข้าข่ายเป็นการกระทำความผิดตามมาตรา 24 ซึ่งกำหนดให้ผู้รับใบอนุญาตขายเมล็ดพันธุ์จะต้องดูแลฉลากที่ภาชนะบรรจุเมล็ดพันธุ์ให้คงอยู่ครบถ้วนและชัดเจน

แม้กฎหมายจะให้อำนาจเจ้าพนักงานใช้ดุลพินิจในการสั่งพักใช้ใบอนุญาต หรือเพิกถอนใบอนุญาตอย่างใดอย่างหนึ่งก็ตาม แต่การสั่งดังกล่าวอาจส่งผลกระทบต่อข้างสูงต่อวิถีชีวิตเกษตรกรผู้ขายเมล็ดพันธุ์รายย่อย ดังนั้น หากมีการขยายขอบเขตของการใช้อำนาจดุลพินิจโดยคำนึงถึงลักษณะของผู้ขายประกอบเพื่อออกคำสั่ง เช่น พิจารณาว่าผู้ขายนั้นเป็นเอกชนผู้ประกอบการค้าขายเป็นอาชีพ หรือเป็นเกษตรกรผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์เพื่อขาย การบังคับใช้กฎหมายก็จะเป็นความเป็นธรรมมากขึ้น

2. ประมวลกฎหมายแพ่งและพาณิชย์ว่าด้วยเรื่องสัญญาซื้อขายสิ่งห้ามทรัพย์

ปกติสัญญาซื้อขายจะเกิดขึ้นเมื่อมีคู่สัญญาทั้งสองฝ่ายทำคำเสนอและคำสนองถูกต้องตรงกัน เช่น นาย ก. เสนอขายเมล็ดพันธุ์ให้นาย ข. และนาย ข. ได้ตกลงเห็นชอบตามที่นาย ก. เสนอมาทุกเรื่อง สัญญาซื้อขายจะเกิดขึ้นทันที และเป็นผลให้ผู้ซื้อผู้ขายต้องผูกพันตามสัญญาที่ได้ตกลงกัน ข้อสังเกต คือ สัญญาจะเกิดขึ้นสมบูรณ์หรือไม่ ไม่ได้ขึ้นอยู่กับ การส่งมอบทรัพย์ การชำระราคา การทำสัญญาเป็นหนังสือ การวางมัดจำ หรือ

การชำระหนี้บางส่วนแต่อย่างใด ความสำคัญอยู่ที่การแสดงเจตนาทำคำเสนอและคำสนองถูกต้องตรงกันเท่านั้น

เมล็ดพันธุ์เป็นสิ่งห้ามทรัพย์ (คือทรัพย์ที่สามารถเคลื่อนที่ได้หรือทรัพย์ที่ไม่ใช่สิ่งห้ามทรัพย์) ซึ่งกฎหมายไม่ได้กำหนดรูปแบบของการทำสัญญาซื้อขายเอาไว้ จึงสามารถตกลงกันเป็นวาจาได้ ไม่ต้องทำเป็นหนังสือสัญญาขึ้นก็ได้ แต่ถ้าในการตกลงซื้อขายนั้นเป็นทรัพย์ที่มีมูลค่าตั้งแต่ 20,000 บาทขึ้นไป กฎหมายกำหนดให้ต้องมีหลักฐานแสดงว่าได้ทำสัญญากันจริง เพื่อประโยชน์ในการฟ้องร้องบังคับคดีและไม่ให้เกิดความยุ่งยากในการนำสืบคดีในศาล

หากคู่สัญญาตกลงซื้อขายเมล็ดพันธุ์กันด้วยวาจา มีการส่งมอบเมล็ดพันธุ์และชำระราคากันเรียบร้อยแล้ว โดยมิได้มีความขัดแย้งใด ๆ เกิดขึ้น สัญญาซื้อขายดังกล่าวก็สมบูรณ์มีผลตามกฎหมาย แต่หากเกิดความขัดแย้งขึ้นระหว่างคู่สัญญา การจะนำคดีขึ้นสู่ศาลให้ช่วยตัดสินนั้นจะต้องมีหลักฐานเพื่อแสดงถึงการมีอยู่ของสัญญาซื้อขายอย่างใดอย่างหนึ่ง ได้แก่

(1) หลักฐานเป็นหนังสือลงลายมือชื่อคู่สัญญาฝ่ายที่ต้องรับผิดชอบ หมายถึงเอกสารใด ๆ ก็ได้ที่เป็นหนังสือมีข้อความแสดงให้เห็นว่ามีการตกลงซื้อขายทรัพย์กัน อาจมีลายมือชื่อของคู่สัญญาฝ่ายใดฝ่ายหนึ่งเพียงฝ่ายเดียวก็ได้ เช่น ใบเสร็จรับเงินที่ลงลายมือชื่อผู้ขาย เช่นนี้ใบเสร็จดังกล่าวคือหลักฐานเป็นหนังสือที่ผู้ซื้อสามารถใช้ฟ้องร้องผู้ขายได้ แต่จะไม่ใช่หลักฐานสำหรับผู้ขายที่จะฟ้องผู้ซื้อได้เนื่องจากไม่มีลายมือชื่อผู้ซื้อปรากฏบนหนังสือดังกล่าว หรือ

(2) การวางมัดจำ หรือ

(3) การชำระหนี้บางส่วน เช่น ผู้ซื้อได้ชำระราคาเมล็ดพันธุ์บางส่วน หรือผู้ขายส่งมอบเมล็ดพันธุ์บางส่วนให้แก่ผู้ซื้อแล้ว

¹¹ มาตรา 46 เมื่อปรากฏต่อพนักงานเจ้าหน้าที่ว่าผู้รับใบอนุญาตผู้ใดไม่ปฏิบัติตามพระราชบัญญัตินี้ หรือกฎกระทรวงหรือประกาศที่ออกตามพระราชบัญญัตินี้ พนักงานเจ้าหน้าที่มีอำนาจสั่งพักใช้ใบอนุญาตมีกำหนดครั้งละไม่เกินหนึ่งร้อยยี่สิบวัน ผู้รับใบอนุญาตซึ่งถูกสั่งพักใช้ใบอนุญาตต้องหยุดประกอบกิจการตามใบอนุญาตนั้น และระหว่างถูกสั่งพักใช้ใบอนุญาตจะขอรับใบอนุญาตใด ๆ ตามพระราชบัญญัตินี้ไม่ได้

หากไม่มีหลักฐานอย่างใดอย่างหนึ่งเลย คู่สัญญา จะไม่สามารถฟ้องร้องบังคับคดีกันได้ แต่สัญญาซื้อขาย ดังกล่าวยังคงมีผลสมบูรณ์

ความรับผิดชอบของผู้ขายและผู้ซื้อ

1. ในการส่งมอบทรัพย์สิน แม้กฎหมายไม่ได้ กำหนดบังคับถึงการระบุสถานที่ในการส่งมอบ แต่ผู้ซื้อ และผู้ขายควรตกลงเวลา สถานที่ และวิธีการส่งมอบ ทรัพย์สินให้ชัดเจน และผู้ขายต้องส่งมอบทรัพย์สินให้ถูกต้อง ตามที่ตกลงกันในสัญญา การไม่ส่งมอบหรือส่งมอบผิดไป จากที่ตกลงกัน ผู้ขายอาจต้องรับผิดชอบจากการเป็นผู้ผิดนัดได้

ส่วนผู้ซื้อนอกจากหน้าที่ในการชำระราคาแล้วยัง มีหน้าที่ต้องรับมอบทรัพย์สินด้วย จะไม่ยอมรับมอบทรัพย์สิน โดยไม่มีเหตุอันสมควรไม่ได้ การที่ผู้ซื้อไม่ยอมรับมอบ ทรัพย์สินโดยไม่มีเหตุอันสมควร ผู้ซื้อย่อมต้องรับผิดชอบต่อผู้ขาย ด้วยเช่นเดียวกัน

นอกจากนี้ผู้ซื้อและผู้ขายควรตกลงเวลาในการ ชำระราคาให้ชัดเจน หากไม่ได้ตกลงเอาไว้ผู้ซื้อจะมีหน้าที่ ชำระราคาทันทีที่สำคัญ อย่างไรก็ตามหากมีการ กำหนดเวลาส่งมอบทรัพย์สินไว้ ให้ถือว่ากำหนดเวลาใน การชำระราคาเป็นเวลาเดียวกับกำหนดเวลาส่งมอบ ทรัพย์สินนั้น หากผู้ซื้อไม่ชำระค่าเมล็ดพันธุ์ผู้ขายยังมี บุริมสิทธิที่จะได้รับชำระหนี้ค่าเมล็ดพันธุ์นั้นก่อนเจ้าหนี้ รายอื่นโดยเป็นลำดับที่สามตามกฎหมาย ในส่วนดอกเบี้ย ผู้ส่งเมล็ดพันธุ์ให้ผู้อื่นมีบุริมสิทธิที่จะได้รับชำระหนี้ใน ลำดับที่สอง¹²

2. หากผู้ขายไม่ส่งมอบทรัพย์สินให้แก่ผู้ซื้อตามที่ ตกลงกันให้ถูกต้อง ผู้ขายมีหน้าที่ต้องคืนเงินที่ผู้ซื้อชำระไว้

หากผู้ซื้อต้องเสียหายใด ๆ ผู้ขายก็ต้องชดเชยค่าเสียหายแก่ ผู้ซื้อด้วยตามความเสียหายหรือตามจำนวนที่ได้ตกลงกัน

3. หากผู้ขายส่งมอบทรัพย์สินที่มีความชำรุด บกพร่องที่ทำให้ทรัพย์สินเสื่อมราคา เช่น เมล็ดพันธุ์ที่ผู้ซื้อ ได้รับนั้นเสื่อมคุณภาพ ทำให้ผู้ซื้อซึ่งรวบรวมเมล็ดพันธุ์ เพื่อขายไม่สามารถรวบรวมเมล็ดพันธุ์นั้นเพื่อขายต่อ หรือ ผู้ขายส่งมอบทรัพย์สินที่มีความชำรุดบกพร่องที่ทำให้ทรัพย์สิน เสื่อมความเหมาะสมที่ผู้ซื้อไม่อาจใช้ประโยชน์จากทรัพย์สิน ได้ตามปกติ เช่น เมล็ดพันธุ์นั้นมีความชื้น ต้องนำมาทำให้ ความชื้นนั้นลดลงก่อนนำไปเพาะปลูก หรือผู้ขายส่งมอบ ทรัพย์สินที่มีความชำรุดบกพร่องที่ทำให้ทรัพย์สินเสื่อมความ เหมาะสมแก่ประโยชน์ตามสัญญา เช่น ผู้ซื้อประสงค์เมล็ด พันธ์ุสายพันธุ์นั้นมาเพาะปลูกเพื่อส่งออกเท่านั้น แต่ผู้ขาย ส่งมอบเมล็ดพันธ์ุสายพันธุ์อื่นที่ไม่ตรงกับที่กำหนดไว้ใน สัญญา ทำให้ผู้ซื้อเพาะปลูกไม่ได้

โดยความชำรุดบกพร่องดังกล่าวนี้มีอยู่ก่อน หรือขณะทำสัญญาหรือในเวลาส่งมอบทรัพย์สิน เช่น การ ที่ผู้ซื้อได้รับเมล็ดพันธุ์ที่เสื่อมคุณภาพ ปลูกแล้วอัตราการ งอกไม่เป็นไปตามที่แจ้งไว้ แม้ว่าผู้ขายจะไม่รู้เหตุดังกล่าว มาก่อนผู้ขายก็ต้องรับผิดชอบต่อผู้ซื้อ เพราะความรับผิดชอบ ในความชำรุดบกพร่องนี้เป็นความรับผิดชอบเด็ดขาด แต่ถ้าผู้ซื้อ รู้ถึงความชำรุดบกพร่องอยู่แล้วในเวลาทำสัญญา หรือผู้ ซื้อควรจะรู้หากใช้ความระมัดระวังอย่างปกติคนทั่วไป หรือความชำรุดบกพร่องนั้นผู้ซื้อเห็นเป็นประจักษ์อยู่แล้ว ในเวลาส่งมอบแต่ได้รับทรัพย์สินไว้โดยไม่อิดเอื้อน เช่นนี้ ผู้ขายไม่ต้องรับผิดชอบ

¹² ประมวลกฎหมายแพ่งและพาณิชย์ มาตรา 278 “เมื่อมีบุริมสิทธิแย้งกันหลายรายเหนือสังหาริมทรัพย์อันหนึ่งอันเดียวกัน ท่านให้ถือลำดับก่อนหลัง ดังที่เรียงไว้ต่อไปนี้ คือ

...

(3) บุริมสิทธิในมูลซื้อขายสังหาริมทรัพย์ ค่าเมล็ดพันธุ์ ไม้พันธุ์ หรือปุ๋ย และค่าแรงงานกลกรรมและอุตสาหกรรม ถ้าบุคคลผู้ใดมีบุริมสิทธิอยู่ในลำดับ เป็นที่หนึ่ง และรู้อยู่ในขณะที่ดินได้ประโยชน์แห่งหนึ่งนั้น ว่ายังมีบุคคลอื่นซึ่งมีบุริมสิทธิอยู่ในลำดับที่สองหรือที่สามไว้ ท่านห้ามมิให้บุคคลผู้นั้นใช้สิทธิ ในการที่ดินอยู่ในลำดับก่อนนั้นต่อบุคคลอื่นเช่นว่ามา และท่านห้ามมิให้ใช้สิทธินี้ต่อผู้ที่ได้รับรักษาทรัพย์สินไว้ เพื่อประโยชน์แก่บุคคลผู้มิมีบุริมสิทธิในลำดับที่ หนึ่งนั้นเองด้วย ในส่วนดอกเบี้ย ท่านให้บุคคลผู้ได้ทำการงานกลกรรมอยู่ในลำดับที่หนึ่ง ผู้ส่งเมล็ดพันธุ์ ไม้พันธุ์ หรือปุ๋ย อยู่ในลำดับที่สอง และให้ผู้เช่า ที่ดินอยู่ในลำดับที่สาม”

4. ผู้ซื้อไม่อาจใช้ประโยชน์จากทรัพย์สินได้เพราะการรอนสิทธิ ผู้ขายต้องรับผิดชอบหากมีบุคคลภายนอกรบกวนสิทธิของผู้ซื้อในอันที่จะได้ใช้ประโยชน์จากทรัพย์สินที่ซื้อขายกันโดยปกติสุข ทั้งนี้ บุคคลภายนอกที่รบกวนการใช้ทรัพย์สินของผู้ซื้อนั้นต้องมีสิทธิดีกว่าผู้ขายหรือผู้ซื้อ เช่น ผู้ขายขายเมล็ดพันธุ์ที่ได้ทำสัญญาขายให้แก่ผู้อื่นไปแล้วก่อนหน้า แต่ผู้ซื้อขายแรกขอฝากเมล็ดพันธุ์ไว้ก่อน เช่นนี้ผู้ซื้อย่อมเดือดร้อนจากการพิพาทกับผู้ซื้อแรก เพราะเหตุที่ไม่สามารถใช้ประโยชน์จากเมล็ดพันธุ์ที่ซื้อมาได้ แต่หากผู้ซื้อรู้ถึงการรอนสิทธินั้นอยู่แล้วในเวลาทำสัญญา เช่น ผู้ขายได้แจ้งให้ผู้ซื้อทราบแล้วว่าเมล็ดพันธุ์ดังกล่าวมีผู้ตกลงซื้อก่อนแล้วแต่เขายังไม่มารับ ผู้ซื้อก็ยังยืนยันว่าจะทำสัญญา เช่นนี้ผู้ขายก็ไม่ต้องรับผิดชอบ

อย่างไรก็ตาม อาจมีการตกลงกันให้ผู้ขายไม่ต้องรับผิดชอบในความชำรุดบกพร่องและการรอนสิทธิก็ได้ แต่ถ้าผู้ขายเป็นผู้ประกอบธุรกิจการค้าเป็นปกติซึ่งมีอำนาจการต่อรองในการทำสัญญามากกว่าผู้ซื้อที่เป็นผู้บริโภคทั่วไป ข้อตกลงยกเว้นความรับผิดชอบบังคับได้เท่าที่เป็นธรรมและพอควรแก่กรณีเท่านั้น ฉะนั้น หากเกษตรกรขายเมล็ดพันธุ์เป็นอาชีพตามปกติ แม้ไม่มีอำนาจการต่อรองสูงกว่าผู้ซื้อทั่วไป ก็มีสิทธิกำหนดเงื่อนไขดังกล่าวตามกฎหมายได้ แต่หากผู้ขายเป็นผู้ทำให้เกิดความชำรุดบกพร่องหรือการรอนสิทธิในตนเอง หรือผู้ขายรู้ถึงความชำรุดบกพร่องหรือการรอนสิทธิ แต่ไม่แจ้งให้ผู้ซื้อทราบ ข้อตกลงยกเว้นความรับผิดชอบดังกล่าวก็ใช้บังคับไม่ได้ (Office of the Council of State, 2015)

บทสรุป

พระราชบัญญัติพันธุ์พืชเป็นกฎหมายที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับการค้าเมล็ดพันธุ์ ไม่ว่าผู้ค้าจะเป็นผู้ประกอบการธุรกิจการเกษตรหรือเกษตรกรก็อยู่ภายใต้กฎหมายดังกล่าวทั้งสิ้น พระราชบัญญัติพันธุ์พืชเกิดขึ้นในช่วงเวลาของการเปลี่ยนแปลงวิถีการผลิตทางการเกษตรไปเป็น

ระบบเกษตรกรรมเชิงเดี่ยวแบบอุตสาหกรรม ที่ให้ความสำคัญต่อกระบวนการผลิตเพื่อให้ได้อาหารปริมาณมาก ซึ่งมาจากการพัฒนาแนวคิดเรื่องความมั่นคงทางอาหารของโลก เจตนารมณ์ของกฎหมายฉบับนี้จึงเป็นการป้องกันไม่ให้บุคคลใดจำหน่ายเมล็ดพันธุ์พืชที่เสื่อมคุณภาพหรือปลอมปนแก่เกษตรกรเพราะจะส่งผลเสียหายต่อระบบการผลิต กลไกการป้องกันต่าง ๆ ในกฎหมายนี้จึงเป็นกลไกที่ถูกสร้างเพื่อควบคุมบริษัทเอกชนให้รักษามาตรฐานและคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ที่จำหน่าย เพื่อให้เกษตรกรผู้ซื้อเมล็ดพันธุ์ไปทำการเพาะปลูกได้ใช้เมล็ดพันธุ์ที่ดีและมีคุณภาพ แต่เมื่อเกษตรกรจำนวนหนึ่งผันตัวมาเป็นผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์ขายก็ต้องปฏิบัติตามกฎหมายดังกล่าวเช่นเดียวกันกับผู้ประกอบธุรกิจการเกษตรที่ขายเมล็ดพันธุ์อยู่แล้ว ไม่ว่าจะเป็นการจัดเตรียมเอกสารหลักฐานประกอบการยื่นต่อหน่วยงานราชการ การปฏิบัติตามเงื่อนไขในการควบคุมคุณภาพการรักษามาตรฐานให้ได้ตามเกณฑ์ที่กฎหมายกำหนด การจัดการฉลากบรรจุภัณฑ์ ฯลฯ แม้ว่ากฎหมายควรจะบังคับใช้เป็นการทั่วไปกับทุกคนในสังคมอย่างเสมอภาคเท่าเทียมกัน แต่หากสถานะ ความเป็นอยู่ วิถีชีวิต ความรู้ความสามารถในการประกอบอาชีพรวมถึงการเข้าถึงทรัพยากรแตกต่างกันแล้ว กระบวนการปฏิบัติภายใต้กฎหมายฉบับเดียวกันก็อาจไม่ได้ก่อให้เกิดความเป็นธรรมในสังคม กระบวนการเหล่านี้จึงยังต้องอาศัยความช่วยเหลือจากภาครัฐที่ต้องให้ความรู้ เสริมการบริการต่าง ๆ เพื่อช่วยลดต้นทุนสำหรับเกษตรกรกลุ่มนี้ลง หรืออาจมีการพัฒนากลไก ปรับขั้นตอนหรือกำหนดวิธีการเพื่อให้เหมาะสมกับเกษตรกรกลุ่มนี้ก็ได้

นอกจากนั้น กระบวนการปฏิบัติของเกษตรกรในการประกอบอาชีพยังมีความเสี่ยงที่จะกระทำความผิดสูงกว่าผู้ประกอบการเกษตร ซึ่งอาจมาจากความรู้กฎหมาย การขาดเงินทุน วัสดุอุปกรณ์ ความรู้ความสามารถด้านเทคโนโลยี ซึ่งการใช้มาตรการบังคับทางกฎหมายควรคำนึงถึงข้อจำกัดเหล่านี้ของเกษตรกรด้วย

ส่วนการปฏิบัติตามประมวลกฎหมายแพ่งและพาณิชย์ว่าด้วยเรื่องการซื้อขายสังหาริมทรัพย์¹³ ในเรื่องกรรมสิทธิ์ในทรัพย์ที่คู่สัญญาได้กำหนดตัวทรัพย์และราคาไว้ชัดเจนแล้ว จะโอนไปยังผู้ซื้อทันทีตั้งแต่เวลาตกลงทำสัญญา โดยไม่จำเป็นต้องชำระราคาหรือส่งมอบทรัพย์ให้แก่คู่สัญญาอีกฝ่าย ดังนั้น หากมีการกำหนดชนิด ปริมาณเมล็ดพันธุ์และราคาไว้แล้ว สัญญาซื้อขายจะเกิดขึ้นทันทีที่คู่สัญญาตกลงซื้อขายกันได้เรียบร้อย และกรรมสิทธิ์ในเมล็ดพันธุ์ก็จะตกเป็นของผู้ซื้อทันที หากเกิดความเสียหายใด ๆ ขึ้นระหว่างที่ยังไม่ส่งมอบโดยที่มีไขความผิดของผู้ขาย ผู้ซื้อจะต้องรับผลที่เสียหายนั้นและยังมีหน้าที่ต้องชำระราคาให้แก่ผู้ขาย หากผู้ซื้อไม่ยอมรับความเสี่ยงนี้ ต้องกำหนดเงื่อนไขหรือเงื่อนไขในการโอนกรรมสิทธิ์เอาไว้ เช่น กรรมสิทธิ์จะโอนไปยังผู้ซื้อต่อเมื่อผู้ซื้อชำระราคาเรียบร้อยแล้ว หรือกรรมสิทธิ์จะโอนไปยังผู้ซื้อต่อเมื่อครบกำหนดหนึ่งเดือนนับตั้งแต่วันที่ทำสัญญา เป็นต้น แต่ในทางปฏิบัติเมื่อเกิดความเสียหายขึ้นในขณะเมื่อยังไม่ส่งมอบทรัพย์ ผู้ซื้อมักจะปฏิเสธที่จะรับความเสียหายนั้น แต่จะเรียกให้ผู้ขายต้องรับผิดชอบแทน ดังนั้นเกษตรกรผู้ขายต้องทราบว่ามีสิทธิตามกฎหมายที่จะปฏิเสธความรับผิดชอบนั้น อีกทั้งหากมีการผิดสัญญาขึ้นตนเองเป็นผู้มีบุริมสิทธิในมูลซื้อขายค่าเมล็ดพันธุ์อยู่ในลำดับที่สามตามประมวลกฎหมายแพ่งและพาณิชย์ด้วย

จากการรวบรวมข้อมูลพบว่า บทบัญญัติตามประมวลกฎหมายแพ่งและพาณิชย์ยังไม่เหมาะสมกับการซื้อขายเมล็ดพันธุ์นัก จึงอาจแก้ไขเพิ่มเติมประมวลกฎหมายแพ่งและพาณิชย์ให้มีบทบัญญัติเฉพาะเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าว หรือออกกฎหมายว่าด้วยการซื้อขายเมล็ดพันธุ์เป็นการเฉพาะ ในทำนองเดียวกันกับที่มีกฎหมายว่าการเช่าที่ดินเพื่อเกษตรกรรมเป็นการเฉพาะนอกเหนือจากการเช่าในลักษณะอื่นตามประมวลกฎหมายแพ่งและพาณิชย์

นั่นเอง แต่อย่างไรก็ตาม ปัญหาความไม่รู้กฎหมายหรือไม่เข้าใจกฎหมายของเกษตรกร แม้จะเป็นปัญหาใหญ่ แต่ก็ยังเป็นปัญหาที่สามารถแก้ไขได้ด้วยการให้ความรู้ แต่ข้อจำกัดของการปฏิบัติตามกฎหมายของเกษตรกรกลุ่มนี้ รวมถึงมาตรการเกี่ยวกับความรับผิดชอบของเกษตรกรในกรณีที่ก่อความเสียหายต่อผู้ซื้อเมล็ดพันธุ์ไปเพาะปลูก ยังคงเป็นปัญหาที่ควรได้รับการช่วยเหลือและแก้ไขต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

บทความนี้ ผู้เขียนได้รวบรวมข้อมูลจากประสบการณ์การทำงานกับกลุ่มเกษตรกรผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์ต่าง ๆ ได้แก่ กลุ่มสหพันธ์เกษตรกรภาคเหนือและเครือข่ายองค์กรประชาชนภาคเหนือ (สกน.) จังหวัดเชียงราย กลุ่มผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์ ตำบลน้ำแพร่ อำเภอพร้าว จังหวัดเชียงใหม่ กลุ่มเกษตรกรจังหวัดน่าน กลุ่มเกษตรกรในจังหวัดนครสวรรค์ พิชญ์โลก อุทัยธานี และสุพรรณบุรี กลุ่มเกษตรกรและเจ้าหน้าที่องค์กรพัฒนาเอกชนในจังหวัดสุรินทร์ ยโสธร อุบลราชธานี ศรีสะเกษ และนครราชสีมา และผู้แทนจากมูลนิธิเกษตรกรรมยั่งยืน (ประเทศไทย) จังหวัดนนทบุรี นอกจากนั้น ได้รับความกรุณาข้อมูลที่เป็นความรู้จากเจ้าหน้าที่ของหน่วยงานภาครัฐและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการผลิตเมล็ดพันธุ์ ได้แก่ ผู้แทนจากศูนย์ขยายพันธุ์พืชแม่เหียะ กรมส่งเสริมการเกษตร ศูนย์วิจัยข้าวเชียงใหม่ (สันป่าตอง) ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ (แม่โจ้) สำนักงานเกษตรจังหวัดเชียงใหม่ สหกรณ์การเกษตรสันป่าตอง จำกัด สหกรณ์เกษตรพัฒนา จำกัด โครงการหลวง เจ้าหน้าที่องค์กรพัฒนาเอกชน จังหวัดเชียงใหม่ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ฉันทนา วิชรรัตน์ อาจารย์จากสาขาวิชาพืชผัก คณะผลิตกรรมการเกษตรมหาวิทยาลัยแม่โจ้

¹³ ประมวลกฎหมายแพ่งและพาณิชย์ มาตรา 460 “ในการซื้อขายทรัพย์สินซึ่งมิได้กำหนดลงไว้แน่นอนนั้น ท่านว่ากรรมสิทธิ์ยังไม่โอนไปจนกว่าจะได้หมาย หรือนับ ชั่ง ตวง วัด หรือคัดเลือก หรือทำโดยวิธีอื่นเพื่อให้แบ่งตัวทรัพย์สินนั้นออกเป็นแน่นอนแล้ว ในการซื้อขายทรัพย์สินเฉพาะสิ่ง ถ้าผู้ขายยังจะต้องนับ ชั่ง ตวง วัด หรือทำการอย่างอื่น หรือทำสิ่งหนึ่งสิ่งใดอันเกี่ยวกับทรัพย์สินเพื่อให้รู้กำหนดราคาทรัพย์สินนั้นแน่นอน ท่านว่ากรรมสิทธิ์ยังไม่โอนไปยังผู้ซื้อจนกว่าการหรือสิ่งนั้นได้ทำแล้ว”

เอกสารอ้างอิง

Farmer, B.H. 1986. Perspectives on the 'Green Revolution' in South Asia. **Modern Asian Studies** 20(1): 175.

Hazell, Peter B.R. 2009. **The Asian Green Revolution**. 40 p. *In* IFPRI Discussion Paper 00911. Washington, DC: The International Food Policy Research Institute (IFPRI).

Office of the Council of State. 2015. **Act Amending the Civil and Commercial Code (No. 22), B.E. 2558 (2015)**. [Online]. Available http://web.krisdika.go.th/data//document/ext809/809761_0001.pdf (15 April 2020). [in Thai]

Office of the Council of State. 2016.

The Plant Offspring Act

B.E. 2518 (1975). [Online]. Available <http://web.krisdika.go.th/data/law/law2/%BE05/%BE05-20-9999-update.pdf> (15 April 2020). [in Thai]

Phrao Farmer Group. **Focus Group Discussion**. (20 April 2014).

Sustainable Agriculture Foundation Thailand. **Group Discussion**. (30 April 2014).

ผลของสารเคลือบวุ้นทางจระเข้ต่อความงอก ความแข็งแรง และการเจริญเติบโต
ของต้นกล้าข้าวโพดหวาน

Effect of *Aloe Vera* Coating Substance on Germination, Vigor
and Seedling Growth of Sweet Corn

จักรพงษ์ กางโสภะ* เพชรรัตน์ จีเพชร และสุรีมาศ จันทะอินทร์

Jakkrapong Kangsopa*, Phetcarat Jeepet and Sureemard Chantain

สาขาวิชาพืชไร่ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290

Division of Agronomy, Faculty of Agricultural Production, Maejo University Chiang Mai, Thailand 50290

*Corresponding author: jakkrapong_ks@mju.ac.th

Abstract

Received: April 14, 2020

Revised: July 28, 2020

Accepted: August 25, 2020

Sweet corn seeds are highly rich in sugar. They also have accumulated food molecules which are small and easily degradable. This can easily lead to seed quality deterioration which in turn results in seeds with low germination and vigor. Such seeds when planted in vegetable plots can affect germination and result in deterioration of the seed quality after storage. To solve such problems, natural seed coating substance was developed to coat seeds in order to protect them from inappropriate environments and can help maintain the quality of the seeds for a longer period of time. The experiment was conducted at the Seed Technology Laboratory, Division of Agronomy, Faculty of Agricultural Production, Maejo University. The design was completely randomized with four replications. The thirteen treatments were applied in this research that consist of non-coated seed, coated seed with commercial coating substances, coated seed with Carboxymethyl Cellulose (CMC), coated seed with *Aloe Vera* and coated seed with *Aloe Vera* extract. Each method of seed coating was applied at the concentrations of 1, 2 and 3 ml. The test results can be summarized as the following: Coated seeds with 1 ml of *Aloe Vera* had high percentages of radicle emergence and speed of radicle emergence. However, after coating seeds with every seed coating method, the differences in seeds' germination and speed of germination were statistically insignificant when compared to non-coated. Furthermore, using the same seed coating substance with sweet corn seeds also resulted in better improvement in shoot and root length compared to other methods. Additionally, after running the accelerated aging test, it was found that the coating seeds with

1 ml of *Aloe Vera* helped seeds result in better radicle emergence and speed of radicle emergence compared to other methods. Moreover, the seedlings had higher shoot and root length there was better when compared to other methods.

Keywords: seed quality, seed enhancement, natural coating substance

บทคัดย่อ

เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานที่มีปริมาณน้ำตาลสูง มีโมเลกุลอาหารสะสมที่เป็นโมเลกุลขนาดเล็กจึงย่อยสลายง่าย ทำให้เมล็ดพันธุ์เสื่อมคุณภาพได้ง่าย มีผลทำให้เมล็ดพันธุ์มีความงอกและความแข็งแรงต่ำ เมื่อนำไปปลูกอาจส่งผลกระทบต่อความงอกในแปลงปลูก อีกทั้งมีปัญหาการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์หลังการเก็บรักษา จากปัญหาดังกล่าวจึงได้พัฒนาสารเคลือบที่ได้จากธรรมชาติเพื่อนำมาใช้ห่อหุ้มเมล็ดพันธุ์เพื่อปกป้องเมล็ดพันธุ์จากสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม และสามารถรักษาคุณภาพเมล็ดพันธุ์ให้มีคุณภาพใช้ได้ในระยะเวลานาน ดำเนินการทดลองที่ห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์ สาขาวิชาพืชไร่ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ วางแผนการทดลองแบบ CRD จำนวน 13 กรรมวิธีการทดลอง ๆ ละ 4 ซ้ำ ดังนี้ เมล็ดไม่เคลือบ การเคลือบเมล็ดด้วยสารเคลือบทางการค้า การเคลือบเมล็ดด้วย Carboxylmethyl Cellulose (CMC) การเคลือบเมล็ดด้วยวุ้นหางจระเข้ และการเคลือบเมล็ดด้วยสารสกัดวุ้นหางจระเข้ โดยแต่ละกรรมวิธีเคลือบเมล็ดใช้อัตราสารเคลือบคือ 1, 2 และ 3 มิลลิลิตร ผลการศึกษาพบว่า การเคลือบเมล็ดด้วย *Aloe Vera* อัตรา 1 มล. เป็นสารเคลือบ ทำให้เมล็ดมีเปอร์เซ็นต์การงอกและความเร็วในการงอกสูง แต่การเคลือบเมล็ดพันธุ์ทุกกรรมวิธีไม่ทำให้เมล็ดมีความงอกและความเร็วในการงอกแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการเคลือบ ทั้งนี้มีส่วนของความยาวต้นและความยาวรากของต้นกล้ามากกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ นอกจากนี้หลังการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์พบว่าการเคลือบเมล็ดด้วย *Aloe Vera* 1 มล. สามารถงอกรากและงอกได้เร็วกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ อีกทั้งยังทำให้ต้นกล้า

มีความยาวของลำต้น และรากของต้นกล้ามีการเปลี่ยนแปลงการเจริญเติบโตที่มากกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ

คำสำคัญ: คุณภาพเมล็ดพันธุ์ การยกระดับคุณภาพเมล็ดพันธุ์ สารเคลือบธรรมชาติ

คำนำ

ข้าวโพดหวาน (*Zea mays* L. var. *Saccharata*) เป็นพืชผักอุตสาหกรรมที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่งของประเทศไทย ในแต่ละวันมีการบริโภคและใช้ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากข้าวโพดหวานเป็นจำนวนมาก และมีความต้องการเพิ่มมากขึ้นทั้งในและต่างประเทศ ในปี พ.ศ. 2561 ประเทศไทยมีปริมาณการส่งออกเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวาน 671.88 ตัน คิดเป็นมูลค่ามากกว่า 349.02 ล้านบาท (Office of Agricultural Economics, 2018) อย่างไรก็ตามเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานที่มีปริมาณน้ำตาลสูงมีโมเลกุลอาหารสะสมที่เป็นโมเลกุลขนาดเล็กจึงย่อยสลายง่าย (Suleiman *et al.*, 2013) ทำให้เมล็ดพันธุ์เสื่อมคุณภาพได้ง่ายจึงส่งผลทำให้เมล็ดพันธุ์มีความงอกและความแข็งแรงต่ำ (Rosa *et al.*, 2016) เมื่อนำไปปลูกอาจส่งผลกระทบต่อความงอกในแปลงปลูก (Stone *et al.*, 1999) ทำให้ในปัจจุบันมีวิธีการยกระดับคุณภาพเมล็ดพันธุ์หลายวิธีเพื่อรักษาคุณภาพเมล็ดพันธุ์ไม่ให้เสื่อมคุณภาพได้ง่าย หนึ่งในวิธีการดังกล่าว คือ การเคลือบเมล็ดพันธุ์ แต่ในการเคลือบเมล็ดพันธุ์จะมีสารเคลือบเป็นองค์ประกอบหลักสำคัญที่ทำให้การเคลือบเมล็ดพันธุ์ประสบผลสำเร็จ ซึ่งสารเคลือบเมล็ดจะมีผลต่อการควบคุมการแลกเปลี่ยนของน้ำและอากาศที่จะมีผลต่อคุณภาพการงอกและอายุการเก็บรักษาของเมล็ดพันธุ์ จึง

ทำให้สารเคลือบแต่ละชนิดมีความจำเพาะต่อชนิดของ เมล็ดพันธุ์แต่ละชนิด โดยสารเคลือบที่ได้จากธรรมชาติในปัจจุบันมีรายงานการใช้แป้ง น้ำมันที่สกัดจากเมล็ดพืช เจลาติน สารสกัดจากสาหร่ายทะเล แชนแทนกัม ไคโตซาน และพอลิแซ็กคาไรด์อื่นๆ ที่ได้จากพืช เช่น เซลลูโลส เพกตินและกัม เป็นต้น (Boonyakiat, 1991) โดยเฉพาะว่านหางจระเข้ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นเจลที่สามารถเป็นฟิล์มได้เมื่ออยู่ในสถานะแห้ง อีกทั้งยังเป็นแหล่งของ ธาตุอาหารพืชที่สำคัญหลายชนิด เช่น แคลเซียม เหล็ก แมกนีเซียม โพแทสเซียม ฟอสฟอรัส และสังกะสี เป็นต้น (Dagne *et al.*, 2000) และจากรายงานของ Çavuşoğlu *et al.* (2016) พบว่าการแช่เมล็ดพันธุ์หัวหอม ร่วมกับสารสกัดว่านหางจระเข้ในอัตรา 0.1 มก./ลิตร ทำให้เมล็ดมีความงอก 100% และมีความยาวของราก แรกเกิดมากกว่าเมล็ดหัวหอมที่ผ่านการแช่ด้วยน้ำกลั่น เพียงอย่างเดียว

นอกจากนี้มีการรายงานการใช้สารเคลือบชนิดอื่น ๆ เช่น Klarod and Siri (2014) ได้ทดสอบการเคลือบ เมล็ดพันธุ์มะเขือเทศด้วยสารเคลือบทั้งหมด 3 ชนิด ชนิดละ 3 อัตรา พบว่าการใช้ Polyvinylpyrrolidone (PVP-K90) เป็นสารเคลือบทำให้เมล็ดพันธุ์มะเขือเทศมีความงอกสูงกว่าเมล็ดพันธุ์ที่ไม่ได้เคลือบทั้งในห้องปฏิบัติการ และเรือนทดลอง Kaewkham *et al.* (2016) พบว่าการเคลือบเมล็ดพันธุ์แดงกว่าด้วย Polyvinylpyrrolidone-K30 (10%) และ Polyvinylpyrrolidone-K90 (5%) ทำให้เมล็ดมีความงอก 99% เท่ากัน จากความจำเพาะของคุณสมบัติของสารเคลือบที่มีผลต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ทำให้นักวิจัยศึกษาถึงข้อดีและข้อเสีย เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านการเคลือบให้มีคุณภาพยาวนานที่สุด ดังเช่นการศึกษาของ Jacob *et al.* (2009) ได้รายงานการเคลือบเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศด้วย Hydrophilic polymer พบว่าสามารถรักษาคุณภาพเมล็ดพันธุ์ไว้ได้นานกว่าเมล็ดที่ไม่ผ่านการเคลือบ เนื่องจากการเคลือบเมล็ดด้วย Hydrophilic polymer ทำหน้าที่ ป้องกันสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงได้ (Buitink *et al.*, 2000; Murthy *et al.*, 2003) และการ

ใช้ Hydrophilic polymer เคลือบร่วมกับเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศ มีการรายงานว่าสามารถกำหนดอัตราสารเคมีสำหรับเคลือบร่วมกับเมล็ดพันธุ์ได้แน่นอน จึงส่งผลทำให้สามารถเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ได้นานยิ่งขึ้น (Jacob *et al.*, 2009)

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสารเคลือบจากว่านหางจระเข้ร่วมกับเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวาน และติดตามการเปลี่ยนแปลงของความงอก ความแข็งแรง และการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวโพดหวาน เพื่อเป็นอีกหนึ่งทางเลือกเพื่อการยกระดับคุณภาพเมล็ดพันธุ์ และการเพาะปลูกข้าวโพดหวานให้มีคุณภาพด้านผลผลิตและเพิ่มระยะเวลาการเก็บรักษาให้ยาวนานมากขึ้น

วิธีดำเนินการวิจัย

งานทดลองนี้ได้รับความอนุเคราะห์เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวาน (Simple 13) จากบริษัทชินเจนทา ซีดส์ จำกัด สาขาจังหวัดขอนแก่น โดยได้ดำเนินการทดลอง ณ ห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์ สาขาวิชาพืชไร่ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ โดยวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) จำนวน 13 กรรมวิธี ดำเนินการทดลองระหว่างเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2563 ซึ่งมีขั้นตอนการทดลองดังนี้

1. การเตรียมสารเคลือบเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวาน

1.1 การเตรียมสารเคลือบจากว่านหางจระเข้

การเตรียมสารเคลือบจากว่านหางจระเข้ โดยทำการคัดเลือกว่านหางจระเข้ที่มีความสดใหม่ จากนั้นนำมาเตรียมสารเคลือบโดยดัดแปลงตามวิธีการของ He *et al.* (2005) โดยนำใบแก้วว่านหางจระเข้จำนวน 3-4 ใบ น้ำหนัก 1-2 กิโลกรัม มาล้างทำความสะอาดด้วยคลอรีน 25% จากนั้นปอกเปลือกและแยกเอาเฉพาะส่วนเนื้อใสมานำมาปั่นด้วยเครื่องจนละเอียด แล้วนำมากรองด้วยผ้าขาวบาง 2 ชั้น การเตรียมแต่ละครั้งได้สารเคลือบว่านหางจระเข้ประมาณ 1 ลิตร ส่วนการเตรียมสารเคลือบ

ประเภทสารสกัดจากว่านหางจระเข้ ดำเนินการเช่นเดียวกับการเตรียมสารเคลือบจากว่านหางจระเข้ ซึ่งหลังจากนำมากรองด้วยขาวบาง 2 ชั้นแล้ว นำส่วนของเหลวที่กรองได้ไปอุ่นในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 70°C. นาน 45 นาที ทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นเติมกรดแอสคอร์บิกปริมาณ 2 ก./ล. แล้วตามด้วยกรดซิตริกปริมาณ 4.5 ก./ล. ปรับ pH ของสารสกัดให้ได้เท่ากับ 4 ด้วย NaOH 5 N การสกัดแต่ละครั้งได้สารเคลือบว่านหางจระเข้ประมาณ 1 ลิตร จากนั้นนำสารเคลือบแต่ละส่วนไปใช้ในการดำเนินการข้อที่ 2

1.2 การเตรียมสารเคลือบทางการค้า และ Carboxylmethyl Cellulose (CMC)

สารเคลือบเมล็ดพันธุ์ทางการค้าเตรียมโดยผสมสารเคลือบต่อน้ำกลั่นอัตรา 40:60 (v/v) ส่วนการ

เตรียม Carboxylmethyl Cellulose (CMC) ทำโดยนำ CMC อัตรา 1, 2 และ 3% (w/v) ละลายในน้ำกลั่น ปริมาตร 99, 98 และ 97 มล. ตามลำดับ จนได้สารละลายเป็นเนื้อเดียวกัน จากนั้นนำสารเคลือบทั้ง 2 ชนิดไปใช้ในการดำเนินการข้อที่ 2

2. การเคลือบเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวาน

นำสารเคลือบที่เตรียมจากหัวข้อ 1.1 และ 1.2 มาเคลือบร่วมกับเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานตามสูตรสารเคลือบ (Table 1) จากนั้นนำเมล็ดที่ผ่านการเคลือบไปลดความชื้นในสภาพอุณหภูมิห้องเป็นเวลา 48 ชั่วโมง โดยการผึ่งให้แห้ง แล้วนำไปตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ในลักษณะต่าง ๆ

Table 1 Seed coating formulation of sweet corn seed on 30 grams per treatment

Coating substances	Seed coating formulation												
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12	F13
Commercial (ml)	-	1	2	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CMC ¹ (ml)	-	-	-	-	1	2	3	-	-	-	-	-	-
Aloe Vera (ml)	-	-	-	-	-	-	-	1	2	3	-	-	-
Aloe Vera extract (ml)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	3

¹CMC: Carboxylmethyl Cellulose

3. การตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์

3.1 การตรวจสอบความงอกในสภาพห้องปฏิบัติการ ทำโดยการสุ่มเมล็ดพันธุ์ทุกวิธีการจำนวน 4 ซ้ำ ซ้ำละ 50 เมล็ด มาทดสอบความงอกโดยวิธี Between Paper (BP) จากนั้นนำไปไว้ในตู้เพาะความงอกอุณหภูมิสถับ (8 ชั่วโมง 30°C. และ 16 ชั่วโมง 25°C.) แล้วตรวจนับความงอกหลังการเพาะครั้งแรกที่ 4 วัน (First count) และ 7 วันหลังเพาะ (Final count) โดยนำมาประเมินผลการตรวจสอบความงอกตามวิธีของ ISTA (2018)

3.2 การตรวจสอบความงอกในสภาพเรือนทดลอง สุ่มเมล็ดพันธุ์ทุกวิธีการจำนวน 4 ซ้ำ ซ้ำละ 50 เมล็ด มาเพื่อทดสอบความงอกในถาดหลุม ซึ่งใช้พีทมอส (Peatmoss) เป็นวัสดุเพาะต้นกล้า ประเมินผลการงอกที่ 4-7 วัน เช่นเดียวกันกับวิธีการตรวจสอบในสภาพห้องปฏิบัติการ

3.3 การตรวจสอบความเร็วในการงอก ทำโดยสุ่มเมล็ดพันธุ์ที่ผ่านกระบวนการเคลือบและไม่เคลือบจำนวน 4 ซ้ำ ซ้ำละ 50 เมล็ด นับจำนวนเมล็ดที่งอกเป็นต้นกล้าปกติ ประเมินนับทุกวัน ตั้งแต่เริ่มนับครั้งแรก

(First count) จนถึงวันสุดท้าย (Final count) แล้วนำผลการนับมาคำนวณหาความเร็วในการงอกตามหลักสากล ISTA (2018)

3.4 การตรวจสอบการงอกของรากและความเร็วในการงอราก โดยการสุ่มประเมินการงอรากจากการเพาะทดสอบในสภาพห้องปฏิบัติการ ในวันที่ 1 และ 3 วันหลังการเพาะ ในแต่ละกรรมวิธีทำ 4 ซ้ำ โดยเริ่มตรวจนับเมื่อเมล็ดมีการงอกของรากที่ความยาว 2 มม. จากนั้นนำไปคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การงอราก ส่วนการตรวจสอบความเร็วในการงอรากให้ตรวจนับทุกวัน ในวันที่ 1 ถึง 3 วันหลังเพาะ จากนั้นนำมาคำนวณหาความเร็วในการงอราก

3.5 การตรวจสอบการโผล่พื้นดินและความเร็วในการโผล่พื้นดิน สุ่มประเมินการงอกของ Coleoptile ของต้นกล้าข้าวโพดที่โผล่พื้นดินขึ้นมาจากหลุมเพาะต้นกล้าในวันที่ 1 และ 3 วันหลังเพาะในแต่ละกรรมวิธี ทำ 4 ซ้ำ จากนั้นนำไปคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การโผล่พื้นดินของต้นกล้าข้าวโพดหวาน ส่วนการตรวจสอบความเร็วในการโผล่พื้นดิน ดำเนินการสุ่มตรวจนับการงอกของ Coleoptile ของต้นกล้าข้าวโพดหวานที่โผล่พื้นดินขึ้นมาทุกวันตั้งแต่วันที่ 1 ถึงวันที่ 3 หลังการเพาะ จากนั้นนำมาคำนวณหาความเร็วในการโผล่พื้นดินของต้นกล้าข้าวโพดหวาน

3.6 การตรวจสอบความยาวต้นและความยาวราก โดยการประเมิน 8 วันหลังการเพาะในสภาพห้องปฏิบัติการ ส่วนในสภาพเรือนทดลองประเมินเฉพาะความยาวของต้นกล้า ในแต่ละสภาพการทดสอบทำ 4 ซ้ำ ซ้ำละ 10 ต้น จากนั้นนำต้นกล้าที่ได้จากการสุ่มมาประเมินตรวจวัดความยาวต้น โดยวัดจากโคนต้นจนถึงปลายใบ และความยาวราก วัดจากโคนรากจนถึงปลายราก โดยใช้ไม้บรรทัดมีหน่วยเป็นเซนติเมตร

3.7 การเร่งอายุเมล็ดพันธุ์ โดยการนำเมล็ดที่ผ่านการเคลือบและไม่เคลือบทุกกรรมวิธีการทดลอง ใส่ในถุงผ้าขนาด 10×20 ซม. วางลงบนตะแกรงที่อยู่ในกล่องเร่งอายุ ภายในกล่องมีน้ำปริมาณ 100 มล. โดยให้ระดับน้ำอยู่ต่ำกว่าตะแกรง 2 ซม. ปิดกล่องให้สนิทแล้วนำไปไว้ในตู้เร่ง

อายุเมล็ดพันธุ์ที่มีอุณหภูมิ 42°C. ความชื้นสัมพัทธ์ 100% เป็นระยะเวลา 72 ชั่วโมง จากนั้นนำมาตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ในลักษณะต่าง ๆ

3.8 การวิเคราะห์ข้อมูล ทำการวิเคราะห์ข้อมูลคุณภาพเมล็ดพันธุ์และการเปลี่ยนแปลงคุณภาพเมล็ดพันธุ์ตามลักษณะต่าง ๆ ใช้แผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) แปลงข้อมูลเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดเพื่อวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้วิธี Arcsine transformation และเมื่อข้อมูล มีค่าเป็น 0 มีการแปลงค่าโดยวิธี Square root $\sqrt{x+0.5}$ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) วิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ

ผลการวิจัย

การประเมินคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวาน

1. คุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวาน

จากการพิจารณาตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานหลังผ่านการเคลือบเมล็ดด้วยชนิดของสารเคลือบและอัตราแตกต่างกัน เมื่อตรวจสอบในสภาพห้องปฏิบัติการพบว่า การเคลือบเมล็ดด้วยสารสกัดว่านหางจระเข้ทุกอัตราที่มีจำนวนเมล็ดตายเพียงเล็กน้อย แต่ไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการเคลือบเมล็ดด้วย CMC 3 มล. และเมล็ดไม่เคลือบ ส่วนการตรวจสอบเมล็ดสดพบว่า การเคลือบเมล็ดทุกวิธีการไม่ทำให้มีจำนวนเมล็ดสดที่แตกต่างกับเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการเคลือบ และเมื่อตรวจสอบต้นกล้าผิดปกติพบว่า การเคลือบเมล็ดด้วย Aloe Vera 1 และ 2 มล. และการเคลือบเมล็ดด้วย Commercial 3 มล. ทำให้เมล็ดมีจำนวนต้นกล้าผิดปกติเพียงเล็กน้อยดีกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ (Table 2)

2. การเปลี่ยนแปลงคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวาน

เมื่อพิจารณาตรวจสอบการงอรากของเมล็ดพันธุ์ ข้าวโพดหวานหลังการตรวจสอบในสภาพห้องปฏิบัติการพบว่า การเคลือบเมล็ดด้วย Commercial

1 มล. CMC 1 มล. *Aloe Vera* 1 มล. และ *Aloe Vera* extract 1 มล. มีการงอกรากมากกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดที่เคลือบด้วย *Aloe Vera* 3 มล. การตรวจสอบความเร็วในการงอกรากพบว่าทุกวิธีการทดลองมีความเร็วในการงอกรากดี ยกเว้นการเคลือบเมล็ดด้วย *Aloe Vera* 3 มล. ทำให้เมล็ดมีความเร็วในการงอกรากน้อยกว่าวิธีการอื่น ๆ ส่วนการตรวจสอบความงอกและความเร็วในการงอกพบว่า การเคลือบเมล็ดทุกกรรมวิธีไม่ทำให้เมล็ดมีความงอกและความเร็วในการงอกแตกต่างกันกับเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการเคลือบ (Table 3)

3. การเปลี่ยนแปลงการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวโพดหวาน

เมื่อพิจารณาตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวโพดหวานหลังการตรวจสอบใน

สภาพห้องปฏิบัติการพบว่า การเคลือบเมล็ดพันธุ์ *Aloe Vera* 3 มล. ทำให้ต้นกล้ามีความยาวลำต้นมากกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ แต่ไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้นการเคลือบเมล็ดด้วย Commercial 1 มล. และเมื่อตรวจสอบความยาวรากพบว่า การเคลือบเมล็ดด้วย *Aloe Vera* 1 มล. และ *Aloe Vera* extract 2 มล. และ 3 มล. ทำให้ต้นกล้ามีความยาวรากมากกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีอื่น ๆ แต่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% กับกรรมวิธีการเคลือบเมล็ดด้วย Commercial 2 มล. อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาความยาวต้นกล้าทั้งหมดพบว่า ทุกกรรมวิธีการเคลือบเมล็ดไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการเคลือบ (Table 4)

Table 2 Dead seed, fresh seed and abnormal seedling of difference type of coating substances after coating with sweet corn seed and tested under laboratory condition

Treatment	Laboratory condition				
	Dead seed		Fresh seed ¹	Abnormal seedling	
	(%)	(%) ³	(%)	(%)	(%) ³
Control	1 b ²		0	7 ab	
Commercial 1 ml	3 ab	(+200)	0	6 ab	(-100)
Commercial 2 ml	6 a	(+500)	0	4 ab	(-42)
Commercial 3 ml	3 ab	(+200)	0	3 b	(-57)
CMC 1 ml	3 ab	(+200)	0	4 ab	(-42)
CMC 2 ml	2 ab	(+100)	0	5 ab	(-28)
CMC 3 ml	1 b	0	0	5 ab	(-28)

Table 2 (Continued)

Treatment	Laboratory condition				
	Dead seed		Fresh seed ¹	Abnormal seedling	
	(%)	(%) ³	(%)	(%)	(%) ³
<i>Aloe Vera</i> 1 ml	2 ab	(+100)	1	3 b	(-57)
<i>Aloe Vera</i> 2 ml	4 ab	(+300)	0	3 b	(-57)
<i>Aloe Vera</i> 3 ml	2 ab	(+100)	1	9 a	(+28)
<i>Aloe Vera</i> extract 1 ml	1 b	0	0	5 ab	(-28)
<i>Aloe Vera</i> extract 2 ml	1 b	0	0	5 ab	(-28)
<i>Aloe Vera</i> extract 3 ml	1 b	0	1	6 ab	(-100)
F-test	*		ns	*	
CV.(%)	40.07		33.91	65.64	

ns = not significantly different, *significantly different at $P \leq 0.05$

¹Data are transformed by square root $\sqrt{x+0.5}$ before statistical analysis.

²Means within a column followed by the same letter are not significantly at $P \leq 0.05$ by DMRT.

³The number in parenthesis refer to percentage of increase (+) and decrease (-) compared to the control.

Table 3 Radicle emergence (RE), speed of radicle emergence (SRE), germination percentage (GE) and speed of germination (SGE) of difference type of coating substances after coating with sweet corn seed and tested under laboratory condition

Treatment	Laboratory condition					
	RE		SRE		GE	SGE
	(%)	(%) ³	(root/day)	(%) ³	(%)	(seedling/day)
Control	94 ab ^{1, 2}		46.25 a		93	23.13
Commercial 1 ml	97 a	(+3)	46.08 a	0	93	23.13
Commercial 2 ml	95 ab	(+1)	46.50 a	0	90	22.38
Commercial 3 ml	95 ab	(+1)	44.83 ab	(-3)	94	23.50
CMC 1 ml	96 a	(+2)	46.42 a	0	94	23.50
CMC 2 ml	95 ab	(+1)	46.17 a	0	93	23.25
CMC 3 ml	92 ab	(-2)	44.58 ab	(-3)	95	23.63

Table 3 (Continued)

Treatment	Laboratory condition					
	RE		SRE		GE	SGE
	(%)	(%) ³	(root/day)	(%) ³	(%)	(seedling/day)
<i>Aloe Vera</i> 1 ml	97 a	(+3)	47.67 a	(+3)	95	23.50
<i>Aloe Vera</i> 1 ml	97 a	(+3)	47.67 a	(+3)	95	23.50
<i>Aloe Vera</i> 2 ml	94 ab	0	44.58 ab	(-3)	94	24.00
<i>Aloe Vera</i> 3 ml	87 b	(-7)	42.25 b	(-8)	90	22.25
<i>Aloe Vera</i> extract 1 ml	94 ab	0	46.25 a	0	95	23.50
<i>Aloe Vera</i> extract 2 ml	96 a	(+2)	45.75 a	(-1)	94	24.13
<i>Aloe Vera</i> extract 3 ml	95 ab	(+1)	46.00 a	0	93	22.75
F-test	*		*		ns	ns
CV.(%)	7.89		4.77		6.38	4.36

ns = not significantly different, *significantly different at $P \leq 0.05$

¹Data are transformed by the arcsine before statistical analysis and back transformed data are presented.

²Means within a column followed by the same letter are not significantly at $P \leq 0.05$ by DMRT.

³The number in parenthesis refer to percentage of increase (+) and decrease (-) compared to the control.

Table 4 Shoot length, root length and seedling length of difference type of coating substances after coating with sweet corn seed and tested under laboratory condition

Treatment	Laboratory condition				
	Shoot length		Root length		Seedling length
	(mm)	(%) ²	(mm)	(%)	(mm)
Control	116.6 ab ¹		167.5 ab		284.10
Commercial 1 ml	113.1 b	(-3)	168.8 ab	0	281.90
Commercial 2 ml	122.3 ab	(+4)	149.8 b	(-10)	272.10
Commercial 3 ml	114.7 ab	(-1)	156.4 ab	(-6)	271.10
CMC 1 ml	120.3 ab	(+3)	154.0 ab	(-6)	274.30
CMC 2 ml	118.7 ab	(+1)	162.6 ab	0	281.30
CMC 3 ml	115.6 ab	0	160.2 ab	(-4)	275.80

Table 4 (Continued)

Treatment	Laboratory condition				
	Shoot length		Root length		Seedling length
	(mm)	(%) ²	(mm)	(%)	(mm)
<i>Aloe Vera</i> 1 ml	130.3 a	(+11)	172.5 a	(+2)	302.80
<i>Aloe Vera</i> 2 ml	121.0 ab	(+3)	163.0 ab	0	284.00
<i>Aloe Vera</i> 3 ml	117.4 ab	(+1)	159.9 ab	(-4)	277.30
<i>Aloe Vera</i> extract 1 ml	125.8 ab	(+7)	163.8 ab	0	289.60
<i>Aloe Vera</i> extract 2 ml	114.6 ab	(-1)	173.7 a	(+2)	288.30
<i>Aloe Vera</i> extract 3 ml	126.5 ab	(+8)	171.1 a	(+2)	297.60
F-test	*		*		ns
CV.(%)	8.09		7.69		5.96

ns = not significantly different, *significantly different at $P \leq 0.05$

¹Means within a column followed by the same letter are not significantly at $P \leq 0.05$ by DMRT.

²The number in parenthesis refer to percentage of increase (+) and decrease (-) compared to the control.

การประเมินคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวาน หลังการเร่งอายุ

1. การเปลี่ยนแปลงคุณภาพเมล็ดพันธุ์ ข้าวโพดหวานหลังการเร่งอายุ

เมื่อพิจารณาตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานหลังการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์แล้วนำมาตรวจสอบในสภาพห้องปฏิบัติการพบว่า การเคลือบเมล็ดด้วย CMC 1, 2 มล. และ *Aloe Vera* 1 มล. ทำให้เมล็ดมีการงอกรากของต้นกล้ามากกว่าและมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับ การเคลือบเมล็ดด้วย Commercial 2 และ 3 มล. แต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีอื่น ๆ และเมื่อตรวจสอบความเร็วในการงอกรากยังคงพบว่า การเคลือบเมล็ดด้วย CMC 1, 2 มล. และ *Aloe Vera* 1 มล. มีความเร็วในการงอกรากมากกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับ Commercial 2 และ 3 มล. แต่ไม่พบความแตกต่างกันในทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีอื่น ๆ ส่วนการ

ตรวจสอบความงอกพบว่า การเคลือบเมล็ดร่วมกับ *Aloe Vera* 1 มล. ทำให้เมล็ดมีความงอกมากกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับ การเคลือบเมล็ดด้วย Commercial 3 มล. *Aloe Vera* 3 มล. และ *Aloe Vera* extract 3 มล. แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีอื่น ๆ จากนั้นพิจารณาตรวจสอบความเร็วในการงอกพบว่า ทุกวิธีการทดลองมีความเร็วในการงอกดีที่สุดและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับ การเคลือบเมล็ดด้วย Commercial 2 มล. (Table 5)

2. การเปลี่ยนแปลงการเจริญเติบโตของต้นกล้า ข้าวโพดหวานหลังการเร่งอายุ

เมื่อตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวโพดหวานหลังการเร่งอายุและตรวจสอบในสภาพห้องปฏิบัติการพบว่า การเคลือบเมล็ดด้วย *Aloe Vera* 1 มล. ต้นกล้ามีความยาวลำต้นมากกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับ การเคลือบเมล็ดด้วย Commercial 3 มล. และเมล็ดที่ไม่ได้

ผ่านการเคลือบ แต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการอื่น ๆ ส่วนการตรวจสอบการงอกรากพบว่า การเคลือบเมล็ดด้วย *Aloe Vera* 1 มล. ยังคงมีความยาวรากของต้นกล้ามากกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดที่เคลือบด้วย CMC 3 มล. และ *Aloe Vera* 3 มล. แต่

ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีอื่น ๆ และเมื่อพิจารณาตรวจสอบความยาวของต้นกล้าพบว่า ทุกกรรมวิธีการเคลือบเมล็ดพันธุ์ไม่ทำให้ต้นกล้ามีความยาวแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการเคลือบ (Table 6)

Table 5 Radicle emergence (RE), speed of radicle emergence (SRE), germination percentage (GE) and speed of germination (SGE) of difference type of coating substances for coating with sweet corn seed after accelerated aging and tested under laboratory condition.

Treatment	Laboratory condition							
	RE		SRE		GE		SGE	
	(%)	(%) ³	(root/day)	(%)	(%)	(%)	(seedling/day)	(%)
Control	85 ab ^{1,2}		37.00 ab		81 a-c		21.82 a	
Commercial 1 ml	81 ab	(-4)	37.42 ab	(+1)	82 a-c	(+1)	20.23 a	(-7)
Commercial 2 ml	75 bc	(-11)	34.83 b	(-5)	78 a-c	(-3)	15.25 b	(-30)
Commercial 3 ml	65 c	(-23)	29.33 c	(-21)	58 d	(-28)	21.13 a	(-3)
CMC 1 ml	88 a	(+3)	41.33 a	(+11)	81 a-c	0	21.30 a	(-2)
CMC 2 ml	88 a	(+3)	40.92 a	(+10)	86 ab	(+6)	21.45 a	(-2)
CMC 3 ml	84 ab	(-1)	39.50 ab	(+6)	83 a-c	(+2)	20.75 a	(-7)
<i>Aloe Vera</i> 1 ml	87 a	(+2)	40.85 a	(+8)	88 a	(+8)	19.88 a	(-8)
<i>Aloe Vera</i> 2 ml	81 ab	(-4)	37.50 ab	(+1)	80 a-c	(-1)	19.00 a	(-12)
<i>Aloe Vera</i> 3 ml	81 ab	(-4)	38.67 ab	(+4)	76 bc	(-6)	20.13 a	(-7)
<i>Aloe Vera</i> extract 1 ml	85 ab	0	40.50 ab	(+9)	81 a-c	0	19.13 a	(-12)
<i>Aloe Vera</i> extract 2 ml	85 ab	0	40.67 ab	(+9)	79 a-c	(-2)	19.75 a	(-9)
<i>Aloe Vera</i> extract 3 ml	77 ab	(-9)	37.67 ab	(+1)	73 c	(-9)	20.50 a	(-6)
F-test	**		**		**		*	
CV.(%)	8.34		9.86		8.50		12.14	

*significantly different at $P \leq 0.05$, **significantly different at $P \leq 0.01$

¹Data are transformed by the arcsine before statistical analysis and back transformed data are presented.

²Means within a column followed by the same letter are not significantly at $P \leq 0.05$ by DMRT.

³The number in parenthesis refer to percentage of increase (+) and decrease (-) compared to the control.

Table 6 Shoot length, root length and seedling length of difference type of coating substances for coating with sweet corn seed and tested after accelerated aging and tested under laboratory condition

Treatment	Laboratory condition				
	Shoot length		Root length		Seedling length
	(mm)	(%) ²	(mm)	(%)	(mm)
Control	106.0 c ¹		154.3 a-c		260.30
Commercial 1 ml	108.9 a-c	(+2)	159.5 ab	(+3)	268.40
Commercial 2 ml	107.7 a-c	(+1)	155.6 a-c	0	263.30
Commercial 3 ml	106.1 bc	0	149.2 a-c	(-5)	255.30
CMC 1 ml	114.5 a-c	(+8)	141.7 a-c	(-8)	256.20
CMC 2 ml	118.8 ab	(+12)	141.3 a-c	(-8)	260.10
CMC 3 ml	116.0 a-c	(+9)	131.8 c	(-14)	247.80
<i>Aloe Vera</i> 1 ml	119.1 a	(+12)	164.5 a	(+6)	283.60
<i>Aloe Vera</i> 2 ml	113.6 a-c	(+7)	152.1 a-c	(-1)	265.70
<i>Aloe Vera</i> 3 ml	116.1 a-c	(+9)	134.6 bc	(-12)	250.70
<i>Aloe Vera</i> extract 1 ml	117.0 a-c	(+10)	140.1 a-c	(-9)	257.10
<i>Aloe Vera</i> extract 2 ml	114.3 a-c	(+8)	153.4 a-c	(-1)	267.70
<i>Aloe Vera</i> extract 3 ml	117.7 a-c	(+11)	138.0 a-c	(-10)	255.70
F-test	**		**		ns
CV.(%)	7.06		11.68		7.12

ns = not significantly different, **significantly different at $P \leq 0.01$

¹Means within a column followed by the same letter are not significantly at $P \leq 0.05$ by DMRT.

²The number in parenthesis refer to percentage of increase (+) and decrease (-) compared to the control.

วิจารณ์ผลการวิจัย

หลังจากการตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานหลังผ่านการเคลือบเมล็ดด้วยชนิดของสารเคลือบและอัตราแตกต่างกัน จากนั้นนำไปตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงคุณภาพเมล็ดพันธุ์ทั้งหลังการเคลือบและหลังการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์ ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าการใช้ *Aloe Vera* อัตรา 1 มล. เป็นสารเคลือบ ทำให้

เมล็ดมีเปอร์เซ็นต์การงอกและความเร็วในการงอก รากสูง อีกทั้งไม่มีผลกระทบต่อคุณภาพความงอกและความเร็วในการงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวาน นอกจากนี้ยังพบว่า ความยาวต้นกล้าและความยาวของรากต้นกล้ามากกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ ทั้งนี้ ว่านหางจระเข้ มักนิยมนำมาใช้สำหรับเคลือบผิวของผลไม้เพื่อยืดอายุ การเก็บรักษาและป้องกันการเข้าทำลายของเชื้อราและแบคทีเรียได้ดี (Sharma and Gautam, 2013) จึงทำให้

การประยุกต์ใช้ว่านหางจระเข้หรือสารสกัดจากว่านหางจระเข้มาเป็นสารเคลือบเมล็ดพันธุ์ที่มีความสำคัญต่อการยกระดับการพัฒนาสารเคลือบที่ได้จากธรรมชาติ โดยว่านหางจระเข้มีองค์ประกอบของยางสีเหลือง ซึ่งอุดมไปด้วยกรดอะมิโนจำเป็น โมโนแซคคาไรด์ โพลีแซคคาไรด์ ลิกนิน ธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง วิตามิน และกรดซาลิไซลิก (Shyamal *et al.*, 1990; Hamouda *et al.*, 2012; Rajeswari *et al.*, 2012; Chatterjee *et al.*, 2013; Tariq *et al.*, 2015; Sahu *et al.*, 2013) ที่มีความสำคัญต่อกระบวนการงอกของเมล็ดพันธุ์ อีกทั้งมีองค์ประกอบของ Gibberellins ในปริมาณสูง จึงทำให้ว่านหางจระเข้มีคุณสมบัติเป็นสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชได้เป็นอย่างดี (Sherif, 2017)

นอกจากนี้ มีการรายงานผลการทดลองที่เกี่ยวกับการนำว่านหางจระเข้ไปใช้เป็นสารเคลือบผิวผลไม้พบว่า สามารถช่วยยืดอายุการเก็บรักษาของผลไม้ได้หลายชนิด (Muhammad *et al.*, 2009; Adetunji *et al.*, 2012; Athmaselvi *et al.*, 2013; Marpudi *et al.*, 2013) อีกทั้งยังสามารถช่วยลดอัตราการหายใจของผลไม้ลงได้ (Muhammad *et al.*, 2009) นอกจากนี้ เจลของว่านหางจระเข้มีส่วนประกอบหลักเป็นกลูโคแมนแนน ซึ่งเป็นสารพวกลิพิด และ มีองค์ประกอบของ Anthraquinone Glycoside ซึ่งเป็นสารที่มีฤทธิ์ในการฆ่าเชื้อโรค และต่อต้านเชื้อแบคทีเรีย ซึ่งมีคุณสมบัติขัดขวางการสร้างผนังเซลล์ของเชื้อจุลินทรีย์ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่เยื่อหุ้มเซลล์ ขัดขวางการสร้างโปรตีนของจุลินทรีย์ซึ่งมีผลต่อจุลินทรีย์ที่กำลังเจริญหรือกำลังแบ่งตัว ทำให้เมล็ดมีความปลอดภัยเมื่อใช้ว่านหางจระเข้เป็นสารเคลือบ จึงมีความเป็นไปได้สำหรับการเตรียมความพร้อมเมล็ดเพื่อใช้ในการเก็บรักษาในระยะยาว (Kumar and Bhatnagar, 2014; Chauhan *et al.*, 2015) โดยไม่ทำให้คุณภาพความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ลดลง จากคุณสมบัติดังกล่าว จึงทำให้สารเคลือบว่านหางจระเข้ไม่มีผลกระทบต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์เมื่อใช้ในอัตรา 1 มล. อีกทั้งยังส่งเสริมความงอก

ความแข็งแรง และการเจริญเติบโตของลำต้น และรากของต้นกล้าข้าวโพดหวานได้เป็นอย่างดี

หลังจากการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์ซึ่งเป็นวิธีการใช้ทดสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์พืช ทำได้โดยให้เมล็ดพันธุ์ได้รับสภาพที่มีอุณหภูมิและความชื้นสูงเป็นระยะเวลาสั้น ๆ 2-4 วัน เพราะการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์โดยการให้อยู่ภายใต้สภาพอุณหภูมิสูง ทำให้เมล็ดพันธุ์ถูกเร่งกระบวนการหายใจ (การใช้อาหาร) เมล็ดจะปลดปล่อยพลังงานความร้อนและความชื้น ทำให้เมล็ดเสื่อมสภาพเร็วมากขึ้น (Delouche and Baskin, 1973) จึงทำให้เมล็ดที่ผ่านการเคลือบด้วยสารเคลือบแต่ละชนิดมีผลต่อคุณภาพและการเจริญเติบโตของต้นกล้าที่แตกต่างกัน โดยการเคลือบเมล็ดด้วย CMC อัตรา 1, 2 มล. และ Aloe Vera 1 มล. ทำให้เมล็ดหลังการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์สามารถงอกรากและงอกได้เร็วกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ และการเคลือบเมล็ดด้วย Aloe Vera 1 มล. ยังทำให้เมล็ดมีความงอกและความเร็วในการงอกมากกว่าเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการเคลือบอย่างชัดเจน ทั้งนี้สารเคลือบที่ถูกประยุกต์ใช้จากว่านหางจระเข้ที่มีคุณสมบัติประกอบด้วยส่วนที่เป็นยางสีเหลือง (Exudate) และเจลใส (Mucilage) ที่มีองค์ประกอบของโพลีแซคคาไรด์ และเมื่อนำมาเป็นสารเคลือบจะทำหน้าที่เป็นตัวกั้นการผ่านของออกซิเจนและความชื้น ซึ่งเป็นสาเหตุเร่งให้เกิดการเสื่อมคุณภาพ (Athmaselvi *et al.*, 2013) ของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวาน หลังการเก็บรักษา นอกจากนี้ ในว่านหางจระเข้ยังมีส่วนประกอบของไกลโคโปรตีน สารประกอบฟีนอล ฮอโรโมน วิตามิน และเอนไซม์ที่ให้ประโยชน์อีกหลายชนิด (Kumar and Bhatnagar, 2014) ซึ่งแม้จะผ่านกระบวนการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์แต่ยังคงทำให้ต้นกล้ามีความยาวของลำต้นและรากของต้นกล้ามีการเปลี่ยนแปลงการเจริญเติบโตมากกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ นอกจากนี้ว่านหางจระเข้ยังมีองค์ประกอบของน้ำตาลแมนโนส 67% และหมู่อะซิติก 23% กลูโคส และกาแลคโตส (Susirirut and Plubcharoensook, 2012) ซึ่งเป็นอีกหนึ่งองค์ประกอบจำเป็นต่อการเผาผลาญพลังงาน และเป็นสารตั้งต้น

สำหรับการกระตุ้นเอนไซม์ที่จำเป็นต่อกระบวนการเมแทบอลิซึมต่าง ๆ สำหรับใช้ในกระบวนการงอกของเมล็ด (Chanprasert, 2010) ดังนั้น เมื่อตรวจสอบคุณภาพความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ด้วยวิธีการเร่งอายุ ผลการทดลองจึงแสดงให้เห็นชัดเจนว่า สารเคลือบจากวุ้นหางจระเข้ที่ได้จากธรรมชาติสามารถเป็นสารเคลือบเมล็ดพันธุ์ และสามารถปกป้องเมล็ดจากสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม อีกทั้งยังมีองค์ประกอบสำคัญที่เมล็ดสามารถนำไปใช้เพื่อส่งเสริมการงอกและการเจริญเติบโตของเมล็ดพันธุ์ได้

สรุปผลการวิจัย

หลังจากการตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานด้วยชนิดของสารเคลือบและอัตราแตกต่างกัน แล้วนำไปตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงคุณภาพเมล็ดพันธุ์ทั้งหลังการเคลือบและหลังการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์ สามารถสรุปได้ ดังนี้ โดยการเคลือบเมล็ดด้วย *Aloe Vera* อัตรา 1 มล. เป็นสารเคลือบ ทำให้เมล็ดมีเปอร์เซ็นต์การงอก รากและความเร็วในการงอกรากสูง และไม่มีผลกระทบต่อคุณภาพการงอกและความเร็วในการงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวาน นอกจากนี้ยังพบว่า มีส่วนของความยาวต้นกล้าและความยาวของรากต้นกล้ามากกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ ส่วนการตรวจสอบหลังการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์พบว่า การเคลือบเมล็ดด้วย *Aloe Vera* 1 มล. ทำให้เมล็ดสามารถงอกรากและงอกได้เร็ว และยังทำให้เมล็ดมีการงอกและความเร็วในการงอกมากกว่าเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการเคลือบ อีกทั้งยังทำให้ต้นกล้ามีความยาวของลำต้นและรากของต้นกล้ามีการเจริญเติบโตมากกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณทุนนักวิจัยรุ่นใหม่ (มจ.3-63-001) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2563 โดยกองทุนวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่ให้งบประมาณสนับสนุนการวิจัย และขอขอบคุณห้องปฏิบัติการเทคโนโลยี

เมล็ดพันธุ์ สาขาวิชาพืชไร่ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่ได้สนับสนุนสถานที่การดำเนินงานวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- Adetunji, C.O., O.B. Fawole, K.A. Arowora, S.I. Nwaubani, E.S. Ajayi, J.K. Oloke, O.M. Majolagbe, B.A. Ogundele, J.A. Aina and J.B. Adetunji. 2012. Effects of edible coatings from *Aloe vera* gel on quality and postharvest physiology of *Ananas Comosus* (L.) fruit during ambient storage. **Global J. Sci. Front. Res. Bio-Tech & Genet** 12(5): 39-43.
- Athmaselvi, K.A., P. Sumitha and B. Revathy. 2013. Development of *Aloe vera* based edible coating for tomato. **Int. Agrophys** 27(4): 369-375.
- Boonyakiat, D. 1991. **Postharvest Physiology of Horticultural Crops**. Chiang Mai: Faculty of Agriculture, Chiang Mai University. 226 p. [in Thai]
- Buitink, J., O. Leprince, M.A. Hemminga and F.A. Hoekstra. 2000. The effects of moisture and temperature on the ageing kinetics of pollen: interpretation in terms of cytoplasmic mobility. **Plant Cell Environ** 23: 967-974.
- Çavuşoğlu, D., T. Selma and K. Çavuşoğlu. 2016. The effects of *Aloe vera* L. leaf extract on some physiological and cytogenetical parameters in *Allium cepa* L. seeds germinated under salt stress. **Cytologia** 81(1): 103-110.

- Chanprasert, W. 2010. **Seed Physiology**. Bangkok: Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Kasetsart University. 167 p. [in Thai]
- Chatterjee, P., C. Bodhisattwa and N. Subhangkar. 2013. Significant pharmacological activities of *Aloe vera* plant. **Min. J. Phar. Med. Sci.** 3: 21-24.
- Chauhan, O.P., C. Nanjappa, N. Ashok, N. Ravi, N. Roopa and P.S. Raju. 2015. Shellac and *Aloe vera* gel based surface coating for shelf life extension of tomatoes. **Food Sci. Technol.** 52(2): 1200-1205.
- Dagne, E., D. Bistrat, A. Viljoen and B.E. Van Wyk. 2000. Chemistry of *Aloe* species. **Curr. Org. Chem.** 4: 1055-1078.
- Delouche, J.C. and C.C. Baskin. 1973. Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. **Seed Sci. Tech.** 1: 427-452.
- Hamouda, A.M.A., D.M.G. Hendi and O.F.A. Abu-El-Leel. 2012. Improving basil growth, yield and oil production by *Aloe vera* extract and active dry yeast. **Egypt J. Hort.** 39: 45-71.
- He, Q.J., L.J. Changhong, E.J. Kojo and Z. Tian. 2005. Quality and safety assurance in the processing of *Aloe vera* gel juice. **Food Control** 16(2): 95-104.
- ISTA (International Seed Testing Association). 2018. **International Rules for Seed Testing, Edition 2018**. Bassersdorf: International Seed Testing Association. 47 p.
- Jacob, S.R., M.B.A. Kumar, M. Gopal, C. Srivastava and S.N. Sinha. 2009. An analysis of the persistence and potency of film coated seed protectant as influenced by various storage parameters. **Pest Manag. Sci.** 65(7): 817-822.
- Kaewkham, T., P. Chitropas, A. Wongcharoen, J. Kangsopa, B. Siri and R.K. Hynes. 2016. Effects of polymers as a main component of coating formulations on quality and effects of stability of cucumber seeds. **Khon Kaen Agr. J.** 44(4): 703-712.
- Klarod, K. and B. Siri. 2014. Comparison of different types of polymers for hybrid tomato seed coating. **Khon Kaen Agr. J.** 42(Suppl.1): 97-103. [in Thai]
- Kumar, S. and T. Bhatnagar. 2014. Studies to enhance the shelf life of fruits using *Aloe vera* based herbal coatings: a review. **Int. J. Food Sci. Technol.** 5(3): 211-218.
- Marpudi, S.L., P. Ramachandran and N. Srividya. 2013. *Aloe vera* gel coating for postharvest quality maintenance of fresh fig fruits. **Res. J. Pharm. Biol. Chem. Sci.** 4(1): 878-887.
- Muhammad, J., Z.S. Ahmed and S.K. Ahmad. 2009. Postharvest *Aloe vera* gel-coating modulates fruit ripening and quality of 'Arctic Snow' nectarine kept in ambient and cold storage. **Int. J. Food Sci.** 44: 1024-1033.

- Murthy, U.M.N., P.P. Kumar and W.Q. Sun. 2003. Mechanisms of seed ageing under different storage conditions for *Vigna radiata* (L.) Wilczek: lipid peroxidation, sugar hydrolysis, Maillard reactions and their relationship to glass statetransition. **J. Exp. Bot.** 54(384): 1057-1067.
- Office of Agricultural Economics. 2018. **Quantity and seed export values.** [Online]. Available <https://bit.ly/2CMYv0z> (11 September 2019). [in Thai]
- Rajeswari, R., M. Umadevi, S.C. Rahale, R. Pushpa, K.P. Selvavenkadesh, S. Kumar and D. Bhowmik. 2012. *Aloe vera*: The miracle plant its medicinal and traditional uses in India. **J. Pharmacogn. Phytochem.** 1(4): 118-124.
- Rosa, C.I.L.F., E. Clemente, D.M. Oliveira, K.M. Todisco and J.M.C. da Costa. 2016. Effects of 1-MCP on the post-harvest quality of the orange cv. Pera stored under refrigeration. **Rev. Ciênc. Agron.** 47(4): 624-632.
- Sahu, K.P., D.D. Giri, R. Singh, P. Pandey, S. Gupta, A.K. Shrivastava, A. Kumar and D.K. Pandey. 2013. Effect of *Aloe vera* on some annual plants. **Res. J. Pharmacol. Pharm.** 4: 599-610.
- Sharma, A. and S. Gautam. 2013. An overview on medical properties of *Aloe vera*: antibacterial and antifungal aspects. **Int. J. Pharma Bio Sci.** 4(3): 694-705.
- Sherif, F.E. 2017. *Aloe vera* leaf extract as a potential growth enhancer for *Populus* trees grown under *in vitro* conditions. **Am. J. Plant Biol.** 2(3): 101-105.
- Shyamal, K.N., M.P. Lok and W.P. Charles. 1990. Dynamics of endogenous cytokinins during the growth cycle of a hormone-autorophic genetic tumor line of tobacco. **Plant Physiol.** 94(3): 1084-1089.
- Stone, P.J., I.B. Sorensen and P.D. Jamieson. 1999. Effect of soil temperature on phenology, canopy, development, biomass and yield of maize in a cool-temperate climate. **Field Crops Res.** 63(2): 169-178.
- Suleiman, R.A., K.A. Rosentrater and C.J. Bern. 2013. Effects of deterioration parameters on storage of maize: a review. **J. Nat. Sci. Res.** 3(9): 147-165.
- Susirirut, P. and P. Plubcharoensook. 2012. **Control of anthracnose and stem end rot on mango fruit (*Mangifera indica* Linn.) cv. Nam Dok Mai by using *Aloe vera* (*Aloe babradensis*, Miller) rind extracts in Pranburi district, Prachuap Khiri Khan province.** Bangkok: Dhurakij Pundit University Press. 87 p. [in Thai]
- Tariq, H., P.V. Raman Rao, R.S. Raghuvanshi, B.C. Mondal and S.K. Singh. 2015. Effect of *Aloe vera* and clove powder supplementation on carcass characteristics, composition and serum enzymes of Japanese quails. **Vet. World** 8(5): 664-668.

การประยุกต์ใช้ขานอ้อย ฟางข้าว และไมยราบยักษ์เป็นวัสดุเพาะเห็ดนางรมเทา
Applying of Bagasse, Rice Straw and Giant Mimosa as Cultivation Substrate
of Oyster Mushroom (*Pleurotus ostreatus* Jacq.ex Fr.)

ครุपर्กรณ์ ละเอียดอ่อน*

Karupakorn Laeadon

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ บุรีรัมย์ 31000

Sub-Department of General Science, Rajabhat Buriram University, Buriram, Thailand 31000

*Corresponding author: kluphakorn.Li@bru.ac.th

Abstract

Received: March 31, 2020

Revised: January 18, 2021

Accepted: March 16, 2021

The objective of this research was to study cultivation substrates from the bagasse, rice straw and giant mimosa for growth and productivity of oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*). The experiment a completely randomized design (CRD) with 8 treatments 4 replications. By preparing substrates for each process and suitable humidity and filled into 6.5x12 in polyethylene bags and sterilized for 2 hour at 100°C. The substrates were cooled and inoculated with mushroom spawn and were kept in a dark place to enhance mycelium growth. The fruiting bodies were picked after 25 days of inoculation. The treatments had significant effect on the number of days ($p \leq 0.05$) for mushroom growth and substrates from bagasse : rice straw 25:75 ratio, bagasse : giant mimosa 50:50 ratio with the average mycelium length of 10.37 and 10.42 cm, respectively but bagasse : giant mimosa 25:75 ratio with the least 8.37 cm. The fresh weight of mushroom was significant effect ($p \leq 0.05$) was found that the bagasse : rice straw : giant mimosa 50:25:25 ratio, had the highest fresh weight of 109.50 grams per bag, biological efficiency of 32.13%. The produce better 100% sawdust treatment which was traditional formula, had the fresh weight of 83.00 grams per bag, biological efficiency of 22.31%.

Keywords: oyster mushroom, bagasse, rice straw, giant mimosa, substrate formulas

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวัสดุเพาะจากขานอ้อย ฟางข้าว และไมยราบยักษ์ ซึ่งเป็นส่วนผสมที่มีผลต่อการเจริญและผลผลิตเห็ดนางรมเทา วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ จำนวน 8 กรรมวิธี กรรมวิธีละ 4 ซ้ำ โดยเตรียมวัสดุเพาะแต่ละกรรมวิธี และความชื้นประมาณ 60% ใส่ลงในถุงพลาสติกขนาด 6.5x12 นิ้ว และนำไปนึ่งเพื่อฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 100°C. หยอดเชื้อเห็ดแล้วนำไปพักในที่มืดเพื่อให้เส้นใยเห็ดเจริญก่อนนำไปเปิดดอกอีก 25 วัน พบว่าเชื้อเห็ดมีเส้นใยเจริญเต็มถุงเห็ดที่ระยะเวลาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยวัสดุเพาะจากขานอ้อย : ฟางข้าว อัตราส่วน 25:75 และ ขานอ้อย : ไมยราบยักษ์ อัตราส่วน 50:50 มีความยาวเฉลี่ยของเส้นใยเท่ากับ 10.37 และ 10.42 ซม. ตามลำดับ แต่ในกรรมวิธีวัสดุเพาะจากขานอ้อย : ไมยราบยักษ์ อัตราส่วน 25:75 มีความยาวเส้นใยน้อยที่สุดเท่ากับ 8.37 ซม. ส่วนน้ำหนักสดของเห็ดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) พบว่ากรรมวิธี ขานอ้อย : ฟางข้าว : ไมยราบยักษ์ อัตราส่วน 50:25:25 มีน้ำหนักสดเฉลี่ยสูงที่สุด 109.50 กรัมต่อถุง ค่าประสิทธิภาพทางชีววิทยาเท่ากับ 32.13% และให้ผลผลิตดีกว่ากรรมวิธีที่เหลืออย่างพารา 100% ซึ่งเป็นสูตรดั้งเดิม ที่มีน้ำหนักสดเฉลี่ย 83.00 กรัมต่อถุง ค่าประสิทธิภาพทางชีววิทยาเท่ากับ 22.31%

คำสำคัญ: เห็ดนางรมเทา ขานอ้อย ฟางข้าว
ไมยราบยักษ์ วัสดุเพาะ

คำนำ

เห็ดนางรมเทา (*Pleurotus ostreatus* Jacq. ex Fr.) เป็นเห็ดสกุล (Genus) เดียวกับเห็ดนางฟ้า จัดเป็นเห็ดที่นิยมรับประทานกันมาก มีลักษณะสีครีมหรือสีเทา ขึ้นกับสายพันธุ์ และมีรสชาติดี เนื้อไม่เหนียว (Dicks and Ellinger, 2020) มีคุณค่าทางโภชนาการที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกาย ประกอบด้วยโปรตีนประมาณร้อยละ 27.23 ไฟเบอร์ร้อยละ 26.28 ไขมันร้อยละ 9.08 และยังประกอบด้วยไขมันร้อยละ 3.07 คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 37.69 (Ashraf *et al.*, 2013) ส่วนวิตามินที่พบ เช่น วิตามินบี วิตามินซี วิตามินอี วิตามินบี5 และวิตามินบี6 (Syed *et al.*, 2009) เห็ดนางรมในธรรมชาติจะเจริญบนไม้ สามารถเจริญได้ในอุณหภูมิระหว่าง 25-32°C. (Baysal *et al.*, 2003) ลักษณะทั่วไปของเห็ดนางรมเทา มีดอกสีขาวนวล หมวกดอกติดเป็นเนื้อเดียวกันกับก้านดอก มีขนาดใหญ่ ลักษณะการเกิดมีทั้งเป็นดอกเดี่ยว และเป็นกระจุกดอก เมื่อบานจะมีรูปร่างคล้ายกับพัดคลี่หรือหอยนางรม (Royse, 2003) เห็ดนางรมมีความสำคัญทางเศรษฐกิจ เพราะในปัจจุบันผู้บริโภคนิยมรับประทานเห็ดเพิ่มมากขึ้น ทำให้เกษตรกรหันมาเพาะเห็ดเพิ่มขึ้นเช่นกัน ทั้งผลิตเพื่อไว้รับประทานในครัวเรือนและทำเป็นอาชีพเสริมได้

เกษตรกรนิยมเพาะเห็ดนางรมในถุงพลาสติก โดยใช้ขี้เลื่อยไม้ยางพาราเป็นวัสดุหลักในการเพาะ และมีรำข้าว ปุ๋ยยูเรีย ปูนขาว เป็นแหล่งอาหารเสริม แต่เนื่องจากขี้เลื่อยไม้ยางพารามีราคาค่อนข้างแพง (Anchalee, 2014) เกษตรกรต้องสั่งซื้อจากโรงงานแปรรูปไม้ในภาคใต้และภาคตะวันออกในราคาประมาณตันละ 2,000-3,000 บาท อีกทั้งยังเสียค่าขนส่งวัสดุตาม

ระยะทาง ปัจจุบันได้มีการปรับเปลี่ยนนำวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรหลายชนิดมาใช้เป็นวัสดุเพาะเห็ด เช่น เปลือกมันสำปะหลัง (Onyeka *et al.*, 2018) ฟางข้าวสาลี (Mumtaz *et al.*, 2016) ฟางข้าว ใบกล้วย ต้นข้าวโพด (Mamiro *et al.*, 2014) และขานอ้อย (Hasan *et al.*, 2015) ขณะเดียวกันได้มีการนำไมยราบยักษ์ซึ่งเป็นพืชตระกูลถั่วมีโปรตีนสูงเช่นเดียวกับกระถิน (Miller, 2002) และเป็นวัชพืชที่มีในท้องถิ่นที่หาได้ง่าย สามารถนำมาใช้เป็นส่วนผสมในวัสดุเพาะเห็ด สามารถให้ผลผลิตที่ดีกว่าการใช้กระถินยักษ์ (Kattaleewan *et al.*, 2014)

ดังนั้นการวิจัยครั้งนี้จึงสนใจขานอ้อย ฟางข้าว และไมยราบยักษ์ ซึ่งเป็นวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรที่สามารถหาได้ง่าย ราคาไม่แพง ทดแทนการใช้เชื้อเพลิงอย่างฟาง เพื่อใช้เป็นแนวทางหรือสร้างทางเลือกให้แก่

เกษตรกร ที่จะช่วยลดรายจ่ายและค่าขนส่งเชื้อเพลิงอย่างฟางจากแหล่งอื่นได้เป็นอย่างดี

อุปกรณ์และวิธีการ

1. นำวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรที่มีในท้องถิ่น ได้แก่ ฟางข้าว และไมยราบยักษ์ มาสับด้วยเครื่องสับย่อยให้มีขนาดเล็กไม่เกิน 1 ซม. แล้วตากไมยราบยักษ์ให้แห้งสนิทก่อนนำไปใช้ ส่วนขานอ้อยที่ผ่านการสับบดจะนำมาล้างน้ำทำความสะอาด และนำไปแช่ในถังพลาสติกขนาด 100 ลิตร (Figure 1) ประมาณ 2 ชั่วโมง เพื่อกำจัดเศษวัสดุพวกเศษดินและหินออก แล้วนำวัสดุเพาะไปผึ่งลมให้แห้ง ก่อนนำไปผสมในเครื่องผสมวัสดุตามที่กำหนดไว้ในกรรมวิธีการทดลอง



Figure 1 Preparing of cultivation substrate: chopping rice straw (A), clearing mushroom material (B) and chopping giant mimosa (C)

2. การเตรียมก้อนเชื้อเห็ด การทดลองเพาะเห็ดครั้งนี้วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design: CRD) โดยใช้ซานอ้อย ฟางข้าว และไมยราบยักษ์ เป็นวัสดุทดแทนขี้เลื่อยไม่ยารพารา ตามกรรมวิธีที่วางแผนไว้ แต่ละกรรมวิธีจำนวน 4 ซ้ำ ๆ ละ 10 ก้อน ได้แก่

กรรมวิธีที่ 1 ซานอ้อย : ฟางข้าว อัตรา 25:75
(%w/w)

กรรมวิธีที่ 2 ซานอ้อย : ฟางข้าว อัตรา 50:50
(%w/w)

กรรมวิธีที่ 3 ซานอ้อย : ไมยราบยักษ์ อัตรา 25: 75
(%w/w)

กรรมวิธีที่ 4 ซานอ้อย : ไมยราบยักษ์ อัตรา 50:50
(%w/w)

กรรมวิธีที่ 5 ซานอ้อย : ฟางข้าว : ไมยราบยักษ์
อัตรา 25:35:40 (%w/w)

กรรมวิธีที่ 6 ซานอ้อย : ฟางข้าว : ไมยราบยักษ์
อัตรา 50:25:25 (%w/w)

กรรมวิธีที่ 7 ฟางข้าว 100% (%w/w)

กรรมวิธีที่ 8 ขี้เลื่อยไม่ยารพารา 100% (%w/w)
(ชุดควบคุม)

3. นำวัสดุเพาะเห็ดตามกรรมวิธีที่ 1-8 มาเติมอาหารเสริม ได้แก่ รำละเอียดปริมาณ 2.5 กก. ปูนขาวปริมาณ 0.5 กก. ยิปซัม 0.1 กก. ภูไมท์- ซัลเฟต 0.1 กก. แล้วเติมน้ำลงไปเครื่องผสมคลุกเคล้าให้เข้ากัน ทดสอบโดยใช้มือกำดู ถ้าติดกันเป็นก้อนไม่มีน้ำไหลในระหว่างกำมือถือว่าใช้ได้ โดยมีความชื้นประมาณ 60%

4. นำวัสดุเพาะแต่ละกรรมวิธีตามอัตราส่วนที่กำหนด บรรจุลงในถุงพลาสติกขนาด 6.5x12 นิ้ว น้ำหนักถุงละ 600 กรัม อัดให้แน่นโดยแรงงานคนอัด แล้วใส่คอขวดและปิดด้วยจุกพลาสติก แล้ววางในตะแกรงเหล็ก (Figure 2 (A))

5. นำก้อนวัสดุเพาะไปนึ่งฆ่าเชื้อโดยใช้หม้อนึ่งควบคุมอุณหภูมิหม้อนึ่งให้ได้อย่างน้อย 100°ซ. เป็นเวลา 2 ชั่วโมง (Figure 2(B)) แล้วค่อย ๆ ลดระดับอุณหภูมิลงพักก้อนเห็ดให้เย็น จึงนำเชื้อเห็ดนางรมเทาที่เจริญบนเมล็ดข้าวฟ่างแช่ลงในก้อนเชื้อเห็ดในสภาพปลอดเชื้อหลังจากหยอดเชื้อเห็ดแล้วนำไปบ่มเส้นใยในโรงบ่มก้อนเชื้อที่มีอุณหภูมิ 28-33°ซ. เมื่อเส้นใยเจริญเต็มถุงจึงย้ายไปยังโรงเรือนเปิดดอก แล้วบันทึกข้อมูลการเจริญของเส้นใยเห็ด



(A)



(B)

Figure 2 The substrates filled in polyethylene bags and sterilized: putting material in plastic bags (A) and microorganism sterilization (B)

6. การนำก้อนเห็ดนางรมเทาไปเก็บยังโรงเรือนเปิดดอก โดยวางก้อนเชื้อเห็ดแต่ละกรรมวิธีบนชั้นไม้ ถอดจุกสำล่ออกและรดน้ำเช้าเย็น รดเฉพาะด้านข้างถุงอย่าให้น้ำโดนปากถุง รักษาความชื้นสัมพัทธ์ในโรงเรือนไม่ให้ต่ำกว่า 70% และอุณหภูมิประมาณ 28-33°C. บันทึกข้อมูลการเจริญและผลผลิตของเห็ด

7. บันทึกข้อมูลการเจริญของเส้นใยของเชื้อเห็ดนางรมเทา ความยาวเส้นใย ระยะเวลาการเจริญของเส้นใยจนเต็มถุง น้ำหนักสดดอกเห็ด ความกว้างดอก ความยาวก้านดอก จำนวนดอกเห็ด และน้ำหนักแห้งของวัสดุเพาะ นำข้อมูลไปวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

เพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของแต่ละกรรมวิธีการทดลอง โดยวิธี Duncan's Multiple Ranges test (DMRT)

ผลการวิจัย

การเจริญของเส้นใยเห็ดนางรมเทาเมื่อครบ 30 วัน กรรมวิธีที่ให้ค่าเฉลี่ยของอัตราการเจริญของเส้นใยสูงสุด 10.42 ซม. คือ ชานอ้อย : ไมยราบยักษ์ (50:50) และค่าเฉลี่ยของอัตราการเจริญของเส้นใยต่ำสุด 8.37 ซม. ได้แก่ สูตร ชานอ้อย : ไมยราบยักษ์ (25:75) ส่วนสูตรขี้เลื่อยไม้ยางพารา (100%) มีค่าเฉลี่ยของอัตราการเจริญของเส้นใยเฉลี่ยเท่ากับ 8.68 ซม. (Table 1)

Table 1 Mycelial growth rates of oyster mushroom

Treatment	Mycelium length (cm)					
	5 day	10 day	15 day	20 day	25 day	30day
Bagass : Rice straw (25:75%w/w)	0.77a	3.87a	5.67a	7.37a	9.25a	10.37a
Bagass : Rice straw (50:50%w/w)	0.70b	3.65b	5.05b	6.76b	8.27b	9.51b
Bagass : Giant mimosa (25:75%w/w)	0.49d	2.80d	4.12d	6.17c	7.30c	8.37c
Bagass : Giant mimosa (50:50%w/w)	0.77a	3.87a	5.70a	7.37a	9.25a	10.42a
Bagass : Rice straw : Giant mimosa (25:35:40%w/w)	0.59c	3.20c	4.45c	6.17c	7.40c	8.65c
Bagass : Rice straw : Giant mimosa (50:25:25%w/w)	0.61c	3.25c	4.45c	6.17c	7.40c	8.65c
Rice straw 100%	0.77a	3.95a	5.67a	7.38a	9.26a	10.37a
Sawdust 100%	0.61c	3.25c	4.48c	6.20c	7.40c	8.68c
F-test	*	*	*	*	*	*
C.V.(%)	4.86	2.27	1.30	1.43	8.80	3.67

Means in the same column followed by different letter are significantly different at 95% level by DMRT.

หลังจากเส้นใยเห็ดนางรมเทาเจริญเต็มที่แล้วนำถุงเห็ดเข้าโรงเรือนเปิดดอก แล้วฉีดน้ำด้วยเครื่องพ่นน้ำเป็นเวลา 3 วัน เห็ดจะเกิดดอก พบว่าจำนวนดอกต่อถุง ความกว้างดอก และความยาวก้านดอก มีความ

แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ซึ่งจำนวนดอกต่อถุงอยู่ระหว่าง 31.50-42.25 ดอก ความกว้างดอกระหว่าง 6.75-8.50 ซม. และความยาวก้านดอกมีค่าระหว่าง 4.25-5.62 ซม. (Table 2) (Figure 3)

Table 2 Effect of different substrates on the dimension of fruiting bodies

Treatment	Number fruiting body/bag	Width (cm)	Length of stipe (cm)
Bagass : Rice straw (25:75%w/w)	35.25bc	8.02ab	5.00bc
Bagass : Rice straw (50:50%w/w)	42.25a	7.75abc	5.25ab
Bagass : Giant mimosa (25:75%w/w)	37.00b	6.75c	4.87bcd
Bagass : Giant mimosa (50:50%w/w)	31.50c	8.50a	4.25d
Bagass : Rice straw : Giant mimosa (25:35:40%w/w)	36.25b	7.75abc	4.62bcd
Bagass : Rice straw : Giant mimosa (50:25:25%w/w)	36.75b	7.00bc	4.50cd
Rice straw (100%)	34.00bc	7.62abc	5.62a
Sawdust (100%)	33.75bc	8.37a	4.87bcd
F-test	*	*	*
C.V (%)	8.71	8.96	8.07

Means in the same column followed by different letter are significantly different at 95% level by DMRT



Figure 3 The characteristics of mushroom and growth of mycelium on the substrates: the growth of mycelium (A), the characteristics of mushroom (B) and (C)

ผลการตรวจสอบน้ำหนักของดอกเห็ดนางรมพบว่าน้ำหนักสดของเห็ดนางรมที่เพาะจาก ชานอ้อย : ฟางข้าว : ไมยราบยักซ์ อัตราส่วน 50:25:25 มีน้ำหนักสดสูงที่สุดเท่ากับ 109.50 กรัมต่อถุง รองลงมาคือ ชานอ้อย : ฟางข้าว : ไมยราบยักซ์ 25:35:40 มีน้ำหนักสดเฉลี่ย

เท่ากับ 108.25 กรัมต่อถุง ส่วนค่าประสิทธิภาพทางชีววิทยา (Biological Efficiency: B.E.) พบว่า ชานอ้อย : ฟางข้าว : ไมยราบยักซ์ (50:25:25) มีค่าสูงสุดเท่ากับ 32.13 (Table 3)

Table 3 The fresh weight per bag and biological efficiency

Treatment	Fresh weight/bag (g)	Dry weight of substrate (g)	B.E. (%)
Bagass : Rice straw (25:75%w/w)	94.75b	370.75bc	25.56
Bagass : Rice straw (50:50%w/w)	78.25c	378.50b	20.67
Bagass : Giant mimosa (25:75%w/w)	65.25d	366.25c	17.81
Bagass : Giant mimosa (50:50%w/w)	94.75b	369.00c	25.67
Bagass : Rice straw : Giant mimosa (25:35:40%w/w)	108.25a	344.00d	31.46
Bagass : Rice straw : Giant mimosa (50:25:25%w/w)	109.50a	340.75d	32.13
Rice straw 100%	94.20b	326.25e	28.87
Sawdust 100%	83.00c	372.00bc	22.31
F-test	*	*	
C.V.(%)	6.25	1.99	

Means in the same column followed by different letter are significantly different at 95% level by DMRT.

ระยะเวลาในการเจริญของดอกเห็ดจนหยุดการเจริญมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเชื้อเลี้ยงไมยราบพารา 100% ใช้ระยะเวลาในการให้ผลผลิตที่นานที่สุดเฉลี่ยเท่ากับ 53.50±0.95 วัน และน้อยที่สุดคือ ฟางข้าว 100% ระยะเวลาเฉลี่ยเท่ากับ 25.60±0.57 วัน ส่วนจำนวนก้อนเชื้อเห็ดที่เสียไม่มีความแตกต่างกัน

อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จำนวนมากที่สุด คือ ชานอ้อย : ฟางข้าว (50:50) เฉลี่ย 3.50±0.68 ก้อน และก้อนเชื้อเห็ดที่เสียน้อยที่สุด คือชานอ้อย : ฟางข้าว : ไมยราบยักซ์ อัตราส่วน 25:35:40 และ 50:25:25 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.50±0.85 ก้อน (Table 4)

Table 4 Duration of fruiting body production and number of damaged mushroom cubes

Treatment	Duration of production (day)	Number of damaged mushroom cubes
Bagass : Rice straw (25:75%w/w)	53.15a	3.00
Bagass : Rice straw (50:50%w/w)	37.50c	3.50
Bagass : Giant mimosa (25:75%w/w)	33.40d	3.00
Bagass : Giant mimosa (50:50%w/w)	52.40a	3.00
Bagass : Rice straw : Giant mimosa (25:35:40%w/w)	47.25b	2.50
Bagass : Rice straw : Giant mimosa (50:25:25%w/w)	42.75b	2.50
Rice straw 100%	25.60e	3.25
Sawdust 100%	53.50a	3.00
F-test	*	ns
C.V.(%)	3.46	19.40

Means in the same column followed by different letter are significantly different at 95% level by DMRT.

วิจารณ์ผลการวิจัย

จากการทดลองเมื่อเปรียบเทียบน้ำหนักสดของเห็ดนางรมเหมาเป็นสิ่งที่เกษตรกรผู้ผลิตมีความสนใจ เนื่องจากในการจำหน่ายในท้องตลาดจะใช้วิธีการชั่งน้ำหนักเป็นเกณฑ์ ซึ่งพบว่าวัสดุเพาะจากขานอ้อย : ฟางข้าว : ไมยราบยักษ์ อัตราส่วน 50:25:25 ให้ผลผลิตดีที่สุด คือ น้ำหนักสดสูงที่สุดเฉลี่ย เท่ากับ 109.50 กรัม ต่อถุง ซึ่งขานอ้อยที่นำมาใช้นั้นซื้อมาจากโรงงานน้ำตาล ก่อนที่จะนำมาผสมเป็นวัสดุเพาะเห็ดต้องนำมาล้างน้ำเพื่อทำความสะอาด เพื่อลดปริมาณน้ำตาลที่ตกค้างและสิ่งสกปรกออกซึ่งจะทำให้เกิดราดำได้ง่าย และยังพบว่าในขานอ้อย ประกอบด้วยธาตุคาร์บอนและไนโตรเจน ซึ่งเป็นแหล่งอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญของเห็ด เนื่องจากมีอัตราส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจนที่เหมาะสมไม่สูงเกินไป ทำให้ได้ผลผลิตและคุณค่าทางอาหารที่สูงขึ้น (Adejoye, 2006) ส่วนวัสดุเพาะจากไมยราบยักษ์ (*Mimosa pigra*. Li) ซึ่งเป็นวัชพืชชนิดหนึ่ง

ที่สามารถหาได้ง่าย พบเห็นได้ทั่วไปตามลำคลองและที่ชุ่มน้ำ เป็นพืชตระกูลถั่วเช่นเดียวกับกระถิน และ มีปริมาณโปรตีนอยู่ในระดับสูงเช่นเดียวกัน (Miller, 2002) และยังเป็นพืชที่มีแบคทีเรียในปมรากที่สามารถตรึงไนโตรเจนได้ดี จึงทำให้ประกอบด้วยธาตุไนโตรเจนที่สูงทั้งในส่วนของใบและลำต้น เมื่อจะนำมาใช้ต้องนำมาบดย่อยให้มีขนาดเล็กผสมในวัสดุเพาะ ช่วยทำให้เห็ดสามารถนำธาตุไนโตรเจนที่สะสมอยู่นั้นไปสังเคราะห์โปรตีนและกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อการเจริญของเห็ดได้ดีขึ้น จากการวิเคราะห์องค์ประกอบไมยราบยักษ์มีคาร์บอน โปรตีนเฉลี่ยต่อน้ำหนักแห้งเรียงตามลำดับมากไปหาน้อย คือ เมล็ด (27.99%) ใบอ่อน (26.94%) ใบที่โตเต็มที่ (24.08%) ดอก (19.52%) ฝัก (18.72%) ก้านใบ (9.67%) ราก (4.97%) และลำต้น (4.18%) (Sumontip, 1983) สอดคล้องกับผลการวิจัยของ Wittayakun *et al.* (2017) พบว่าไมยราบยักษ์เป็นพืชที่ประกอบด้วยโปรตีนสูง โดยมีองค์ประกอบที่สำคัญ คือ โปรตีนหยาบ (18.87%) ไขมัน (4.81%) เกล็ด (6.89%) คาร์โบไฮเดรตที่ย่อยง่าย (50.13%)

และคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยยาก (37.06%) แสดงให้เห็นว่า ในกระบวนการผลิตเห็ดนั้นเกษตรกรที่สนใจเพิ่มผลผลิต เห็ดสามารถนำไมยราบยักษ์มาบดย่อยเพื่อใช้เป็น ส่วนผสมได้เป็นอย่างดี เป็นทางเลือกให้เกษตรกรนำมาใช้ ให้เกิดประโยชน์ ช่วยลดต้นทุนการผลิต และยังเป็น การกำจัดวัชพืชได้อีกทางหนึ่ง

ส่วนวัสดุเพาะจากฟางข้าวที่ใช้เป็นส่วนผสมนั้น นับเป็นวัสดุที่มีศักยภาพทดแทนการใช้เชื้อและขี้เถ้า ที่เกษตรกรนิยมนำมาเป็นวัสดุเพาะได้และมีประสิทธิภาพ ทางชีววิทยาที่ไม่แตกต่างกัน (Emiru *et al.*, 2016) ซึ่งเป็นวัสดุเพาะที่หลีกเลี่ยงจากการเก็บเกี่ยวผลผลิต ฟางข้าว เป็นวัสดุที่มีองค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ โปรตีน (3.44%) ไนมัน (1.88%) เยื่อใย (37.48%) ปริมาณเถ้า (12.30%) และ ฟอสฟอรัส (0.11%) (Rattananupong, 1988) เป็นวัสดุเพาะ ที่มีศักยภาพในการให้ผลผลิตได้ดี แต่ถ้านำไปเป็นวัสดุ เพาะเพียงชนิดเดียวจะมีระยะเวลาการให้ผลผลิตสั้นกว่า วัสดุเพาะชนิดอื่น ๆ ในแต่ละปีประเทศไทยมีฟางข้าว ที่เหลือจากการทำนาปีและนาปรังประมาณ 50-70 ล้านตัน ต่อพื้นที่ปลูกข้าว 70 ล้านไร่ ถือว่าเป็นวัสดุเหลือใช้ทาง การเกษตรที่มีปริมาณมากที่เหลือจากการเก็บเกี่ยวข้าว ของเกษตรกรทั่วไป สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ หลากหลายคิดเป็นมูลค่าถึง 30,000 ล้านบาท (Tanakitthammakul, 2010) และในแต่ละปีเกษตรกร จะเผาทำลายฟางข้าวทำให้มีผลกระทบต่อ การเปลี่ยนแปลงสมบัติของดินทั้งด้านกายภาพ เคมี และ ชีวภาพ รวมถึงการเกิดมลพิษทางอากาศส่งผลกระทบต่อ สุขภาพมนุษย์ ทำให้เกิดโรคระบบทางเดินหายใจ โรคตาแดง หรือโรคผิวหนังได้ (Alemda and Sain, 2008) การนำฟางข้าวมาเป็นวัสดุเพาะเห็ดจึงเป็นการช่วยลด ผลกระทบที่จะเกิดขึ้นและสร้างมูลค่าเพิ่มให้เกิดขึ้นได้อีก ทางหนึ่ง เช่นในประเทศอียิปต์มีการนำฟางข้าวประมาณ 3 ล้านตันต่อปี มาใช้เป็นวัสดุเพาะเห็ดช่วยลดการเผาฟาง หลังการเก็บเกี่ยวได้ (Dewany *et al.*, 2018) และฟาง ข้าวที่ใช้เพาะเห็ดมีประสิทธิภาพทางชีววิทยาประมาณ ร้อยละ 10.2-15.0 (Tiribhuvanamala *et al.*, 2012) แสดงให้

เห็นว่าฟางข้าวมีศักยภาพที่สามารถนำมาเป็นวัสดุเพาะ เห็ดได้ เนื่องจากฟางข้าวมีสารเซลลูโลสซึ่งเป็นพอลิเมอร์ ชีวภาพ เหมาะกับการเจริญของเห็ดที่ต้องย่อยสลายและ ดูดซึมสารอาหารไปใช้ในการเจริญของเห็ด และในการ นำไปใช้เพาะเห็ดนั้นเกษตรกรจะนำฟางข้าวมาสับย่อย ให้มีขนาดเล็กผสมกับอาหารเสริมต่าง ๆ แล้วหมักไว้ ประมาณ 3-5 วัน เมื่อจุลินทรีย์ย่อยสลายเซลลูโลสแล้วจึง นำมาอัดลงในถุงพลาสติกก่อนที่จะนำไปนึ่งและหยอด เชื้อเห็ด ซึ่งเป็นขั้นตอนที่เกษตรกรส่วนใหญ่นิยมทำกัน ดังนั้นการเลือกวัสดุเพาะเห็ดจึงมีความสำคัญเป็นอย่าง มากต่อเกษตรกรที่ทำอาชีพการเพาะเห็ด ที่ปัจจุบันวัสดุ เพาะหาได้ยากขึ้น แต่จำเป็นต้องผลิตอาหารให้เพียงพอ ต่อผู้บริโภคหรือจำนวนประชากรของประเทศที่เพิ่มขึ้น ทุก ๆ ปี ขณะเดียวกันเกษตรกรต้องพิจารณาความคุ้มค่า ทางเศรษฐกิจในการผลิตด้วย เพื่อลดต้นทุนและได้ผลผลิต ที่คุ้มค่าต่อการลงทุน

สรุปผลการวิจัย

1. การศึกษาอัตราการเจริญของเส้นใยเห็ดนางรมเทาในวัสดุเพาะสูตรต่าง ๆ พบว่าเชื้อเห็ดมีเส้นใย เติบโตในถุงเห็ดในระยะเวลาที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยวัสดุเพาะจากขานอ้อย : ฟางข้าว อัตราส่วน 25:75 และขานอ้อย : ไมยราบยักษ์ อัตราส่วน 50:50 มีความยาวของเส้นใยไม่แตกต่างกันมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 10.37 และ 10.42 ซม. ตามลำดับ แต่ในกรรมวิธี วัสดุเพาะจากขานอ้อย : ไมยราบยักษ์ อัตราส่วน 25:75 มีความยาวเส้นใยน้อยที่สุดเท่ากับ 8.37 ซม.

2. ผลผลิตของดอกเห็ดที่เก็บได้ พบว่ากรรมวิธี ที่มีน้ำหนักสดเฉลี่ยสูงสุดที่สุด คือ ขานอ้อย : ฟางข้าว : ไมยราบ ยักษ์ อัตราส่วน 50:25:25 มีน้ำหนักสดเฉลี่ย 109.50 กรัม ต่อถุง ส่วนวัสดุเพาะจากขานอ้อย : ไมยราบยักษ์ อัตรา ส่วน 25:75 มีน้ำหนักสดเฉลี่ยน้อยที่สุดเท่ากับ 65.25 กรัมต่อถุง

3. จำนวนดอกเห็ด พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) คือ วัสดุเพาะจากขานอ้อย : ฟางข้าว อัตราส่วน 50:50 มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 42.25 ดอกเห็ดน้อยที่สุด คือ ขานอ้อย : ไม้รบายักษ์ อัตราส่วน 50:50 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 31.50 ดอก

4. ความกว้างของดอกเห็ดในส่วนที่เป็นหมวก ดอกมีขนาดความกว้างที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) พบว่าวัสดุจากขานอ้อย : ไม้รบายักษ์ อัตราส่วน 50:50 มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 8.50 ซม. และน้อยที่สุด คือ ขานอ้อย : ไม้รบายักษ์ อัตราส่วน 25:75

5. ระยะเวลาการให้ผลผลิตมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$) พบว่าวัสดุเพาะจากขานอ้อย : ไม้รบายักษ์ อัตราส่วน 50:50 มีเวลาเฉลี่ยนานที่สุดเท่ากับ 59.50 วัน ส่วนฟางข้าวร้อยละ 100 มีระยะเวลาในการให้ผลผลิตน้อยที่สุดเท่ากับ 25.60 วัน

ดังนั้นสูตรวัสดุเพาะที่เหมาะสมและควรนำมาใช้ในการเพาะเห็ดนางรม คือ สูตร ขานอ้อย : ฟางข้าว : ไม้รบายักษ์ อัตราส่วน 50:25:25 เพราะเป็นกรรมวิธีที่มีน้ำหนักสดเฉลี่ยสูงที่สุด

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป และสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ ที่ช่วยเหลือในการวิจัยและสนับสนุนงบประมาณในการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

Adejaye, O.D., B.C. Adebayo-Tayo

A.A. Ogunjobi, O.A. Olauye and

F.I. Fadahunsi. 2006. Effect of carbon, nitrogen and mineral source on growth of *Pleurotus florida* a Nigeria edible mushroom. **African Journal of Biotechnology** 5: 1355-1359.

Alemдар, A. and M. Sain. 2008. Biocomposites from wheatstraw nanofibers: morphology, thermal and mechanical properties. **Compost Science Technology** 68(2): 557-565.

Anchalee, J. 2014. Used composted garbage leaves in mixing with rubber tree sawdust for culturing Phoenix mushroom. **Science and Technology Journal** 22(4): 501-506. [in thai]

Ashraf, J., A.M. Asif, W. Ahmad.

A.C. Muhammad. and J. Shafi. 2013.

Effect of different substrate supplements on oyster mushroom (*Pleurotus* spp.) production. **Food Science and Technology** 1(3): 44-51.

Baysal, E., H. Peker and A. Yalinkilic. 2003.

Cultivation of oyster mushroom on waste paper with some added supplementary materials. **Bioresource Technology** 89(1): 95-97.

Dewany, C.E., F. Awad and A.M. Zaghoul. 2018.

Utilization of rice straw as a low-cost natural by production agriculture. **Journal of Environmental Pollution and Environmental Modelling** 1(4): 91-102.

Dicks, L. and S. Elinger. 2020. Effect of the intake

of oyster mushrooms (*Pleurotus ostreatus*) on cardiometabolic parameters-a systematic review of clinical trials. **Nutrients** 12(4): 1134 doi.org/10.3390/nu12041134.

- Emiru, B., K. Zenebech and F. Kebedo. 2016. Effect of substrates on the yield, yield attribute and dietary values of oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) in the pastoral regions of Northern Ethiopia. **American Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development** 16(4): 11199-11218.
- Hasan, M.T., M.H.A. Khatun, M.A.M. Sajib, M.M. Rahman, M.S. Rahman, M. Roy, M.N. Miah and K.U. Ahmed. 2015. Effect of bran supplement with sugarcane bagasse on growth, yield and proximate composition of pink oyster mushroom (*Pleurotus diamor*). **American Journal of Food Science and Technology** 3(6): 150-157.
- Kattaleewan, S., C. Niorn and P. Sumalee. 2014. **Potential of the local debris to substrate pararubber sawdust for mushroom cultivation.** 34 p. In Research Report. Chiang Mai: Agricultural Technology Research Institute, Lanna Rajjamongkla Technology University. [in Thai]
- Mamiro D.P., P.S. Mariro and M.W. Mwatawala. 2014. Oyster mushroom (*Pleurotus* spp.) cultivation technique using re-usable substrate containers and comparison of mineral contents with common leafy vegetables. **Journal of Applied Biosciences** 80: 7071-7080.
- Miller, I.L. 2002. Uses for *Mimosa pigra*: Research and Management of *Mimosa pigra*. pp. 63-67. In **Proceedings of International Symposium on the Management of *Mimosa pigra*, the 3^{ed}, 22-25 September 2002.** Darwin, Australia: CSIRO Entomology.
- Mumtaz, M.S., N.A. Khan, A. Rehman and A. Jabbar. 2016. Production of oyster mushroom on different agriculture wastes combination with lemon grass (*Cymbopogon citratus*). **Pakistan Journal of Phytopathology** 28(1): 71-74.
- Onyeka, E.U., E. Udeogu, C. Umelo and M.A. Okechie. 2018. Effect of substrate media on growth, yield and nutritional composition of domestically grown oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) **African Journal of Plant Science** 12(7): 141-147.
- Rattananupong, T. 1988. **Supplementation of Urea-Molasses and Leucaena Leaves-Molasses in Rice Straw for Dairy Cows in Dry Season.** Master Thesis. Kasetsart University. 33 p.
- Royse, D.J. and J.E. Sanchez-Vazquez. 2003. Influence of precipitated calcium carbonate (CaCO₃) on Shiitake (*Lentinulua edodes*) yield and mushroom size. **Bioresearch Technology** 90(2): 225-228.

- Sumontip, B. 1983. **Studies on Mimosine and Protein Content in *Mimosa pigra* L. and *Leucaena leucocephala* Lam.** Master Thesis. Chulalongkorn University. 85 p. [in Thai]
- Syed, A.A., J.A. Kadam, V.P. Mane, S.S. Patil and M.M.V. Baig. 2009. Biology efficiency and nutritional contents of *Pleurotus florida* (Mont.) Singer cultivated on different agro-wastes. **Natural Science** 7(1): 44-48.
- Thanakijtummakul, K. 2010. **Bio-oil Production from Rice Straw by Fast Pyrolysis.** Master Thesis. Chulalongkorn University. 132 p. [in Thai]
- Triribhuvanamala, G., S. Karishnamoorthy, K. Manoranjitham, V. Prasasm and S. Krishnan. 2012. Improved techniques to enhance the yield of paddy straw mushroom (*Volvariella volvacea*) for commercial cultivation. **African Journal of Biotechnology** 11(64): 12740-12748.
- Wittayakun, S., W. Innaree and P. Pranamornkith. 2017. Yield, nutrient content and rumen *in vitro* digestibility of giant sensitive tree (*Mimosa pigra*) as dairy feed. **Asain Journal of Agriculture and Biology** 5(4): 355-360.

ผลของการจัดการปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับการใช้สารปรับปรุงดิน

ต่อลักษณะการเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพของสับปะรด

Effects of Soil-analysis Based Fertilization Combined with Application of Soil Conditioners on Growth Characteristics, Yield and Qualities of Pineapple

อุไรวรรณ ไอยสุวรรณ* และธนวดี พรหมจันทร์

Auraiwan Isuwan* and Thanawadee Promchan

คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตสารสนเทศเพชรบุรี เพชรบุรี 76120

Faculty of Animal Science and Agricultural Technology, Silpakorn University, Petchaburi Campus, Petchaburi, Thailand 76120

*Corresponding author: isuwan_a@silpakorn.edu

Abstract

Received: November 09, 2020

Revised: July 30, 2021

Accepted: November 01, 2021

It is well recognized that soil conditioners improve mineral adsorption and maintain soil moisture. The objective of the present study was to determine potentials of different soil conditioners on performance of pineapple grown on Pranburi soil series. An experimental design was randomized complete block with 4 replications. Treatments were six fertilizer regimes, consisting of: 1) no fertilizer and soil conditioner use (control; C), 2) fertilizer use based on soil analysis (at a rate of 70-30-40 kg N-P₂O₅-K₂O/rai; IF), 3) IF + zeolite at a rate of 50 kg/rai (IF+Z₅₀), 4) IF + perlite at a rate of 50 kg/rai (IF+P₅₀), 5) IF + polyacrylamide at a rate of 3 kg/rai (IF+PAM₃) and 6) fertilizer use based on farmers' experience (F). Results showed that an average fruit weight of the IF+Z₅₀ pineapple (1,403 g/fruit) was heaviest ($P<0.01$), leading to the highest economic returns (66,871 Baht/rai) ($P<0.01$). The agronomic fertilizer use efficiency of the IF+Z₅₀ pineapple (49.14 kg fruit/kg nitrogen (N) fertilizer) was not different ($P>0.05$) from the F pineapple (51.33 kg fruit/kg N fertilizer) but higher ($P<0.05$) than other treatments. Fertilizer regimes had no effect ($P>0.05$) on soluble solids (9.66-11.41%), titratable acids (9.76-11.77%) and pH values (2.53-2.82) of pineapple fruits. Vitamin C contents of pineapple received fertilizers were not different ($P>0.05$) but higher than the C pineapple. Therefore, fertilizer use based on soil analysis in combination with the use of zeolite at a rate of 50 kg/rai is to be one of the most promising practices to improve productivity of pineapple grown on Pranburi soil series.

Keywords: soil conditioner, soil-analysis based fertilization, pineapple, fertilizer use efficiency

บทคัดย่อ

สารปรับปรุงดินช่วยเพิ่มการดูดซับธาตุอาหารจากปุ๋ยเคมีและเก็บกักรักษาความชื้นในดินไว้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ การทดลองจึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาศักยภาพของสารปรับปรุงดินชนิดต่าง ๆ ที่มีผลต่อสมรรถนะการผลิตสับปะรดที่ปลูกในชุดดินปราณบุรี วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบล็อกมี 4 ซ้ำ ประกอบด้วยรูปแบบการใส่ปุ๋ยและสารปรับปรุงดิน 6 ตำรับ ได้แก่ 1) การไม่ใส่ปุ๋ยเคมีและสารปรับปรุงดิน (Control; C) 2) การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน (อัตรา 70-30-40 กก. $N-P_2O_5-K_2O$ ต่อไร่; IF) 3) IF ร่วมกับการใช้ซีโอไลต์อัตรา 50 กก./ไร่ (IF+Z₅₀) 4) IF ร่วมกับการใช้เพอร์ไลต์อัตรา 50 กก./ไร่ (IF+P₅₀) 5) IF ร่วมกับการใช้พอลิอะคริลาไมด์ (Polyacrylamide; PAM) อัตรา 3 กก./ไร่ (IF+PAM₃) และ 6) การใส่ปุ๋ยเคมีในอัตราปกติของเกษตรกร (F) ผลการทดลองพบว่า สับปะรดในตำรับ IF+Z₅₀ มีน้ำหนักผลผลิตผลสดสูงที่สุดเท่ากับ 1,403 กรัมต่อผล ($P<0.01$) ส่งผลให้มีรายได้หลังหักต้นทุนค่าปุ๋ยเคมีและสารปรับปรุงดินมากที่สุด (66,871 บาท/ไร่) ($P<0.01$) ประสิทธิภาพการผลิตพืชของสับปะรดในตำรับทดลอง IF+Z₅₀ (49.14 กก. ผลผลิต/กก. N) ไม่แตกต่าง ($P>0.05$) กับตำรับทดลอง F (51.33 กก. ผลผลิต/กก. N) แต่สูงกว่า ($P<0.01$) ตำรับการทดลองอื่น ๆ รูปแบบการใส่ปุ๋ยและสารปรับปรุงดินไม่มีผล ($P>0.05$) กับปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (9.66-11.41 เปอร์เซ็นต์) กรดไทเทรตได้ (9.76-11.77 เปอร์เซ็นต์) และค่า pH (2.53-2.82) สับปะรดที่ได้รับปุ๋ยทุกตำรับการทดลองมีวิตามินซีไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) แต่สูงกว่า ($P<0.05$) กลุ่มควบคุม ดังนั้น การใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับการใช้ซีโอไลต์ในอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ จึงเป็นแนวทางการจัดการดินและปุ๋ยที่เหมาะสมสำหรับการปลูกสับปะรดในชุดดินปราณบุรี

คำสำคัญ: สารปรับปรุงดิน ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน
สับปะรด ประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์จากปุ๋ย

คำนำ

สับปะรด (*Ananas comosus* (L.) Merr.) เป็นพืชอยู่ในวงศ์ Bromeliaceae มีถิ่นกำเนิดในแอฟริกา ประเทศไทยเป็นผู้ส่งออกผลิตภัณฑ์สับปะรดรายใหญ่ของโลก ในปี พ.ศ. 2560 มีการส่งออกสับปะรดผลสดและผลิตภัณฑ์รวม 1.944 ล้านตัน คิดเป็นมูลค่า 23,000 ล้านบาท ประเทศไทยมีพื้นที่เก็บเกี่ยวสับปะรดประมาณ 504,000 ไร่ ให้ผลผลิตผลสดสับปะรดรวม 2.01 ล้านตัน หรือเฉลี่ยเท่ากับ 3.99 ตันต่อไร่ (Office of Agricultural Economics, 2017) การจะเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันการส่งออกสับปะรดได้ จำเป็นต้องมีมาตรการและแนวทางการลดต้นทุนและเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต โดยเฉพาะการใช้ปุ๋ยซึ่งมีผลโดยตรงต่อประสิทธิภาพและต้นทุนการผลิตสับปะรด

ปุ๋ยเคมีเป็นปัจจัยการผลิตที่มีความสำคัญต่อการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตของพืช (Osotsapar *et al.*, 2008) แต่การใช้ปุ๋ยของเกษตรกรส่วนใหญ่ไม่คำนึงถึงความต้องการธาตุอาหารของพืชและปริมาณธาตุอาหารที่มีอยู่ในดิน โดยทั่วไปเกษตรกรผู้ปลูกสับปะรดใส่ปุ๋ย 2 ครั้ง ครั้งแรกเมื่อสับปะรดอายุ 2 เดือน ใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (21-0-0) อัตรา 53 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) อัตรา 24 กก./ไร่ และครั้งที่ 2 เมื่อสับปะรดอายุ 6 เดือน ใส่ปุ๋ยสูตร 15-5-20 อัตรา 153 กก./ไร่ ซึ่งสับปะรดได้รับธาตุอาหารเป็น 45-7.5-30 กก. $N-P_2O_5-K_2O$ ต่อไร่ (Isuwan, 2015) การใช้ปุ๋ยที่ไม่สอดคล้องกับความต้องการของพืชนั้นนอกจากมีผลกระทบต่อพืชและสิ่งแวดล้อมแล้ว ยังเป็นการเพิ่มต้นทุนการผลิตและพืชอาจไม่ตอบสนองต่อปุ๋ยได้เต็มที่ การใช้ปุ๋ยเคมีโดยการปรับปริมาณให้เหมาะสมกับชนิดพืชและค่าวิเคราะห์ดิน

จะช่วยเพิ่มผลผลิตและลดต้นทุนการผลิตได้ Isuwan (2015) รายงานว่า การใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินทำให้ผลสับปะรมีขนาดใหญ่กว่าการใส่ปุ๋ยตามวิธีการดั้งเดิมของเกษตรกร อย่างไรก็ตามการใช้ประโยชน์จากปุ๋ยเคมีให้มีประสิทธิภาพสูงที่สุดไม่ได้ขึ้นอยู่กับปริมาณปุ๋ยที่ใส่แต่เพียงอย่างเดียว การจัดการดินเพื่อลดการสูญเสียธาตุอาหาร เช่น การเพิ่มการดูดซับไอออนของธาตุอาหารพืชที่ละลายจากปุ๋ยเคมี สามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสับปะรดได้ การใช้สารปรับปรุงดิน เช่น ซีโอไลต์ (Zeolites) ซึ่งเป็นสารปรับปรุงดินในรูปของแร่อะลูมิโนซิลิเกตชนิดหนึ่ง ที่มีโซเดียมและแคลเซียมเป็นองค์ประกอบเป็นแร่ทุติยภูมิที่เกิดในช่องว่างของหินอัคนีที่เป็นต่างเพอร์ไลต์ (Perlite) เป็นวัสดุปรับปรุงดินที่ได้จากธรรมชาติ คือ แร่จากหินภูเขาไฟที่มีซิลิกา (SiO_2) เป็นองค์ประกอบจำนวนมาก และพอลิอะคริลาไมด์ (Polyacrylamide; PAM) หรือเรียกย่อ ๆ ว่า แพม (PAM) เป็นสารปรับปรุงดินในรูปสารสังเคราะห์ โดยวัสดุปรับปรุงดินดังกล่าวช่วยเพิ่มสมรรถนะการผลิตพืชได้ (Warrington *et al.*, 1989; Miller, 1987; Agassi *et al.*, 1990; Pakpian *et al.*, 1992)

ซีโอไลต์มีโซเดียมและแคลเซียมเป็นองค์ประกอบหลักทำให้สามารถดูดซับอนุภาคของธาตุอาหารพืชตลอดจนโมเลกุลของสารอินทรีย์และน้ำได้ดี (Panuccio *et al.*, 2009) โดย Chalermchai (1999) รายงานว่า การใช้ซีโอไลต์ร่วมกับปุ๋ยเคมีทำให้กวางตุ้งมีผลผลิตเพิ่มขึ้น ในทำนองเดียวกันเพอร์ไลต์เป็นหินภูเขาไฟที่มีรูพรุนสามารถดูดซับปุ๋ยได้ดี Chareansuk (2010)

รายงานว่ เพอร์ไลต์สามารถช่วยลดการใช้ปุ๋ยเคมีได้ถึง 30 เปอร์เซ็นต์ โดยไม่มีผลกระทบต่อผลผลิตและคุณภาพของข้าวโพด นอกจากนี้ Thanimarn *et al.* (2014) พบว่า การใช้เพอร์ไลต์ร่วมกับปุ๋ยมูลไก่ช่วยเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลัง ส่วนสารพอลิอะคริลาไมด์เป็นสารพอลิเมอร์ที่มีสรรพคุณดูดซับธาตุอาหารพืชและความชื้น (Sojka *et al.*, 2007) Xu *et al.* (2015) รายงานว่า การใช้พอลิอะคริลาไมด์สามารถช่วยเพิ่มผลผลิตมันฝรั่งได้ถึง 33 เปอร์เซ็นต์

เห็นได้ว่าสารปรับปรุงดินหลายชนิดมีสมบัติในการเพิ่มสมรรถนะการผลิตพืช อย่างไรก็ตามการศึกษาถึงผลการใช้สารปรับปรุงดินที่มีต่อประสิทธิภาพการผลิตสับปะรดยังมีน้อยมาก ดังนั้น การทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินสารปรับปรุงดิน 3 ชนิด ได้แก่ ซีโอไลต์ เพอร์ไลต์ และพอลิอะคริลาไมด์ เมื่อนำมาใช้ร่วมกับการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ที่มีผลต่อสมรรถนะการผลิตของสับปะรด

วิธีดำเนินการวิจัย

แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบล็อก (Randomized Complete Block Design, RCBD) มี 4 ซ้ำ ประกอบด้วยรูปแบบการใส่ปุ๋ยร่วมกับสารปรับปรุงดินที่แตกต่างกันจำนวน 6 ตำรับทดลอง แสดงดัง Table 1

Table 1 Experimental treatments

Treatment	Description	Abbreviation
1	No fertilizer + no soil conditioner	Control; C
2	Fertilizer use based on soil-analysis	IF
3	IF + Zeolite at a rate of 50 kg/rai	IF+Z ₅₀
4	IF + Perlite at a rate of 50 kg/rai	IF+P ₅₀
5*	IF + Polyacrylamide at a rate of 3 kg/rai	IF+PAM ₃
6	Fertilizer use based on farmer's experience	F

*Water was added to polyacrylamide (PAM) at a rate of 200 kg/kg of PAM before applying.

การเตรียมแปลงและการปลูกสับปะรด

ดำเนินการทดลองในแปลงสับปะรดของเกษตรกร อำเภอบางบาล จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ซึ่งเป็นชุดดินปรมาณบุรี (Fine-loamy, Mixed, Isohyperthermic Typic Paleustalfs) เก็บตัวอย่างดินก่อนการปลูกสับปะรดเพื่อวิเคราะห์สมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ของดิน ผลการวิเคราะห์ใน Table 2 และการแปรผลค่าวิเคราะห์เทียบค่าใน Horneck *et al.* (2011) จากนั้นจึงทำการไถและปรับสภาพพื้นที่ ทำแปลงทดลองย่อยขนาด 3×4 ตร.ม. จำนวน 24 แปลง โดยกำหนดให้

แต่ละแปลงย่อยห่างกัน 1 เมตร ทั้ง 4 ด้าน เพื่อป้องกันการปนเปื้อนปุ๋ยและสารปรับปรุงดินระหว่างแปลง ปลูกสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวีย (ใช้หน่อพันธุ์ปัตตาเวียที่มีความยาวประมาณ 25 ซม.) มีระยะปลูก 3×5×8 ซม. จำนวน 54 ต้นต่อแปลง หรือเท่ากับ 7,200 ต้นต่อไร่ ก่อนปลูกทำการชุบหน่อพันธุ์ด้วยสารป้องกันกำจัดเชื้อราเพื่อป้องกันโรครากเน่าหรือต้นเน่า โดยใช้ฟอสฟิอิลอะลูมิเนียม (80 เปอร์เซ็นต์ ดับบลิวพี) อัตรา 100 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร ผึ่งหน่อไว้ในที่ร่ม (Department of Agriculture, 2003)

Table 2 Properties of the soil used in this experiment

Soil properties	Methods	Units	Value	Interpretation
Sand		%	83.83	
Silt	Dewis and Freitas (1970)	%	10.95	Sandy loam
Clay		%	5.22	
pH (soil : water; 1:1)	McLean (1982)	-	7.62	Slight alkaline
Electrical conductivity (soil : water; 1:10)	Jackson (1958)	dS cm ⁻¹	0.66	Not salty
Organic matter	Walkley (1947); FAO (1974)	%	0.62	Very low
Total nitrogen	Bremner and Mulvaney (1982)	%	0.03	Very low

Table 2 (Continued)

Soil properties	Methods	Units	Value	Interpretation
Available phosphorus	Bray and Kurtz (1945)	mg kg ⁻¹	6.93	Low
Exchangeable potassium	Peech <i>et al.</i> (1947)	mg kg ⁻¹	994	Very high
Exchangeable calcium	Peech <i>et al.</i> (1947)	mg kg ⁻¹	243	Medium
Exchangeable magnesium	Peech <i>et al.</i> (1947)	mg kg ⁻¹	182	Medium

การใส่ปุ๋ยและสารปรับปรุงดิน

ใส่ปุ๋ยและสารปรับปรุงดินตามแผนการทดลองที่วางไว้ (Table 1) โดยใช้แม่ปุ๋ย ได้แก่ ปุ๋ยยูเรีย ปุ๋ยไดแอมโมเนียมฟอสเฟต และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ โดยในตำรับที่ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ดำเนินการโดยเติมส่วนที่ขาดให้สอดคล้องกับความต้องการธาตุอาหารของสับปะรด (Verapattananirund, 2009) ในการทดลองนี้สับปะรดจะได้รับธาตุอาหารในอัตรา 70-30-40 กก. N-P₂O₅-K₂O ต่อไร่ แบ่งใส่ปุ๋ยจำนวน 2 ครั้ง ครั้งแรกเมื่อสับปะรดอายุ 2 เดือน โดยใส่ปุ๋ยยูเรียปริมาณ 76 กก./ไร่ (35 กก. N/ไร่) และครั้งที่ 2 เมื่อสับปะรดอายุ 6 เดือน ใส่ปุ๋ยยูเรียไดแอมโมเนียมฟอสเฟตและโพแทสเซียมคลอไรด์ปริมาณ 25 65 และ 67 กก./ไร่ ตามลำดับ (35-30-40 กก. N-P₂O₅-K₂O ต่อไร่) สำหรับตำรับทดลองที่ใส่ปุ๋ยตามอัตราของเกษตรกรจะใส่ปุ๋ย 2 ครั้ง ครั้งแรกเมื่อสับปะรดอายุ 2 เดือน ใส่ปุ๋ยไดแอมโมเนียมซัลเฟตปริมาณ 50 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยยูเรียปริมาณ 25 กก./ไร่ (22 กก. N/ไร่) และครั้งที่ 2 เมื่อสับปะรดอายุ 6 เดือน โดยใส่ปุ๋ยสูตร 15-5-20 ปริมาณ 153 กก./ไร่ (23-7.5-30 กก. N-P₂O₅-K₂O ต่อไร่) การใส่สารปรับปรุงดินจะใส่เพียงครั้งเดียวที่อายุ 2 เดือน โดยใส่พร้อมกับการใส่ปุ๋ยเคมี กำจัดวัชพืชสม่ำเสมอตลอดระยะเวลาการปลูก

เมื่อสับปะรดอายุ 8 เดือน บังคับให้ออกดอกโดยใช้แคลเซียมคาร์ไบด์ อัตรา 1-2 กรัมต่อต้น ใส่ในยอดขณะที่มีน้ำอยู่ในยอด โดยจะบังคับ 2 ครั้ง ห่างกัน 5 วัน

การบันทึกข้อมูลและการเตรียมตัวอย่าง

บันทึกความสูงและความกว้างทรงพุ่มเมื่อสับปะรดอายุ 2, 4, 6 และ 8 เดือน โดยความสูงวัดจากฐานลำต้นเหนือพื้นดินถึงจุดสูงสุดของใบ ส่วนความกว้างทรงพุ่มได้จากค่าเฉลี่ยของความกว้างด้านที่กว้างที่สุดและด้านที่ตั้งฉากกับด้านที่กว้างที่สุด วัดความสูงและเส้นรอบผลสับปะรดเมื่ออายุ 10 และ 11 เดือน โดยความสูงผลวัดจากฐานของผลจนถึงฐานของจุก ส่วนเส้นรอบผลวัดบริเวณจุดกึ่งกลางของผล เก็บเกี่ยวสับปะรดที่อายุ 12 เดือน ชั่งน้ำหนักผลผลิตผลสด (เฉพาะผลไม่รวมจุกและก้านผล) วัดความยาวและเส้นรอบวงของผลสับปะรด สุ่มตัวอย่างผลสับปะรดสำหรับใช้วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

การวิเคราะห์คุณภาพผลผลิตสับปะรด

สำหรับตัวอย่างผลสับปะรดจะดำเนินการ วัด pH ในน้ำคั้น วัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (Soluble Solids, SS) โดยใช้ Hand refractometer วัดปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (Titratable Acidity, TA) และปริมาณวิตามินซี (AOAC, 1990)

การคำนวณและการวิเคราะห์ทางสถิติ

วัดประสิทธิภาพการผลิตพืช (ธาตุไนโตรเจน)
(Agronomic Nitrogen Use Efficiency, ANUE) =
(YT – Y0)/FN (Fageria, 1992; Prihar *et al.*, 2000)

โดย YT หมายถึง ปริมาณผลผลิต (กก./ไร่) จาก
กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนระดับต่าง ๆ

Y0 หมายถึง ปริมาณผลผลิต (กก./ไร่) จาก
กรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน

FN หมายถึง อัตราการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน (กก./ไร่)

คำนวณผลตอบแทนหลังหักต้นทุนค่าปุ๋ยเคมี
และสารปรับปรุงดิน วิเคราะห์ทางสถิติโดยวิธีวิเคราะห์
ความแปรปรวน (Analysis of variance) ตามแผนการ
ทดลองแบบ RCBD และเปรียบเทียบความแตกต่างของ
ค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี Duncan's Multiple Range Test ใน
โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ (โปรแกรม R)

ผลการทดลองและวิจารณ์**การเจริญเติบโตของสับปะรด**

จากการศึกษาการเจริญเติบโตของต้นสับปะรด
โดยวัดเส้นผ่าศูนย์กลางทรงพุ่มและความสูงของต้น
สับปะรดที่อายุต่าง ๆ พบว่ามีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างอย่างมี
นัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ในทุกตำรับการทดลอง
(Table 3) สอดคล้องกับการศึกษาของ Isuwan (2015)
ที่รายงานว่า ปริมาณปุ๋ยที่ใส่ไม่มีความแตกต่างอย่างมี
นัยสำคัญทางสถิติต่อการเจริญเติบโตของสับปะรดในชุด
ดินท่ายาง (ไนโตรเจนต่ำมาก ฟอสฟอรัสต่ำ และ
โพแทสเซียมสูง) แต่กลุ่มที่ได้รับปุ๋ย เมื่อสับปะรดอายุ 4
เดือนเป็นต้นไป พบว่าความสูงของต้นและ
เส้นผ่าศูนย์กลางทรงพุ่มมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อย
เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ย (Omotoso and
Akinrinde, 2013)

Table 3 Effects of treatments on plant width and height at different growing stage of pineapple

Treatment	Plant width (cm) at different months				Plant height (cm) at different months			
	2	4	6	8	2	4	6	8
Control	35.24	35.20	53.29	60.99	49.79	60.96	69.41	71.08
IF	34.20	38.97	59.31	61.78	45.37	59.20	72.87	73.62
IF+Z ₅₀	37.45	42.27	58.37	65.83	51.12	63.70	73.04	77.04
IF+P ₅₀	36.10	36.68	55.85	70.29	49.25	63.91	76.83	78.00
IF+PAM ₃	36.24	38.93	56.56	62.41	49.91	61.41	73.29	76.33
F	36.02	41.35	56.64	65.95	51.71	65.33	76.87	80.04
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
C.V.(%)	9.56	11.73	7.67	8.85	5.85	6.86	8.59	6.73

ns; non-significance at $P>0.05$

ความสูงผล เส้นรอบผล และน้ำหนักผลผลิต ของสับปะรด

การจัดการปุ๋ยและชนิดของสารปรับปรุงดิน ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ต่อ ความสูงผลและเส้นรอบผลของสับปะรดในทุกระยะ ที่ทำการศึกษ อย่างไรก็ตาม การใช้ซีโอไลต์ (IF+Z₅₀) ส่งผลให้ความสูงผลและเส้นรอบผลของสับปะรดมี แนวโน้มสูงกว่าได้รับอื่น ๆ จึงทำให้สับปะรดในตำรับ ดังกล่าวน้ำหนักผลสดสูงที่สุดเท่ากับ 1,403 กรัมต่อผล ($P<0.01$) (Table 4) ซึ่งอาจจะเกิดจากการที่ซีโอไลต์เป็น แร่อะลูมิโนซิลิเกตชนิดหนึ่งที่มีโซเดียมและแคลเซียมเป็น องค์ประกอบ แร่ซีโอไลต์มีการเรียงตัวของโครงสร้างอยู่ใน รูปลักษณะของวงแหวนทำให้เกิดช่องว่างภายในเป็น จำนวนมาก มีค่าความจุในการแลกเปลี่ยนแคตไอออน (CEC) สูง จึงสามารถดูดซับธาตุอาหารพืชที่ปลดปล่อย จากปุ๋ยเคมีและช่วยเก็บกักรักษาความชื้นให้กับดิน

(Duangpatra, 2010) สอดคล้องกับ Isuwan and Promchan (2019) ที่รายงานว่า การชะละลายของธาตุ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมมีปริมาณน้อย ที่สุดเมื่อใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ร่วมกับซีโอไลต์ นอกจากนี้ ซีโอไลต์เมื่อสลายตัวจะปลดปล่อยธาตุ แคลเซียม แมกนีเซียม โพแทสเซียม และเหล็ก ให้กับพืช อีกด้วย (Pakpian *et al.*, 1992) ส่วนเพอร์ไลต์ คือ แร่จาก หินภูเขาไฟสามารถดูดน้ำและธาตุอาหารพืชที่ละลาย ในน้ำโดยเฉพาะพืชที่ปลูกในน้ำได้ดี พอลิอะคริลาไมด์ (Polyacrylamide: PAM) นั้นเป็นสารปรับปรุงดินในรูป สารสังเคราะห์ สามารถช่วยเพิ่มอัตราการแทรกซึมน้ำใน ดินเหนียวที่มีโครงสร้างแน่นทึบ (Duangpatra, 2010) ด้วยสมบัติเฉพาะและลักษณะต่าง ๆ ของเพอร์ไลต์ และ พอลิอะคริลาไมด์ จึงอาจไม่เหมาะสมกับการปรับใช้เพื่อ การผลิตสับปะรด เนื่องจากสับปะรดไม่ชอบน้ำท่วมขัง และเนื้อดินที่เป็นดินเหนียว

Table 4 Effects of treatments on height and circumference of pineapple fruits at different growing stage and harvested fruit weight

Treatment	Fruit height (cm)			Fruit circumference (cm)			Harvested fruit weight (g/fruit)
	at different months			at different months			
	9	10	11	9	10	11	
Control	8.09	10.67	11.41	23.04	29.42	32.75	908 ^d
IF	9.83	12.92	13.46	24.33	32.13	35.67	1,056 ^c
IF+Z ₅₀	10.21	13.96	15.04	25.29	33.25	36.46	1,403 ^a
IF+P ₅₀	10.05	13.83	15.21	24.21	32.33	36.25	1,138 ^{bc}
IF+PAM ₃	9.54	13.04	14.54	24.04	32.17	36.74	1,176 ^{bc}
F	10.09	14.25	15.42	24.25	34.04	37.54	1,270 ^b
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**
C.V.(%)	11.16	8.92	8.03	10.52	7.49	9.32	8.51

**, significance at $P<0.01$, ns; non-significance at $P>0.05$

คุณภาพผลผลิตและปริมาณไนโตรเจนในต้นสับปะรด

การจัดการปุ๋ยและสารปรับปรุงดินไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($P>0.05$) ต่อปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (Soluble solids, SS) กรดที่ไทเทรตได้ (Titratable Acidity, TA) และความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของสับปะรด โดยมีค่าอยู่ในช่วง 9.66-11.41 เปอร์เซ็นต์ 9.76-11.77 เปอร์เซ็นต์ และ 2.53-2.82 ตามลำดับ (Table 5) สอดคล้องกับ Isuwan (2015) รายงานว่าการจัดการปุ๋ยไนโตรเจนที่แตกต่างกันไม่มีผลต่อ pH ของแข็งที่ละลายน้ำได้ และเปอร์เซ็นต์กรดซิตริก (Citric acid) ของสับปะรด ในทำนองเดียวกัน Malezieux and Bartholomew (2003) พบว่าการเพิ่มระดับปุ๋ยไนโตรเจนให้กับสับปะรดในแปลงที่มีโพแทสเซียมเพียงพออยู่แล้ว

ไม่ทำให้ของแข็งที่ละลายได้ในน้ำสับปะรดเปลี่ยนแปลงแต่อย่างใด ซึ่งจากการวิเคราะห์ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนของดินที่ใช้ศึกษาปรากฏว่ามีค่าสูง (Table 2) จึงอาจทำให้ของแข็งที่ละลายน้ำได้ในสับปะรดมีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกัน สับปะรดที่ได้รับปุ๋ยทุกตำรับการทดลองมีความเข้มข้นของวิตามินซี (Vitamin C) ไม่แตกต่างกันที่ $P>0.05$ แต่สูงกว่าที่ $P<0.01$ ในตำรับควบคุม เนื่องจากตำรับควบคุมสับปะรดไม่ได้รับปุ๋ย โดยเฉพาะธาตุโพแทสเซียม ที่มีผลต่อการเพิ่มปริมาณวิตามินซีในสับปะรด (Spironello *et al.*, 2004) ทำให้ตำรับดังกล่าวมีความเข้มข้นของวิตามินซีต่ำกว่าตำรับอื่นๆ ที่ได้รับปุ๋ย

Table 5 Effects of treatments on chemical compositions of pineapple fruits

Treatment	Soluble solids (%)	Titratable acidity % (w/v) in juice	Vitamin C % (w/v) in juice	pH
Control	11.31	9.76	7.13 ^c	2.82
IF	11.41	11.77	9.65 ^{ab}	2.78
IF+Z ₅₀	10.62	11.01	9.16 ^{ab}	2.64
IF+P ₅₀	10.42	9.81	9.84 ^{ab}	2.64
IF+PAM ₃	9.66	10.59	9.28 ^{ab}	2.53
F	10.03	9.89	10.52 ^a	2.56
F-test	ns	ns	**	ns
C.V.(%)	11.31	16.07	11.25	5.88

**, significance at $P<0.01$, ns; non-significance at $P>0.05$

รายได้และประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์จากปุ๋ย

ตำรับการทดลอง IF+Z₅₀ มีรายได้หลังหักต้นทุนค่าปุ๋ยเคมีและสารปรับปรุงดินมากที่สุด (66,871 บาทต่อไร่) แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($P>0.05$) กับตำรับการทดลอง IF+P₅₀ IF+PAM₃ และ F (52,312, 55,814 และ

61,650 บาทต่อไร่ ตามลำดับ) แต่สูงกว่า ($P<0.05$) กับตำรับทดลอง C และ IF (Table 6) โดย Pakpian *et al.* (1992) รายงานว่าการใช้สารปรับปรุงดินช่วยเพิ่มสมรรถนะและประสิทธิภาพการผลิตพืชจึงทำให้มีรายได้สูงตามไปด้วย

การจัดการปุ๋ยตามวิธีเกษตรกร (F) ส่งผลให้ สับปะรดมีประสิทธิภาพการผลิตพืชสูงสุด (51.33 กก. ผลผลิต/กก. N) ไม่แตกต่าง ($P>0.05$) กับตำรับทดลอง IF+Z₅₀ (49.14 กก. ผลผลิต/กก. N) แต่สูงกว่า ($P<0.01$) ตำรับการทดลอง IF, IF+P₅₀ และ IF+PAM₃ ที่มีค่าเท่ากับ 22.40, 29.38 และ 23.24 กก. ผลผลิต/กก. N ตามลำดับ Osotsapar *et al.* (2008) รายงานว่า ประสิทธิภาพการผลิตพืชสูงขึ้นเมื่อใช้ปุ๋ยในอัตราที่ลดลง โดยจากการทดลอง ตำรับทดลอง F มีการใส่ปุ๋ยเคมีในอัตราที่ต่ำกว่า ตำรับการทดลองอื่น นอกจากนี้ วัสดุปรับปรุงดิน หรือ สารอินทรีย์ต่าง ๆ ที่มีความสามารถในการดูดซับและเก็บ

กักธาตุอาหารยังมีส่วนช่วยในการเพิ่มผลผลิตและเพิ่ม ประสิทธิภาพการผลิตพืช Isuwan (2016; 2017) รายงาน ว่า ประสิทธิภาพการผลิตพืชมีค่าสูงเมื่อมีการใส่ปุ๋ยตามค่า วิเคราะห์ดินร่วมกับการใส่วัสดุอินทรีย์ ดังนั้น สับปะรด ในตำรับทดลอง IF+Z₅₀ ที่ได้รับปริมาณธาตุอาหาร ที่เหมาะสม และมีซีโอไลต์ซึ่งเป็นวัสดุปรับปรุงดินที่มี ศักยภาพสูง สับปะรดในตำรับทดลองดังกล่าว จึงมี น้ำหนักผลผลิตและประสิทธิภาพการผลิตพืชที่สูง ส่งผล ให้รายได้หลังหักต้นทุนค่าปุ๋ยและค่าวัสดุปรับปรุงดินสูง ตามไปด้วย

Table 6 Effects of treatments on economic returns and agronomic nitrogen use efficiency of pineapple

Treatment	Income over cost of fertilizers and soil conditioners (Baht/rai)	Agronomic nitrogen use efficiency (kg fruit/kg fertilizer N)
Control	45,757 ^b	-
IF	49,889 ^b	22.40 ^b
IF+Z ₅₀	66,871 ^a	49.14 ^a
IF+P ₅₀	52,312 ^{ab}	29.38 ^b
IF+PAM ₃	55,814 ^{ab}	23.24 ^b
F	61,650 ^{ab}	51.33 ^a
F-test	0.02*	0.01**
C.V.(%)	14.59	17.68

**, significance at $P<0.05$, **, significance at $P<0.01$, price of fertilizers and soil conditioners (Baht/kg), 21-0-0: 8.00, 46-0-0: 11.77, 18-46-0: 17.56, 0-0-60: 15.09, 15-5-20: 11.00, Zeolite: 10, Perlite: 34, Polyacrylamide: 30 and pineapple price: 7 Baht/kg

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาการจัดการปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ร่วมกับสารปรับปรุงดินเพื่อการผลิตสับปะรดในชุดดิน ปราณบุรี สรุปได้ว่า ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน (70-30-40

กก. N-P₂O₅-K₂O ต่อไร่) ร่วมกับการใช้ซีโอไลต์ในอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้สับปะรดมีน้ำหนักผลสดและ รายได้หลังจากหักต้นทุนค่าปุ๋ยเคมีและสารปรับปรุงดิน รวมถึงมีประสิทธิภาพการผลิตพืชสูงกว่าการจัดการปุ๋ย และการใส่สารปรับปรุงดินชนิดอื่น ดังนั้น การจัดการตาม

แนวทางดังกล่าวจึงเป็นแนวปฏิบัติที่เหมาะสมสำหรับการผลิตสับปะรด

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษานี้ได้รับทุนอุดหนุนวิจัยจากเงินงบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ 2560 จากสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยศิลปากร

เอกสารอ้างอิง

- Agassi, M., I. Shainberg and J. Morin. 1990. Slope, aspect and phosphogypsum effects on runoff and erosion. **Soil Science Society of America Journal** 54(4): 1102-1106.
- AOAC. 1990. **Official Methods of Analysis of AOAC; Food Composition; Additives; Natural Contaminants** (Vol.II). 338 p. In Helrich, K. (ed). Arlington: AOAC.
- Bray, R.H. and L.T. Kurtz. 1995. Determination of total organic and available forms of phosphorus in soil. **Soil Science** 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. Madison WI: American Society of Agronomy.
- Chalermchai, P. 1999. **Application of Shrimp Pond Sludge in Combination with Chemical Fertilizers for Nutrient Leaching and Plant Growth**. Bachelor Special Problem. Kasetsart University. 72 p. [in Thai]
- Chareansuk, P. 2010. **Effects of Chemical Fertilizer Application with Perlite on Growth and Yield of Maize (*Zea mays* L.) Planted in Kamphaeng Saen Soil Series**. Master Thesis. Kasetsart University. 12 p. [in Thai]
- Department of Agriculture. 2003. **Good Agriculture Practices (GAP)**. Bangkok: Ministry of Agriculture and Cooperatives. Thailand. 13 p. [in Thai]
- Dewis, J. and F.C.R. Freitas. 1970. **Physic and Chemical Methods of Soil and Water Analysis**. Soil Bull No 10. Rome: FAO. 286 p.
- Duangpatra, P. 2010. **Soil Conditioners**. Bangkok: Kasetsart University Press. 256 p. [in Thai]
- Fageria, N.K. 1992. **Maximizing Crop Yields**. New York: Marcel Dekker, Inc. 274 p.
- FAO. 1974. **The Euphrates Pilot Irrigation Project: Methods of Soil Analysis, Gated Soil Laboratory (A Laboratory Manual)**. Rome: Food and Agriculture Organization. 120 p.
- Horneck, D.A., D.M. Sullivan, J.S. Owen and J.M. Hart. 2011. **Soil Test Interpretation Guide**. Corvallis: Oregon State University. 7 p.

- Isuwan, A. 2015. Effects of management methods and types of nitrogen fertilizers on production, fruit quality and nitrogen use efficiency of pineapple grown on Tha Yang soil series. **Khon Kaen Agriculture Journal** 43(1): 141-150. [in Thai]
- _____. 2016. The effects of site-specific fertilizer management on yield and fertilizer nitrogen use efficiency of Supanburi 1 rice grown on Wattana soil series. **Khon Kaen Agriculture Journal** 44(3): 383-390. [in Thai]
- _____. 2017. Productivity of Phitsanulok-2 rice grown on Bang Len soil series and received soil analysis-based fertilizers. **Journal of Agricultural Research and Extension** 34(2): 14-24. [in Thai]
- Isuwan, A. and T. Promchan. 2019. Effects of a Combination Use of Soil Conditioners and Fertilizers on Leaching of Plant Nutrients. pp. 2612-2619. *In* **The 11st NPRU National Academic Conference Research Builds Innovation for the Local and Thailand Development toward Disruptive Society, 11-12 July 2019**. Nakhorn Pathom: Research and Development Institute, Nakhon Pathom Rajabhat University. [in Thai]
- Jackson, M.L. 1958. **Soluble Salt Analysis for Soils and Water: Soil Chemical Analysis**. Englewaed Cliffs, N.J: Prentice Hall, Inc. 251 p.
- Malezieux, E. and D.P. Bartholomew. 2003. Plant Nutrition. pp. 143-165. *In* Bartholomew, D.P., R. Paull and K.G. Rohrbach, (eds.). **The Pineapple: Botany, Production and Uses**. Wallingford: CAB International.
- McLean, E.O. 1982. Soil pH and Lime Requirement. pp. 199-224. *In* Page, A.L. (ed.). **Methods of Soil Analysis: Agron. NO.9, Part 2: Chemical and Microbiological Properties**. 2nd. Madison, WI: American Society of Agronomy.
- Miller, W.P. 1987. Infiltration and soil loss of three gypsum-amended ultisols under simulated rainfall. **Soil Science Society of America Journal** 51(5): 1314-1320.
- Office of Agricultural Economics. 2017. **Agricultural Statistics of Thailand Planting in 2017**. Bangkok: Ministry of Agriculture and Cooperatives. 222 p. [in Thai]
- Omotoso, S.O., and E.A. Akinrinde. 2013. Effect of nitrogen fertilizer on some growth, yield and fruit quality parameters in pineapple (*Ananas comosus* L. Merr.) plant at Ado-Ekiti Southwestern, Nigeria. **International Research Journal of Agricultural Science and Soil Science** 3(1): 11-16.
- Osotsapar, Y., A. Wongmaneeroj and C. Hongproyoon. 2008. **Fertilizer for Sustainable Agriculture**. Bangkok: Kasetsart University Press. 519 p. [in Thai]

- Pakpian, P., S. Attajarusit, P. Somnus and P. Pongsakul. 1992. Guidelines for zeolite use to reduce pollution and increase agricultural productivity. **Soils-Fertilizer Journal** 14(4): 337-341. [in Thai]
- Panuccio, M.R., A. Sorgona, M. Rizzo and G. Cacco. 2009. Cadmium adsorption on vermiculite, zeolites and pumice: batch experimental studies. **Journal of Environmental Management** 90(1): 364-374.
- Peech, M., L.T. Alexander, L.A. Deanand and J.F. Reed. 1947. **Method of Soil Analysis for Soil Fertility Investigation**. Circular- United States: Department of Agriculture. 25 p.
- Prihar, S.S., P.R. Gajri, D.K. Benbiand and V.K. Arora. 2000. **Intensive Cropping Efficient Use of Water, Nutrients and Tillage**. New York: Food Products Press. 264 p.
- Sojka, R.E., D.L. Bjorneberg, J.A. Entry, R.D. Lentz and W.J. Orts. 2007. Polyacrylamide in agricultureand environmental land management. **Advance in Agronomy** 92: 75-162.
- Spironello, A., J. A. Quaggio, L.A.J. Teixeira, P.R. Furlani and J.M.M. Sigrist. 2004. Pineapple yield and fruit quality effected by NPK fertilization in a tropical soil. **Revista Brasileira de Fruticultura** 26(1): 155-159.
- Thanimmarn, N., S. Anusontpornperm, A. Suddhiprakarn, S. Thanachit and P. Petprapai. 2014. Use of perlite, chicken manure and zinc foliar application for improving yields of cassava grown in Yasothon soil. **Khon Kaen Agriculture Journal** 42(2): 189-200. [in Thai]
- Verapattananirund, P. 2009. **Suggestions for fertilizer application based on soil analysis, field crops, vegetables, fruit and perennials**. [Online]. Available http://www.ssnm.info/know/plant_soilte_stkit (10 October 2020). [in Thai]
- Walkley, A. 1947. A critical examination of a rapid method for determining organic carbon in soil: effect of variation in digestion conditions and of organic soil constituents. **Soil Science** 63(4): 251-263.
- Warrington, D., I. Shainberg, M. Agassi and J. Morin. 1989. Effect of slope and phosphogypsum on runoff and erosion. **Soil Science Society of America Journal** 53(4): 1201-1205.
- Xu, S., L. Zhang, N.B. McLaughlin, J. Mi, Q. Chen and J. Liu. 2015. Effect of synthetic and natural water absorbing soil amendment soil physical properties under potato production in a semi-arid region. **Soil & Tillage Research** 148: 31-39.

ผลการใช้ปุ๋ยหมักมูลจิ้งหรีดและมูลหนอนนกอัดเม็ดต่อสมบัติดินและผลผลิตข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1

Effect of Cricket Frass and Mealworm Waste Compost Pellet Applications on Soil Properties and Yield of Pathum Thani 1 Rice

ปรัชวณี พิบำรุง

Prachwanee Pibumrung

สาขาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา พระนครศรีอยุธยา 13000

Plant Production Technology, Faculty of Science and Technology, Phranakhon Si Ayutthaya Rajabhat University

Phranakhon Si Ayutthaya, Thailand 13000

Corresponding author: prachwaneepibumung@gmail.com

Received: November 23, 2020

Revised: September 10, 2021

Accepted: November 01, 2021

Abstract

The objective of this research was to study the effects of compost pellet, cricket frass and mealworm waste on soil properties and production of rice varieties Pathum Thani 1 in Ang Thong province. The experiment was designed by Randomized Completely Block Design (RCBD), consisted of 7 treatments, 4 replications as followed: 1) farmer method (control), 2) cricket frass pellet, 3) mealworm waste pellet, 4) cricket frass pellet and mealworm waste pellet, 5) cricket frass with phosphate rock pellet, 6) mealworm waste with phosphate rock pellet and 7) cricket frass with phosphate rock pellet and mealworm waste with phosphate rock pellet. The results found that all treatments of applying pellet, cricket frass and mealworm waste resulted in the higher organic matter, content between 1.56-1.60% and the lower soil density between 1.52-1.55 g/cm³, and differ statistically from farmers' methods ($p < 0.05$). All treatments with fertilizer applications resulted in higher macronutrient content in the soil. Effect of mealworm waste with phosphate rock pellet on soil phosphorus content (49.25 mg/kg) was significantly higher than that of the farmer's method (35.01 mg/kg). All fertilization treatments affected soil nitrogen and soil potassium contents but were not significantly different. However, for the productivity of rice, Pathum Thani 1, it was found that all treatments gave the average rice yield between 679.45-704.97 kg/rai, and was not significantly different ($p < 0.05$).

Keywords: cricket frass, mealworm waste, pellet compost, soil properties, rice yield

บทคัดย่อ

การวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาผลของการใส่ปุ๋ยหมักมูลจิ้งหรีดและปุ๋ยหมักมูลหนอนนกอัดเม็ดต่อสมบัติดิน และผลผลิตข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 ในจังหวัดอ่างทอง วางแผนการทดลองแบบสุ่มภายในบล็อกสมบูรณ์ (RCBD) ประกอบด้วย 7 กรรมวิธี ๆ ละ 4 ซ้ำ ได้แก่ 1) วิถีเกษตรกร (ควบคุม) 2) การใส่ปุ๋ยอัดเม็ดมูลจิ้งหรีด 3) การใส่ปุ๋ยอัดเม็ดมูลหนอนนก 4) การใส่ปุ๋ยอัดเม็ดมูลจิ้งหรีดร่วมกับปุ๋ยอัดเม็ดมูลหนอนนก 5) การใส่ปุ๋ยอัดเม็ดมูลจิ้งหรีดผสมหินฟอสเฟต 6) การใส่ปุ๋ยอัดเม็ดมูลหนอนนกผสมหินฟอสเฟต และ 7) การใส่ปุ๋ยอัดเม็ดมูลจิ้งหรีดผสมหินฟอสเฟตร่วมกับปุ๋ยอัดเม็ดมูลหนอนนกผสมหินฟอสเฟต ผลการทดลองพบว่า การใส่ปุ๋ยอัดเม็ดมูลจิ้งหรีดและมูลหนอนนกทุกกรรมวิธี ส่งผลต่อปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินสูงขึ้นระหว่าง 1.56-1.60% และค่าความหนาแน่นรวมดินลดต่ำลงระหว่าง 1.52-1.55 กรัม/ลบ.ซม. แตกต่างกับกรรมวิธีเกษตรกรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) และการใส่ปุ๋ยทุกกรรมวิธีส่งผลต่อปริมาณธาตุอาหารหลักในดินสูงขึ้น โดยการใส่ปุ๋ยอัดเม็ดมูลหนอนนกผสมหินฟอสเฟต ส่งผลให้ปริมาณฟอสฟอรัสในดิน (49.25 มก./กก.) สูงกว่ากรรมวิธีเกษตรกร (35.01 มก./กก.) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่การใส่ปุ๋ยทุกกรรมวิธีส่งผลต่อปริมาณไนโตรเจน และโพแทสเซียมในดินไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) อย่างไรก็ตามด้านผลผลิตข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 พบว่าการใส่ปุ๋ยทุกกรรมวิธีให้ผลผลิตข้าวเฉลี่ยระหว่าง 679.45-704.97 กก./ไร่ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

คำสำคัญ: มูลจิ้งหรีด มูลหนอนนก ปุ๋ยหมักอัดเม็ด สมบัติดิน ผลผลิตข้าว

คำนำ

มูลและสิ่งขับถ่ายจากแมลงมีธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมที่ทดแทนปุ๋ยแร่ธาตุได้ ช่วยลดการสูญเสียธาตุอาหารพืชในดิน ส่งผลต่อการเพิ่มกิจกรรมและความหลากหลายของจุลินทรีย์ดิน (Houben *et al.*, 2020) การนำมูลและของเสียจากการเลี้ยงแมลงไปผลิตเป็นปุ๋ยจำหน่ายเชิงพาณิชย์ จึงเป็นการใช้ทรัพยากรในฟาร์มให้เกิดประโยชน์สูงสุด (Hanboonsong, 2018) เนื่องจากแมลงที่บริโภคได้ตอบสนองต่อความต้องการปริมาณโปรตีนที่เพิ่มขึ้นของประชากรในเศรษฐกิจอาหารโลก ทั้งการใช้เป็นอาหารทางเลือก และอาหารสัตว์ (Mancini *et al.*, 2019) เช่นเดียวกับประเทศไทยที่ตลาดอาหารแมลงเติบโตอย่างต่อเนื่อง ฟาร์มเพาะเลี้ยงแมลงเพื่อการบริโภคและอาหารสัตว์มีความสำคัญมากขึ้น มีการพัฒนามาตรฐานการปฏิบัติการเกษตรที่ดี (GAP) สำหรับฟาร์มจิ้งหรีด (มกษ. 8202-2560) โดยเฉพาะ มีรายงานว่า การเพาะเลี้ยงจิ้งหรีดนั้นจะได้มูลจิ้งหรีดประมาณหนึ่งในสามส่วนของอาหารที่กินเข้าไป และมูลจิ้งหรีดมีธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ร้อยละ 3.0, 5.0 และ 5.0 ตามลำดับ (Royal Irrigation Department, 2017) มูลและสิ่งขับถ่าย รวมทั้งของเสียที่เกิดขึ้นในการเลี้ยงจิ้งหรีด จึงใช้เป็นปุ๋ยหรือสารทดแทนปุ๋ยได้ (Halloran *et al.*, 2017; Hanboonsong, 2018)

ส่วนหนอนนก (*Tenebrio molitor*) เรียกกันทั่วไปว่า Mealworm เป็นแมลงที่มีแนวโน้มสัดส่วนสูงสุดสำหรับภาคอาหารเพื่อการบริโภคและอาหารสัตว์ มีองค์ประกอบทางโภชนาการสูง และมีการผลิตในระดับอุตสาหกรรม (Mancini *et al.*, 2019) ด้านการใช้มูลหนอนนกเป็นปุ๋ยอินทรีย์นั้น มีรายงานว่า มูลหนอนนกเป็นวัสดุเหลือทิ้งในฟาร์มที่มีความเหมาะสมในการใช้เป็นปุ๋ยเพิ่มธาตุอาหารพืช และปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อม

เนื่องจากหนอนนกกต้องได้รับอาหารและพืชผักที่ไม่มีสารพิษตกค้าง (Boonlun, 2013) มูลหนอนนกมีปริมาณธาตุอาหารหลักไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ร้อยละ 4.27, 3.76 และ 1.49 ตามลำดับ ใช้เป็นปุ๋ยคอกในการผลิตมะเขือยาวในระบบเกษตรอินทรีย์ให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงกว่าการใช้มูลวัว (Pibumrung and Suwintrakorn, 2015) และมีธาตุอาหารเพียงพอต่อการพัฒนาใช้เป็นปุ๋ยอินทรีย์น้ำในระบบไฮโดรโปนิกส์ (Pibumrung and Thammajetana, 2018) ดังนั้นงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการใช้ปุ๋ยหมักมูลจิ้งหรีด และมูลหนอนนกอัดเม็ดต่อสมบัติดินองค์ประกอบ และผลผลิตข้าวปทุมธานี 1 เพื่อให้ได้ข้อมูลสำหรับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์จากมูลจิ้งหรีดและมูลหนอนนกอย่างมีประสิทธิภาพ นำไปพัฒนาการใช้ประโยชน์สิ่งขับถ่ายและวัสดุเหลือใช้เพื่อการจัดการฟาร์มแมลงและการเกษตรอย่างยั่งยืนต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

ดำเนินการทดลองในพื้นที่ปลูกข้าวของเกษตรกรตำบลเทวราช อำเภอลำทะเมนชัย จังหวัดอ่างทอง ชุดดินสิงห์บุรี (Very-fine, mixed, semiactive, nonacid, isohyperthermic Vertic Endoaquepts) (Department of Land Development, 2005) วางแผนการทดลองแบบสุ่มภายในบล็อกสมบูรณ์ (RCBD) ประกอบด้วย 7 กรรมวิธี ๆ ละ 4 ซ้ำ ได้แก่ 1) วิธีเกษตรกร (ควบคุม) 2) การใส่ปุ๋ยอัดเม็ดมูลจิ้งหรีด (อัตรา 573.39 กก./ไร่) 3) การใส่ปุ๋ยอัดเม็ดมูลหนอนนก (อัตรา 684.93 กก./ไร่) 4) การใส่ปุ๋ยอัดเม็ดมูลจิ้งหรีด (อัตรา 286.70 กก./ไร่) ร่วมกับปุ๋ยอัดเม็ดมูลหนอนนก (อัตรา 342.47 กก./ไร่) 5) การใส่ปุ๋ยอัดเม็ดมูลจิ้งหรีดผสมหินฟอสเฟต (อัตรา 596.66 กก./ไร่) 6) การใส่ปุ๋ยอัดเม็ดมูลหนอนนกผสมหินฟอสเฟต (อัตรา 788.64 กก./ไร่) และ 7) การใส่ปุ๋ยอัดเม็ดมูลจิ้งหรีดผสมหินฟอสเฟต (อัตรา

298.33 กก./ไร่) ร่วมกับปุ๋ยอัดเม็ดมูลหนอนนกผสมหินฟอสเฟต (อัตรา 394.32 กก./ไร่) สำหรับวิธีการใส่ปุ๋ยของเกษตรกร (ควบคุม) ครั้งที่ 1 ใส่มูลโคอัตรา 300 กก./ไร่ และปุ๋ยเคมีสูตร 16-20-0 อัตรา 30 กก./ไร่ ในการไถเตรียมดิน และใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 16-20-0 ครั้งที่ 2 เมื่อข้าวอายุ 15 วัน อัตรา 10 กก./ไร่ และครั้งที่ 3 อัตรา 10 กก./ไร่ สำหรับการใส่ปุ๋ยตามกรรมวิธีการทดลองนั้น วิเคราะห์ดินในพื้นที่ศึกษามีไนโตรเจนเฉลี่ยระดับปานกลาง (0.10-0.14%) ปริมาณอินทรีย์วัตถุเฉลี่ยระดับค่อนข้างต่ำ (1.26-1.32%) สำหรับข้าวไม่ไวต่อช่วงแสง ควรใช้ปริมาณไนโตรเจนในรูปปุ๋ยเคมี อัตรา 12.5 กก.ไนโตรเจน/ไร่ ตามค่าวิเคราะห์ดิน (Office of Rice Research and Development, 2009) แต่เนื่องจากปุ๋ยอินทรีย์มีข้อจำกัดด้านการปลดปล่อยธาตุอาหารจึงใส่ในอัตราเพิ่มขึ้น 2 เท่า (Poomipan *et al.*, 2017) เท่ากับอัตรา 25 กก.ไนโตรเจน/ไร่ (โดยคำนวณจากปริมาณไนโตรเจนของปุ๋ยหมักอัดเม็ดแต่ละกรรมวิธี) และแบ่งใส่ 3 ครั้ง โดยครั้งแรกใส่ในการไถเตรียมดิน อัตรา 10 กก./ไร่ ครั้งที่ 2 เมื่อข้าวอายุ 15 วัน อัตรา 10 กก./ไร่ และครั้งที่ 3 ก่อนข้าวออกดอก อัตรา 5 กก./ไร่ ทำแปลงย่อย 4x5 เมตร ใช้ข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 ปลูกโดยวิธีหว่านน้ำตาม อัตราเมล็ดพันธุ์ 15 กก./ไร่ ทำการตีดินแล้วขังน้ำในแปลงนา 20 วัน ให้ตอซังและหญ้าเน่าเปื่อย จากนั้น 15 วัน ทำการคราดดิน และหว่านเมล็ดข้าว เมื่อข้าวงอกพ่นปุ๋ยหมักน้ำสูตรผลไม้ (0.24% N, 0.12% P, 0.30% K, EC = 11.47 dS/m, pH = 4.63) เจือจาง ทุก 15 วัน (อัตราส่วนปุ๋ยหมักน้ำต่อน้ำเท่ากับ 1:20) ป้องกันกำจัดศัตรูพืชด้วยน้ำหมักสะเดา ควบคุมระดับน้ำ 5-10 ซม. หลังข้าวออกรวง 2 สัปดาห์ ปล่อยน้ำออกเตรียมเก็บเกี่ยว

การเตรียมปุ๋ยอัดเม็ดมูลจิ้งหรีดและปุ๋ยอัดเม็ดมูลหนอนนก

ผสมมูลจิ้งหรีด และมูลหนอนนกตามสูตร (Table 1) ละลายสารเร่งซูเปอร์ พด.1 สารละลายสาร

เร่งซูปเปอร์พด.9 และเชื้อราไตรโครเดอร์มาสดจากการขยายเชื้อในข้าวสุก คลุกเคล้าให้เข้ากัน ปรับความชื้นประมาณ 30-35% ตั้งกองความสูง 30 ซม. กลับกองและรดน้ำเพิ่มความชื้นสัปดาห์ละ 1 ครั้ง ครบ 60 วัน นำตัวอย่างปุ๋ยหมักที่ได้มาทดสอบการย่อยสลายสมบูรณ์โดยการวัดค่าดัชนีการงอกของเมล็ดพืช (Germination Index; GI) ของทุกกรรมวิธีมีค่าระหว่าง 92.64-108.80% จากนั้นนำปุ๋ยหมัก (ความชื้น $\leq 30\%$ โดยน้ำหนัก) ผสมปุ๋ยหมักน้ำสูตรผลไม้ (0.24% N, 0.12% P, 0.30% K, EC = 11.47 dS/m, pH = 4.63) โดยเจือจางปุ๋ยหมักน้ำ

ต่อน้ำเท่ากับ 1:10 อัตราผสมปุ๋ยหมัก 5 กก.ต่อปุ๋ยหมักน้ำเจือจาง 1 ลิตร คลุกเคล้าประสานขึ้นรูปเป็นปุ๋ยอัดเม็ดเพื่อลดการฟุ้งกระจาย สะดวกต่อการนำไปใช้และการจำหน่ายในเชิงพาณิชย์ วิเคราะห์ความเป็นกรด-ด่าง การนำไฟฟ้า ปริมาณอินทรีย์วัตถุ อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมของปุ๋ยหมัก และปุ๋ยหมักอัดเม็ดตามกรรมวิธีวิเคราะห์ ปุ๋ยอินทรีย์ของกรมวิชาการเกษตร (Department of Agriculture, 2008)

Table 1 Formula of compost and pellet in this experiment

Fertilizer formula	Compost (ingredients by weight)						Pellet	
	Cricket frass	Mealworm waste	Rock phosphate	LDD 1	LDD 9	<i>Trichoderma</i> spp.	Compost (kg)	Bio extract (l)
Cricket frass compost (CFC)	95%	-	-	2%	2%	1%	5	1
Mealworm waste compost (MWC)	-	95%	-	2%	2%	1%	5	1
Cricket frass with rock phosphate compost (CFPC)	85%	-	10%	2%	2%	1%	5	1
Mealworm waste with rock phosphate compost (MWPC)	-	85%	10%	2%	2%	1%	5	1

LDD 1 = super LDD 1 microbial activator, LDD 9 = super LDD 9 microbial activator

การเก็บตัวอย่างดินและพืช

ทำการเก็บตัวอย่างดินก่อนใส่ปุ๋ยและหลังการเก็บเกี่ยวที่ระดับความลึก 0-30 ซม. โดยแยกเก็บเป็นตัวอย่างดินที่ไม่ถูกรบกวนโดยใช้กระบอกลอยเก็บตัวอย่างดินเพื่อวิเคราะห์ความหนาแน่นรวมของดิน (Blake and Hartge, 1986) และเก็บตัวอย่างดินแบบถูกรบกวน นำไปวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง (1:1 ดิน:น้ำ) ค่าการนำไฟฟ้า (1:10 ดิน:น้ำ) ปริมาณอินทรียวัตถุ (Walkley and Black, 1934) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โดยวิธี Bray II (Wantanabe and Olsen, 1962) ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ โดยการสกัดดินด้วย 1 N NH_4OAc (pH 7.0) (Pratt, 1965) สำหรับข้อมูลองค์ประกอบและผลผลิตข้าว ทำการบันทึกผลในระยะเก็บเกี่ยว ได้แก่ จำนวนรวง/กอ เมล็ดตีดอรวง %เมล็ดลีบ และน้ำหนักข้าวเปลือก 100 เมล็ด และผลผลิตเฉลี่ย/ไร่

การวิเคราะห์ข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างกรรมวิธีการทดลองด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

ผลการทดลองและวิจารณ์

สมบัติของมูลจิ้งหรีดและมูลหนอนนก ปุ๋ยหมัก และปุ๋ยอัดเม็ดมูลจิ้งหรีดและมูลหนอนนก

ปริมาณธาตุอาหารหลักรวมเฉลี่ยของมูลจิ้งหรีด (9.39%) มีค่าต่ำกว่ามูลหนอนนก (10.99%) โดยมูลจิ้งหรีดมีปริมาณไนโตรเจนเฉลี่ยสูงกว่ามูลหนอนนก แต่มูลหนอนนกมีปริมาณฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมเฉลี่ยสูงกว่ามูลจิ้งหรีด (Table 2) เนื่องจากจิ้งหรีดมีค่าตอบแทนผลผลิตสูง เกษตรกรจึงใช้อาหารสำเร็จรูปโปรตีนสูงในการเลี้ยง เพื่อให้อัตราการเจริญเติบโต และน้ำหนักตัวสูงกว่าได้อาหารจากธรรมชาติเพียงอย่างเดียว (Hanboonsong *et al.*, 2013) ในการศึกษาครั้งนี้กลุ่ม

ตัวอย่างทั้งหมดใช้อาหารสำเร็จรูปสำหรับปศุสัตว์ขนาดเล็ก หรืออาหารสำเร็จรูปสำหรับจิ้งหรีด และหนอนนก (ปริมาณโปรตีน $\geq 21\%$) เป็นอาหารหลัก รวมทั้งให้พืชผักและผลไม้เป็นอาหารเสริมในการเลี้ยง โดยการเลี้ยงหนอนนกใช้อาหารสำเร็จรูปในอัตราที่ต่ำกว่าการเลี้ยงจิ้งหรีด เนื่องจากหนอนนกใช้เป็นอาหารสำหรับสัตว์เกษตรกรจึงลดต้นทุนอาหารสำเร็จรูป และเพิ่มสัดส่วนอาหารเป็นพืชผักจากธรรมชาติทดแทน ส่งผลให้ปริมาณไนโตรเจนรวมเฉลี่ยของมูลจิ้งหรีดสูงกว่ามูลหนอนนก มูลไก่ และมูลสัตว์โดยทั่วไป

ด้านสมบัติของปุ๋ยหมัก และปุ๋ยอัดเม็ด พบว่าปุ๋ยหมัก และปุ๋ยอัดเม็ดมูลจิ้งหรีด และมูลหนอนนกทุกสูตร มีสมบัติและปริมาณธาตุอาหารผ่านเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ (Department of Agriculture, 2014) โดยปุ๋ยหมักและปุ๋ยอัดเม็ดมูลจิ้งหรีด และมูลหนอนนกทุกสูตร มีค่าความเป็นกรด-ด่างเป็นกลางถึงด่างเล็กน้อย โดยเฉพาะปุ๋ยหมักและปุ๋ยอัดเม็ดมูลจิ้งหรีด และมูลหนอนนกที่มีส่วนผสมของหินฟอสเฟตนอกจากจะมีปริมาณฟอสฟอรัสเพิ่มขึ้นแล้ว ค่าความเป็นกรด-ด่างยังเพิ่มขึ้นเล็กน้อย เนื่องจากหินฟอสเฟตนั้นสามารถละลายได้ดีในสภาพเป็นกรดช่วยเพิ่มค่าความเป็นกรด-ด่าง รวมทั้งเพิ่มปริมาณฟอสฟอรัส และแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนที่ได้ (Dib *et al.*, 2006) ด้านปริมาณไนโตรเจนรวมของปุ๋ยหมัก และปุ๋ยอัดเม็ด ที่มีค่าต่ำกว่าปริมาณไนโตรเจนรวมของมูลจิ้งหรีดและมูลหนอนนกที่เป็นวัตถุดิบตั้งต้นนั้น แสดงให้เห็นว่ามีการสูญเสียไนโตรเจนในกระบวนการทำปุ๋ยหมักด้วยเช่นกัน ซึ่งสาเหตุหลักการสูญเสียไนโตรเจนระหว่างการทำปุ๋ยหมัก เกิดขึ้นจากกลไกการระเหยของแอมโมเนียและออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x) รวมทั้งการสูญเสียไนโตรเจนที่ละลายน้ำได้โดยการชะละลาย (Yang *et al.*, 2019) อย่างไรก็ตามปุ๋ยอัดเม็ดมูลจิ้งหรีด และมูลหนอนนกมีสมบัติและปริมาณธาตุอาหารหลักไม่แตกต่างจากปุ๋ยหมักตั้งต้นในแต่ละกรรมวิธีมากนัก ทั้งนี้เนื่องจากชนิดของวัตถุดิบเป็นปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อคุณภาพของปุ๋ยอัดเม็ด

มากกว่ากระบวนการผลิต ซึ่งขั้นตอนการผสม การปั่นเม็ด และการลดความชื้นนั้น ส่งผลต่อคุณภาพปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดเพียงเล็กน้อย (Ritruangdej, 2011)

สมบัติของดินก่อนและหลังการใส่ปุ๋ยอัดเม็ดมูลจิ้งหรีด และมูลหนอนนก

ดินก่อนการใส่ปุ๋ยทุกกรรมวิธีมีสมบัติไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 3) โดยมีค่าความหนาแน่นรวมเฉลี่ยระหว่าง 1.55-1.58 กรัม/ลบ.ซม. ค่าความเป็นกรด-ด่างเฉลี่ยเป็นกรดเล็กน้อย (6.44-6.50) ปริมาณอินทรีย์วัตถุเฉลี่ยระดับต่ำ (1.26-1.32%) ปริมาณไนโตรเจนรวมเฉลี่ยระหว่าง 0.10-0.14% ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เฉลี่ยระดับต่ำถึงปานกลาง (9.23-10.65 มก./กก.) และโพแทสเซียมเฉลี่ยระดับปานกลาง (40.52-50.19 มก./กก.) หลังการเก็บเกี่ยวพบว่า ดินมีปริมาณอินทรีย์วัตถุเฉลี่ยสูงขึ้นอยู่ในระดับปานกลาง (1.50-1.60%) ความหนาแน่นรวมเฉลี่ย (1.52-1.61 กรัม/ลบ.ซม.) ระดับความเป็นกรด-ด่างเฉลี่ยเป็นกลาง (6.61-6.93) และปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูงขึ้นอยู่ระดับปานกลาง (35.01-49.25 มก./กก.) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยในกรรมวิธีเกษตรกรรมดินมีค่าความหนาแน่นรวมเฉลี่ยสูงสุด (1.61 กรัม/ลบ.ซม.) แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับทุกกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยอัดเม็ด แสดงให้เห็นว่าการใส่ปุ๋ยมีอิทธิพลต่อความหนาแน่นรวมของดินที่ลดลง เนื่องจากปริมาณอินทรีย์วัตถุในปุ๋ยหมักช่วยเพิ่มช่องว่างในดินได้แตกต่างกันไปตามชนิดและอัตราการใส่ปุ๋ยหมัก (Kranz *et al.*, 2020) สอดคล้องกับปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินที่สูงขึ้นหลังการใส่ปุ๋ยอัดเม็ดทุกกรรมวิธี สำหรับปริมาณธาตุอาหารหลักในดิน พบว่าการใส่ปุ๋ยอัดเม็ดทุกกรรมวิธีส่งผลให้ปริมาณไนโตรเจนรวมเฉลี่ยสูงขึ้น (0.12-0.18%) และโพแทสเซียมรวมเฉลี่ยสูงขึ้นอยู่ในระดับสูง (77.01-90.40 มก./กก.) และไม่มี ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่กรรมวิธีการใส่ปุ๋ยอัดเม็ดมูลหนอนนกผสมหินฟอสเฟต

ให้ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินเฉลี่ยสูงสุด (49.25 มก./กก.) แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีเกษตรกรรม (35.01 มก./กก.) (Table 3) การใส่ปุ๋ยอัดเม็ดทุกกรรมวิธีในการศึกษาครั้งนี้ ส่งผลให้ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินอยู่ในระดับสูงเพียงพอต่อการเจริญเติบโตของข้าว สอดคล้องกับการศึกษาของ Maneerat *et al.* (2015) พบว่าการใส่ปุ๋ยหมักที่ผสมจุลินทรีย์ซูเปอร์ พด. 9 ในดินกรด สามารถช่วยเพิ่มความ เป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัส และหินฟอสเฟต ให้อยู่ในรูปที่พืชใช้ประโยชน์ได้ดีกว่าการใส่ปุ๋ยหมักเพียงอย่างเดียว สำหรับปริมาณโพแทสเซียมในดินมีระดับสูงขึ้น นอกจากอิทธิพลของการใส่ปุ๋ยแล้ว โพแทสเซียมในดินส่วนใหญ่มาจากฟางข้าวที่ทิ้งไว้ในนาหลังการเก็บเกี่ยว นั้นเอง (Osotsapar *et al.*, 2011)

องค์ประกอบและผลผลิตข้าว

การใส่ปุ๋ยอัดเม็ดทุกกรรมวิธีส่งผลให้ข้าวปทุมธานี 1 มีจำนวนรวงต่อกอเฉลี่ย และ %เมล็ดลีบเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 4) โดยกรรมวิธีการใส่ปุ๋ยอัดเม็ดมูลจิ้งหรีดให้จำนวนรวงต่อกอเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 24.65 รวงต่อกอ ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการใส่ปุ๋ยอัดเม็ดมูลหนอนนก และปุ๋ยอัดเม็ดมูลจิ้งหรีดร่วมกับปุ๋ยอัดเม็ดมูลหนอนนก (24.29 และ 24.00 รวงต่อกอ ตามลำดับ) แสดงให้เห็นว่ากรรมวิธีการใส่ปุ๋ยอัดเม็ดมูลจิ้งหรีด ปุ๋ยอัดเม็ดมูลหนอนนก และปุ๋ยอัดเม็ดมูลจิ้งหรีดร่วมกับปุ๋ยอัดเม็ดมูลหนอนนกให้ปริมาณไนโตรเจนเพียงพอต่อการเจริญเติบโตของข้าว เนื่องจากข้าวต้องได้รับไนโตรเจนจากการปลดปล่อยโดยกระบวนการมินเนอราลไลเซชันของอินทรีย์วัตถุในดิน และสะสมไว้ในส่วนต้นและใบข้าวตั้งแต่เป็นต้นกล้าถึงระยะออกดอก เพื่อพัฒนารวงให้มีเมล็ดสมบูรณ์ ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตราที่เหมาะสมจึงช่วยเพิ่มองค์ประกอบผลผลิตข้าวด้วยการเพิ่มจำนวนรวงข้าวได้มากที่สุด และเป็นปัจจัยที่ทำให้ข้าวได้ผลผลิตสูง (Osotsapar *et al.*,

2011) ในขณะที่กรรมวิธีการใส่ปุ๋ยอัดเม็ดมูลจิ้งหรีดผสมหินฟอสเฟตส่งผลให้ %เมล็ดดีเฉลี่ยของข้าวสูงสุด (79.28%) แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีเกษตรกร (73.72%) แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีการใส่ปุ๋ยอัดเม็ดมูลจิ้งหรีดผสมหินฟอสเฟตร่วมกับปุ๋ยอัดเม็ดมูลหอนนภผสมหินฟอสเฟต ปุ๋ยอัดเม็ดมูลหอนนภผสมหินฟอสเฟต และปุ๋ยอัดเม็ดมูลจิ้งหรีด (78.20, 77.85 และ 77.56% ตามลำดับ) และการใส่ปุ๋ยอัดเม็ดทุกกรรมวิธีส่งผลต่อน้ำหนัก 100 เมล็ดเฉลี่ย และผลผลิต

เฉลี่ยของข้าวปทุมธานี 1 ไม่แตกต่างกันทางสถิติ อย่างไรก็ตามการใส่ปุ๋ยทุกกรรมวิธีในการศึกษารั้งนี้ให้ผลผลิตเฉลี่ยข้าวปทุมธานี 1 ระหว่าง 679.45-704.97 กก./ไร่ มีค่าใกล้เคียงกับผลผลิตเฉลี่ยของข้าวปทุมธานี 1 (594.22-712.74 กก./ไร่) ที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์มูลหอนนภอัดเม็ดในจังหวัดชัยนาท (Pibumrung, 2015) และสูงกว่าผลผลิตเฉลี่ยข้าวปทุมธานี 1 (298.67-513.46 กก./ไร่) ที่ปลูกในดินชุดรังสิต และใส่ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยเคมี

Table 2 Chemical properties of cricket frass and mealworm waste compost and pellet

Treatment	pH		EC (dS/m)		OM (%)		C:N		Total N (%)		P ₂ O ₅ (mg/kg)		K ₂ O (mg/kg)	
	Compost	Pellet	Compost	Pellet	Compost	Pellet	Compost	Pellet	Compost	Pellet	Compost	Pellet	Compost	Pellet
CF	6.90 c	-	10.11 a	-	64.84 a	-	8.12 ab	-	6.12 a	-	1.13 d	-	2.14 bc	-
MW	7.01 c	-	7.33 b	-	57.83 b	-	9.41 a	-	4.69 b	-	3.82 b	-	2.48 a	-
CFC	7.14 c	6.99 b	7.24 b	7.29 a	25.62 c	25.19	6.96 b	7.89 ab	4.47 bc	4.36 a	1.05 d	1.07 d	2.07 bc	2.09 b
MWC	7.07 c	6.92 b	4.95 c	5.04 b	28.81 c	28.06	7.87 ab	9.07 a	3.84 c	3.65 b	2.26 c	2.21 c	2.46 a	2.47 a
CFPC	7.63 a	7.31 a	6.67 bc	6.73 a	24.79 c	24.52	6.40 b	7.36 b	4.31 bc	4.19 ab	3.79 b	3.74 b	2.01 c	2.12 b
MWPC	7.32 b	7.10 a	4.98 c	5.10 b	23.55 c	23.43	7.73 ab	8.12 ab	3.28 d	3.17 b	5.30 a	5.19 a	2.25 ab	2.26 ab
F-test	**	*	**	**	**	ns	**	**	**	**	**	**	**	*
CV%	1.22	2.37	10.32	8.10	5.03	10.56	9.64	8.75	5.37	3.71	9.63	6.80	4.14	11.95

CF=cricket frass (before composting), MW=mealworm waste (before composting), CFC=cricket frass compost, MWC=mealworm waste compost, CFPC=cricket frass with rock phosphate compost,

MWPC=mealworm waste with rock phosphate compost, ns=non significant difference, * = significant difference at P<0.05 level, ** = significant difference at P<0.01 level

Table 3 Physical and chemical properties of soil

Treatment	Pre-fertilization							Post-harvest						
	OM (%)	BD (g/cm ³)	pH	EC (dS/m)	Total N (%)	P ₂ O ₅ (mg/kg)	K ₂ O (mg/kg)	OM (%)	BD (g/cm ³)	pH	EC (dS/m)	Total N (%)	P ₂ O ₅ (mg/kg)	K ₂ O (mg/kg)
T1	1.27	1.56	6.47	0.31	0.11	10.19	50.19	1.50 b	1.61 a	6.65 bc	0.53	0.14	35.01 b	77.01
T2	1.26	1.57	6.50	0.34	0.12	9.23	42.14	1.59 a	1.54 b	6.61 c	0.56	0.16	38.37 b	90.40
T3	1.26	1.58	6.48	0.33	0.10	9.82	43.07	1.60 a	1.55 b	6.62 c	0.51	0.12	43.14 ab	80.74
T4	1.28	1.56	6.49	0.40	0.13	9.94	41.23	1.59 a	1.54 b	6.75 ab	0.60	0.13	38.83 b	87.98
T5	1.30	1.56	6.46	0.35	0.13	9.31	40.52	1.57 a	1.53 b	6.86 ab	0.42	0.15	37.10 b	85.73
T6	1.29	1.55	6.44	0.26	0.12	10.65	40.75	1.58 a	1.52 b	6.90 a	0.49	0.18	49.25 a	82.78
T7	1.32	1.57	6.45	0.37	0.14	9.78	44.91	1.56 a	1.55 b	6.93 a	0.45	0.17	42.56 ab	82.56
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	*	*	ns	ns	**	ns
CV%	3.99	4.11	1.43	20.87	19.43	19.28	14.71	5.24	1.90	2.24	19.95	18.07	11.19	14.00

T1=farmer method (control), T2=cricket frass pellet, T3=mealworm waste pellet, T4=cricket frass pellet and mealworm waste pellet, T5=cricket frass with phosphate rock pellet, T6=mealworm waste with phosphate rock pellet, T7=cricket frass with phosphate rock pellet and mealworm waste with phosphate rock pellet, * = significant difference at P<0.05 level, ** = significant difference at P<0.01 level

วิเคราะห์ดินทุกกรรมวิธี (Saeng-ngoen *et al.*, 2018) แสดงให้เห็นว่าปุ๋ยอัดเม็ดมูลจิ้งหรีด และปุ๋ยอัดเม็ดมูลหนอนนกทุกกรรมวิธีที่ใส่ในอัตราสองเท่าของปริมาณ

ปุ๋ยเคมีในโตรเจนที่ข้าวต้องการ สามารถให้ธาตุอาหารเพียงพอต่อการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตของข้าว

Table 4 Component and yield of rice variety Pathum Thani 1

Treatment	Panicles/hill (panicle)	Filled grain (%)	Undeveloped kernals (%)	100 filled grain weight (g)	Yield (kg/rai)
T1	22.42 bc	73.72 c	26.29 a	2.38	695.06
T2	24.65 a	77.56 ab	25.48 ab	2.40	688.25
T3	24.29 ab	74.52 bc	22.44 ab	2.42	679.45
T4	24.00 ab	74.47 bc	25.53 ab	2.42	703.11
T5	21.64 c	79.28 a	22.15 bc	2.43	684.38
T6	22.07 c	77.85 ab	20.72 c	2.44	704.97
T7	21.98 c	78.20 ab	21.80 bc	2.45	696.30
F-test	*	*	*	ns	ns
CV%	6.01	2.66	8.67	1.05	5.68

T1=farmer method (control), T2=cricket frass pellet, T3=mealworm waste pellet, T4=cricket frass pellet and mealworm waste pellet, T5=cricket frass with phosphate rock pellet, T6=mealworm waste with phosphate rock pellet, T7=cricket frass with phosphate rock pellet and mealworm waste with phosphate rock pellet, *= significant difference at $P<0.05$ level

สรุปผลการวิจัย

การใส่ปุ๋ยอัดเม็ดมูลจิ้งหรีด และมูลหนอนนกทุกกรรมวิธี ส่งผลต่อปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินสูงขึ้น และค่าความหนาแน่นรวมดินลดลงแตกต่างกับกรรมวิธีเกษตรกรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) และการใส่ปุ๋ยทุกกรรมวิธีส่งผลต่อปริมาณธาตุอาหารหลักในดินสูงขึ้น โดยการใส่ปุ๋ยอัดเม็ดมูลหนอนนกผสมหินฟอสเฟตส่งผลให้ปริมาณฟอสฟอรัสในดินสูงกว่ากรรมวิธีเกษตรกรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.01$) แต่การใส่ปุ๋ยทุกกรรมวิธีส่งผลต่อปริมาณไนโตรเจน และโพแทสเซียม

ในดินไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) สำหรับผลผลิตข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 พบว่า การใส่ปุ๋ยทุกกรรมวิธีให้ผลผลิตข้าวไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากกองทุนวิจัยสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา

เอกสารอ้างอิง

- Blake, G.R. and K.H. Hartge. 1986. Bulk density. pp. 363-382. In Klute, A. (ed.). **Method of Soil Analysis Part 1: Physical and Mineralogical Methods**. Madison, Wisconsin: Amer. Soc. Of Agron. Inc.
- Boonlum, S. 2013. **Mealworm Waste Guide**. Suratthani: Technology Clinic of Suratthani Rajabhat University. 24 p. [in Thai]
- Department of Agriculture. 2008. **Organic Fertilizer Analysis Method Guide**. 1st. Bangkok: Quick Print Set. 51 p. [in Thai]
- _____. 2014. **Notification of Department of Agriculture: requirements of organic fertilizer**. [Online]. Available <http://www.doa.go.th/ard/wpcontent/uploads/2019/11/FEDOA11.pdf> (12 November, 2020). [in Thai]
- Department of Land Development. 2005. **Characteristics and Properties of Established Soil Series in the North and Central Plain Regions of Thailand**. Bangkok: Department of Land Development. 78 p. [in Thai]
- Dib, B., A.I. Rezk and M.E. Mohamed. 2006. Release of P from Syrian rock phosphate in acidic soils. **International Journal of Soil Science** 1(2): 134-139.
- Halloran, A., N. Roos and Y. Hanboonsong. 2017. Cricket farming as a livelihood strategy in Thailand. **Geographical Journal** 183(1): 112-124.
- Hanboonsong, Y. (Editor). 2018. **Guide to Standardized Cultivation of Foodstuffs for Humans and Farm Animals**. 2nd. Bangkok: Biodiversity-Based Economy Development Office (Public Organization). 50 p. [in Thai]
- Hanboonsong, Y., T. Jamjanya and B.P. Durst. 2013. **Six-legged Livestock: Edible Insect Farming, Collecting and Marketing in Thailand**. Bangkok: FAO. 69 p.
- Houben, D., G. Daoulas, M-P. Faucon and A-M. Dulaurent. 2020. Potential use of mealworm frass as a fertilizer: impact on crop growth and soil properties. **Scientific Reports** 10(4659): 1-9.
- Kranz, C.N., A.R. McLaughlin, A. Johnson, G. Miller and J.L. Heitman. 2020. The effects of compost incorporation on soil physical properties in urban soils – a concise review. **Journal of Environmental Management** 261: 1-10.
- Mancini, S., F. Fratini, B. Turchi, S. Mattioli, A. Dal-Bosco, T. Tuccinardi. 2019. Former food stuff products in *Tenebrio molitor* rearing: effects on growth, chemical composition, microbiological load, and antioxidant status. **Animals** 9(484): 1-13.

- Maneerat, S., S. Phetsuk and V. Pinprom. 2015. Enhancing of phosphorus availability in limed acid sulfate soil using LDD. 9 super microorganism. **Songklanakarin J. Pl. Sci.** 2(4): 15-23.
- Office of Rice Research and Development. 2009. **Advice to Using Chemical Fertilizers in Rice Fields According to Soil Analysis Values, Issue Update.** Bangkok: Ministry of Agriculture and Cooperatives. 98 p. [in Thai]
- Osotsapar, Y., A. Wongmaneroj and C. Hongproyoon. 2011. **Sustainable Agriculture Fertilizer.** 2nd. Bangkok: Kasetsart University Press. 541 p. [in Thai]
- Pibumrung, P. 2015. The application of organic fertilizer pellet from mealworm (*Tenebrio molitor* L.) for Increasing rice seed yield. **Journal of Science and Technology** 23(2): 268-275. [in Thai]
- Pibumrung, P. and C. Suwintrakorn. 2015. Effect of meal worm waste on growth and yield of egg plant in organic agriculture. **Agricultural Sci.J.** 46(3)(Suppl.): 313-316. [in Thai]
- Pibumrung, P. and H. Thummajetana. 2018. Effect of liquid organic fertilizer on growth and yield of Pak Choi in hydroponics system. **Agricultural Sci. J.** 49(2)(Suppl.): 333-336. [in Thai]
- Poomipan, P., V. Latkanathinnawong, C. Pliumchareorn, P. Chomphuphiw and O. Thepsilvisut. 2017. Effect of high quality orgaic fertilizer on production of Suphan Bur 1 rice. **Journal of Science and Technology** 25(2): 248-259. [in Thai]
- Pratt, P.E. 1965. Potassium. pp. 1023-1031. In Black, C.A. (ed.). **Method of Soil Analysis, Part II: Chemical and Microbiological Properties.** Madison: Amer. Soc. Of Agron. Inc.
- Ritruangdej, K. 2011. **Characterization and Quality Assessment of Commercial Organic Fertilizers in Central Thailand and Effects of Pelleting Process on Organic Fertilizer Properties.** Master thesis. Kasetsart University. 98 p. [in Thai]
- Royal Irrigation Department. 2017. **Practice Manual: Handbook of King Science 19 Courses.** Sakon Nakhon: Development Study Center, Phu Phan due to Royal Initiative. 25 p. [in Thai]
- Saeng-ngoen, K., P. Kaewtaphan and N. Chanchula. 2018. Effects of type and fertilizers rate on growth and yield of Pathumthani 1 rice on Rangsit soil series. **Songklanakarin J. Pl. Sci.** 5(2): 57-61.
- Walkley, A. and I.A. Black. 1934. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. **Soil. Sci.** 37: 29-38.

Wantanabe, F.S. and S.R. Olsen. 1962.
Calorimetric determination of
phosphorus in water extracts of soil.
Soil Sci. 93: 183-188.

Yang, X., E. Liu, X. Zhu, H. Wang, H. Liu, X. Liu
and W. Dong. 2019. Impact of
composting methods on nitrogen
retention and losses during dairy
manure composting. **Int. J. Environ.
Res. Public Health** 16(18): 3324.
doi:10.3390/ijerph16183324.

องค์ประกอบทางเคมีในเมล็ดข้าวกล้องพันธุ์ต่าง ๆ จากการปลูกในระบบอินทรีย์
ของจังหวัดนครราชสีมา

Chemical Composition of Brown Rice Grains from Organic Farming
in Nakhon Ratchasima Province

วินากร ที่รัก

Winakon Theerak

งานศึกษาทั่วไป สำนักส่งเสริมการเรียนรู้และบริการวิชาการ มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ ปทุมธานี 13180

General Education, Office of Learning Promotion and Academic Services, Valaya Alongkorn Rajabhat University

Pathum Thani, Thailand 13180

Corresponding author: catfish406@hotmail.com

Received: July 28, 2020

Revised: December 15, 2020

Accepted: July 15, 2021

Abstract

This research was conducted to study the chemical composition of brown rice grains which were produced in organic farming system. There were 5 varieties of rice; Hom Dong, Leuang Patew, Pa-yah Leum Gaeng, Riceberry, and Khao Dawk Mali 105, were grown at Rai Chaowalit Organic Farm, Moo 3, Si Suk subdistrict, Chakkarat district, Nakhon Ratchasima province. The chemical compositions of brownrice grains; percent of protein, carbohydrates, fat, ash, calcium, and phosphorus, were analyzed. The lab results were analyzed by the variation (ANOVA) with a complete randomized design (CRD), and the mean values of the chemical compositions of the rice varieties were compared by the LSD method. The results showed that some chemical contents (e.g. protein, carbohydrates, fat, ash, moisture, and phosphorus) of rice grains were statistically significant ($p < 0.01$). Riceberry variety had the highest amount of protein and carbohydrates, followed by Hom Dong, Leuang Patew, Pa-yah Leum Gaeng, and Khao Dawk Mali 105 varieties, respectively. While, Khao Dawk Mali 105 variety had the lowest fat. In addition, there was no statistically significant amount of calcium ($p > 0.05$). Furthermore, the chemical composition of brown rice grains in organic farming system was comparable to the chemical composition of brown rice grains in chemical farming system. The results of this research may help the consumers choose the proper rice varieties for eating or for other purposes; such as, making flour, dessert, noodles, and animal feeds.

Keywords: organic farming, rice quality, Nakhon Ratchasima province

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาองค์ประกอบทางเคมีในเมล็ดข้าวกล้องที่ปลูกในระบบอินทรีย์ โดยการทดลองได้มีการปลูกข้าวจำนวน 5 สายพันธุ์ ได้แก่ พันธุ์หอมแดง พันธุ์เหลืองปะทิว พันธุ์พญาลิ้มแกง พันธุ์ไรซ์เบอร์รี่ และพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 ณ ไร่ชาวลิต ออร์แกนิกฟาร์ม หมู่ 3 ตำบลสีสุก อำเภोजักราช จังหวัดนครราชสีมา เมล็ดข้าวกล้องที่ได้วิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ แป้ง โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน เถ้า ความชื้น แคลเซียม และฟอสฟอรัส ข้อมูลที่ได้ถูกนำมาวิเคราะห์หาค่าความแปรปรวน (ANOVA) ตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยข้อมูลต่าง ๆ ระหว่างพันธุ์ด้วยวิธี LSD ผลการทดลองพบว่าองค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน เถ้า ความชื้น และฟอสฟอรัสของข้าวแต่ละสายพันธุ์มีความมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) โดยพบว่า ข้าวพันธุ์ไรซ์เบอร์รี่มีแป้ง โปรตีนและคาร์โบไฮเดรตสูงที่สุด รองลงมา คือ ข้าวพันธุ์หอมแดง พันธุ์เหลืองปะทิว พันธุ์พญาลิ้มแกง และพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 ตามลำดับ ขณะที่ข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 มีแป้ง โปรตีน ไขมันต่ำที่สุด ส่วนปริมาณแคลเซียมไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) เมื่อนำองค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดข้าวกล้องชนิดเดียวกันที่ศึกษาในครั้งนี้เปรียบเทียบกับข้าวที่ผลิตแบบทั่วไป (ใช้เคมี) พบว่าองค์ประกอบทางเคมีมีความใกล้เคียงกันจากผลวิเคราะห์ที่ได้จะเป็นส่วนช่วยในการตัดสินใจในการเลือกข้าวแต่ละพันธุ์เพื่อการบริโภคหรือใช้ประโยชน์ด้านอื่น ๆ เช่น ทำแป้ง ขนม เส้นหมี่ หรืออาหารสัตว์ เป็นต้น ขึ้นอยู่ที่วัตถุประสงค์ของการนำไปใช้ประโยชน์

คำสำคัญ: การปลูกข้าวระบบอินทรีย์ คุณภาพข้าว จังหวัดนครราชสีมา

คำนำ

ข้าวเป็นอาหารหลักของชาวเอเชียแปซิฟิกและประเทศไทย รวม 17 ประเทศ รวมทั้งประเทศในทวีปอเมริกาเหนือและอเมริกาใต้ 9 ประเทศ และประเทศในทวีปแอฟริกาอีก 8 ประเทศ (Liang *et al.* 2008; FAO, 2004) ข้าวเป็นแหล่งพลังงานหลักของโลก ปริมาณการบริโภคมากกว่าข้าวสาลีและข้าวโพด นอกเหนือจากให้พลังงาน ข้าวยังเป็นแหล่งของไรอามิน ไรโปฟลาเวิน และไนอาซินที่ดี ประชากรเอเชียประมาณ 3 พันล้านคนบริโภคข้าวเพื่อให้พลังงานเป็นสัดส่วน 30-60 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณพลังงานทั้งหมดที่ได้รับ ประเทศไทยค้นพบวัฒนธรรมการรับประทานและปลูกข้าวจากหลักฐานของภาษาที่มีรอยประทับของเมล็ดข้าวและกลีบจากแหล่งโบราณคดีโนนนกทา จังหวัดขอนแก่น โดยพบว่ามีอายุไม่ต่ำกว่า 4,000 ปี (Khush, 1997) ข้าวในปัจจุบันมีการพัฒนาสายพันธุ์อย่างต่อเนื่อง ทำให้ได้พันธุ์ข้าวที่มีความจำเพาะต่อพื้นที่ แต่ข้าวพื้นเมืองหรือข้าวสายพันธุ์ดั้งเดิมยังได้รับความนิยมอยู่จนถึงปัจจุบัน ในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยมีพันธุ์ข้าวพื้นเมืองกลุ่มข้าวหอมทั้งหมด 202 สายพันธุ์ ปัจจุบันประชาชนหันมาบริโภคข้าวพื้นเมืองมากขึ้น โดยเฉพาะการผลิตในระบบอินทรีย์ เนื่องจากการผลิตข้าวในระบบอินทรีย์เป็นการเพิ่มมูลค่าสินค้าข้าว การผลิตระบบอินทรีย์ (Organic systems) คือ การผลิตข้าวอินทรีย์ที่เป็นไปตามมาตรฐานสินค้าเกษตรอินทรีย์ (มกษ. 9000-2552) เพื่อให้ผู้บริโภคได้รับประทานข้าวที่มีคุณภาพ และระบบเกษตรอินทรีย์ยังเป็นกลยุทธ์ที่ใช้ในการพัฒนาระบบการผลิตการเกษตรของประเทศต่าง ๆ รวมถึงประเทศไทย เพื่อให้เกิดการพัฒนาอย่างยั่งยืนทั้ง 3 ด้าน คือ สิ่งแวดล้อม สังคม และเศรษฐกิจ โดยคำนึงถึงความสมดุลระหว่างพืชและสัตว์อย่างเหมาะสม ตลอดจนปัจจัยการผลิตที่มาจากสิ่งมีชีวิตที่ไม่มีการดัดแปลงพันธุกรรม ทำให้พืชและสัตว์เกิดความเครียดน้อยที่สุด เพื่อส่งเสริมให้สัตว์มีสุขภาพที่ดี

หลักเลี่ยงการใช้สารเคมี ฮอร์โมน และยาปฏิชีวนะ ซึ่งในระบบเกษตรอินทรีย์ก่อให้เกิดสินค้าเกษตรที่ปลอดภัยต่อผู้บริโภค อีกทั้งยังเกื้อหนุนต่อระบบนิเวศและสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติ โดยเป็นการเกษตรที่รวมทุกระบบที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและปลอดภัยต่อผู้บริโภค (Thairath, 2017)

การผลิตข้าวระบบใด ๆ ก็ตาม สิ่งที่สำคัญ คือ เน้นให้มีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค ในยุคปัจจุบันข้าวทุก ๆ สายพันธุ์มีความเหมือนกันด้านเป็นแหล่งพลังงานให้กับมนุษย์และสัตว์ แต่สิ่งที่แตกต่างกันประการหนึ่ง ได้แก่ คุณค่าทางโภชนาการในเมล็ดที่แตกต่างกัน ซึ่งเป็นตัวแปรสำคัญในการเลือกบริโภคและการนำไปใช้ในประเภทอื่น ๆ ดังนั้นนอกจากกระบวนการผลิตแล้วยังจำเป็นต้องมีการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีอาหารบางประการในข้าว ได้แก่ ไขมัน โปรตีน คาร์โบไฮเดรต แคลเซียม ฟอสฟอรัส เยื่อใย และเถ้า เพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลให้ผู้สนใจประกอบการพิจารณาเลือกบริโภคและใช้ประโยชน์ด้านอื่น ๆ ได้เกิดประสิทธิผลมากขึ้น จึงทำการศึกษาผลของการปลูกข้าวในระบบอินทรีย์ต่อองค์ประกอบทางเคมีในเมล็ดข้าวในจังหวัดนครราชสีมา ข้าวที่เกษตรกรนิยมปลูกและสร้างมูลค่าได้ ได้แก่ ข้าวพันธุ์หอมดง ข้าวพันธุ์เหลืองปะทิว ข้าวพันธุ์พญาลิมาแกง ข้าวพันธุ์ไรซ์เบอร์รี่ และข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ซึ่งข้าวพันธุ์หอมดงเป็นข้าวไร่เจ้าไวต่อช่วงแสงพันธุ์พื้นเมืองที่สามารถปลูกได้ในพื้นที่นาได้ ทนแล้งสูง มีถิ่นกำเนิดในจังหวัดชัยภูมิ ปลูกเป็นข้าวนาปี ความสูงต้นประมาณ 150-180 ซม. อายุการเก็บเกี่ยว 95-100 วัน มีความหอมนุ่มใกล้เคียงกับ ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ข้าวพันธุ์เหลืองปะทิว เป็นข้าวที่มีถิ่นกำเนิดในจังหวัดชุมพร เป็นข้าวเจ้านาปีชอบน้ำ มีการขยายปลูกในพื้นที่จังหวัดนครราชสีมาเนื่องจากเหมาะกับการทำเส้นหมี่โคราช ความสูงต้นประมาณ 150 ซม. อายุการเก็บเกี่ยว 100-120 วัน ข้าวพันธุ์พญาลิมาแกง เป็นข้าวเหนียวดำไวต่อช่วงแสงสายพันธุ์ข้าวไร่พื้นเมือง ปลูกได้ทั้งในสภาพไร่และสภาพน้ำ ถิ่นกำเนิดในจังหวัดเพชรบูรณ์ มีกลิ่นหอม นิยมรับประทานในกลุ่มผู้รักสุขภาพ ความสูงต้นประมาณ 120-150 ซม. อายุการเก็บเกี่ยว 95-100 วัน ข้าวพันธุ์ไรซ์เบอร์รี่ เป็นพันธุ์

ข้าวที่ไม่ไวต่อช่วงแสง และข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 เป็นข้าวเจ้าไวต่อช่วงแสงจัดอยู่ในกลุ่มของข้าวชอบน้ำ เมล็ดเมื่อหุงสุกมีกลิ่นหอมคล้ายดอกมะลิจากสาร 2-AP ความสูงต้นประมาณ 150-180 ซม. อายุการเก็บเกี่ยว 100-120 วัน (RICE FAMILY Thailand, n.d.)

วิธีดำเนินการวิจัย

สถานที่ทดลองและการวางแผนการทดลอง

การศึกษาลักษณะการปลูกข้าวในระบบอินทรีย์ต่อองค์ประกอบทางเคมีในเมล็ดข้าวในจังหวัดนครราชสีมา ในไร่วิถีอินทรีย์เกษตรกรรม หมู่ 3 ตำบลสีสุก อำเภอจักราช จังหวัดนครราชสีมา ระหว่างเดือนกรกฎาคม ถึง เดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 โดยการปลูกแบบนาดำ พันธุ์ข้าว ได้แก่ พันธุ์เหลืองปะทิว พันธุ์พญาลิมาแกง พันธุ์ไรซ์เบอร์รี่ และข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ส่วนข้าวไร่พันธุ์หอมดง ปลูกแบบข้าวไร่โดยหยอดเมล็ดในพื้นที่ดอน ทั้งหมดใช้วิธีการผลิตข้าวแบบประณีต (The System of Rice Intensification; SRI) จำนวนชนิดพันธุ์ละ 1 ไร่ เมื่อข้าวถึงระยะเก็บเกี่ยว (เมล็ดข้าวระยะแบ่งแข็ง) เก็บเกี่ยว แปรูปเป็นข้าวกล้อง และนำมาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี และวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD: Completely Randomized Design) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ข้อมูลต่าง ๆ ระหว่างพันธุ์ด้วยวิธี Least Significant Difference Test (LSD) จึงสรุปข้อมูล

การเตรียมดินปลูก

ทำการไถตากดินทิ้งไว้ 1 สัปดาห์ จากนั้นหว่านปอเทือง (Sunn hemp) ร่วมกับมูลโคที่เลี้ยงในระบบปล่อยแพะเล็มหญ้า จำนวน 100 กิโลกรัมต่อไร่ ทิ้งไว้จนปอเทืองออกดอกและฝักอ่อนจึงไถกลบ หลังจากนั้น 1 เดือน ทำการไถเปิดหน้าดินทิ้งไว้ 3 วัน ไถพรวน จากนั้นนำดินวิเคราะห์หาธาตุอาหารพืช แร่ธาตุในดิน (Table1) และทำการปลูกข้าวต่อไป

Table 1 Soil chemical test of the paddy fields grown different rice varieties

Rice Variety	Analysis					
	pH	EC	Nitrate	Phosphorous	Potassium	Ammonium
Hom Dong	6.0	2.81	moderate	moderate	moderate	high
Leuang Patew	6.8	3.27	moderate	moderate	moderate	high
Pa-yah Leum Gaeng	7.3	3.06	moderate	moderate	moderate	high
Khao Dawk Mali 105	6.9	3.44	moderate	moderate	moderate	high
Riceberry	7.5	2.93	moderate	moderate	moderate	high

EC tested by EC meter, pH tested by pH test kit, NPK and ammonium tested by test kit of Kasetsart University.

Soil solution was prepared by using soil and distilled water ratio 1:10.

การปลูกและการดูแลรักษา

1. การทดสอบความงอกของเมล็ดพันธุ์ก่อนปลูก พบว่าเมล็ดข้าวมีความงอกมากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ในทุกสายพันธุ์ที่ศึกษา

2. การเตรียมการก่อนการปลูก ทำการไถดะ 1 รอบ ปรับปรุงดินด้วยมูลโค 500 กิโลกรัมต่อไร่ ไถพรวน ปรับดินให้สม่ำเสมอ

3. การปลูกและการดูแลรักษา ปลูกด้วยวิธีการทำนาหยอดสำหรับข้าวพันธุ์หอมดง ส่วนข้าวชนิดอื่นปลูกแบบนาดำในระบบการผลิตข้าวแบบประณีต (SRI) ระยะห่างต่อต้นต่อแถว 30x30 ซม. หากพบว่าต้นกล้าข้าวไม่งอกหรือตายระหว่างปักดำทำการปลูกซ่อมภายใน 10-15 วัน เมื่อข้าวอายุได้ 30 วัน ก่อนระยะตั้งท้องทำการกำจัดวัชพืชด้วยการดายหรือการถอน และใส่ปุ๋ยเบญจคุณอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ รวมทั้งฉีดพ่นจุลินทรีย์สังเคราะห์แสง (Photosynthetic Bacteria: PSB) ที่ความเข้มข้น 1:10 ลิตรต่อไร่ หากพบว่ามีโรคไหม้ หนอน หรือศัตรูอื่น ๆ ใช้สารอินทรีย์ชีวภัณฑ์ที่มีคุณสมบัติกำจัดศัตรูข้าวตามความเหมาะสมตามหลักวิชาการ

การเก็บเกี่ยวและการเก็บรักษา

เก็บเกี่ยวข้าวที่เมล็ดในระยะแบ่งแห้ง ทำการตากให้แห้งจึงนำมาสีเป็นข้าวกล้อง และทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของข้าวต่อไป

การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดข้าวกล้อง

โดยการนำเมล็ดข้าวกล้องที่ได้มาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ด้วยวิธี AOAC (1990) ได้แก่ ไขมัน โปรตีน คาร์โบไฮเดรต แคลเซียม ฟอสฟอรัส เยื่อใย และเถ้า ณ ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์เคมีทางอาหารโรงงานอาหารสัตว์และไซโล บริษัท สหฟาร์ม จำกัด อำเภอนานนาคมน จังหวัดลพบุรี

ผลการวิจัย

การศึกษารายละเอียดองค์ประกอบทางเคมีในเมล็ดข้าวกล้องพันธุ์ต่าง ๆ จากการปลูกในระบบอินทรีย์ของจังหวัดนครราชสีมา ได้ผลการวิจัยดังนี้

Table 2 The analysis of chemical components in rice grains of different rice varieties grown in organic farming system

Rice	Chemical component (%)						
Variety	Protien	Carbohydrate	Fat	Ash	Moisture	Calcium	Phosphorous
Horn Dong	8.68±0.18 ^b	78.73±1.42 ^b	0.55±0.04 ^b	0.78±0.02 ^d	11.68±0.19 ^c	0.08±0.01	0.19±0.02 ^a
Leuang Patew	7.75±0.21 ^c	76.42±0.79 ^c	0.61±0.06 ^c	0.62±0.10 ^b	11.27±0.42 ^a	0.07±0.01	0.16±0.02 ^b
Pa-yah	7.16±0.24 ^d	75.48±0.28 ^c	0.96±0.02 ^a	0.77±0.03 ^{cd}	12.24±0.39 ^d	0.08±0.01	0.15±0.03 ^b
Leum Gaeng							
Riceberry	9.13±0.98 ^a	80.3±0.99 ^a	0.83±0.21 ^d	0.67±0.19 ^{bc}	11.45±0.23 ^b	0.07±0.01	0.14±0.03 ^b
Khao Dawk	6.17±0.47 ^a	76.29±0.41 ^c	0.45±0.08 ^a	0.24±0.11 ^a	11.47±0.11 ^b	0.05±0.01	0.07±0.05 ^c
Mali 105							
F-test	**	**	**	**	**	ns	**
CV (%)	15.23	2.59	30.81	35.84	3.22	17.50	31.26
SEM	0.39	0.16	0.56	0.60	0.18	0.42	0.56

Analysis by LSD method, the same letter (a, b, c, d and e) in each row shows none statistically significant of the values at $p < 0.01$.

SEM is Standard Error of measurement. CV is Coefficient of variation.

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดข้าวกล้องพื้นเมืองในจังหวัดนครราชสีมา ที่ปลูกระบบอินทรีย์ (Table 2) พบว่าปริมาณโปรตีน (เปอร์เซ็นต์) ของข้าวพันธุ์ไรซ์เบอร์รี่มากที่สุด รองลงมา คือ ข้าวพันธุ์หอมดง เหลืองปะทิว พญาลิ้มแกง และข้าวดอกมะลิ 105 ตามลำดับ โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) ปริมาณคาร์โบไฮเดรต ข้าวพันธุ์ไรซ์เบอร์รี่มีค่ามากที่สุด รองลงมา คือ ข้าวพันธุ์หอมดง เหลืองปะทิว ข้าวดอกมะลิ 105 และพญาลิ้มแกง ตามลำดับ โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) ปริมาณไขมัน ข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 มีค่าต่ำที่สุด รองลงมา คือ ข้าวพันธุ์หอมดง เหลืองปะทิว ไรซ์เบอร์รี่ และพญาลิ้มแกง ตามลำดับ โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) ปริมาณเถ้า ข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 มีค่าต่ำที่สุด รองลงมา คือ ข้าวพันธุ์เหลืองปะทิว ไรซ์เบอร์รี่ พญาลิ้มแกง และ หอมดง ตามลำดับ โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$)

ปริมาณความชื้น ข้าวพันธุ์เหลืองปะทิว ต่ำที่สุด รองลงมา คือ ข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 ไรซ์เบอร์รี่ หอมดง และพญาลิ้มแกง ตามลำดับ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) ปริมาณแคลเซียม ข้าวพันธุ์หอมดง พญาลิ้มแกง เหลืองปะทิว ไรซ์เบอร์รี่ และข้าวดอกมะลิ 105 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) และปริมาณฟอสฟอรัส ข้าวพันธุ์หอมดง สูงที่สุด รองลงมา คือ ข้าวพันธุ์เหลืองปะทิว พญาลิ้มแกง ไรซ์เบอร์รี่ และข้าวข้าวดอกมะลิ 105 ตามลำดับ โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$)

วิจารณ์ผลการวิจัย

ผลการวิเคราะห์หาปริมาณองค์ประกอบทางเคมีของข้าวแต่ละพันธุ์ Table 2 พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้เป็นเพราะชนิดของข้าวแต่ละสายพันธุ์มีความจำเพาะของพันธุกรรม ซึ่งมี

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ที่ต่างกัน ทำให้ความสูงต้น สีดัน สีนอก สีเมล็ด ขนาดเมล็ด ระยะเวลาการให้ผลผลิต แตกต่างกัน เป็นต้น รวมทั้งองค์ประกอบทางเคมีอาหาร ในเมล็ดแตกต่างกันไปด้วย (Rungreangsri, 2006; Chepprasop *et al.*, 2016) ทั้งนี้การเลือกบริโภคหรือ การใช้ประโยชน์ด้านอื่น ๆ เช่น การเป็นอาหารสัตว์ การ ทำขนม หรืออื่น ๆ จากข้อมูลด้านองค์ประกอบทางเคมี เป็นปัจจัยในการพิจารณาตัดสินใจได้ในแง่ของหลัก โภชนาศาสตร์อาหาร

เมื่อนำข้าวพันธุ์เดียวกันเปรียบเทียบ องค์ประกอบทางเคมีของข้าวระหว่างการผลิตแบบ อินทรีย์กับการผลิตที่มีการใช้สารเคมี พบว่าข้าวพันธุ์ หอมดงที่ปลูกในระบบอินทรีย์มีองค์ประกอบทางเคมีไม่ แตกต่างกันมากนักจากการปลูกทั่วไปที่มีการใช้สารเคมี ซึ่งการปลูกแบบทั่วไประดับเปอร์เซ็นต์โปรตีน 8.15 เปอร์เซ็นต์ไขมัน 2.16 และเปอร์เซ็นต์คาร์โบไฮเดรต 77.08 ข้าวพันธุ์เหลืองปะทิวที่ปลูกในระบบอินทรีย์มี องค์ประกอบทางเคมีไม่แตกต่างกันมากนักจากการปลูก ทั่วไปที่มีการใช้สารเคมี ซึ่งการปลูกแบบทั่วไประดับ เปอร์เซ็นต์โปรตีน 8.4 ข้าวพันธุ์พญาสีมังกะที่ปลูกใน ระบบอินทรีย์มีองค์ประกอบทางเคมีไม่แตกต่างกันมาก นักจากการปลูกทั่วไปที่มีการใช้สารเคมี ซึ่งการปลูกแบบ ทั่วไประดับเปอร์เซ็นต์โปรตีน 8.16 เปอร์เซ็นต์ไขมัน 2.85 และเปอร์เซ็นต์คาร์โบไฮเดรต 74.74 ข้าวพันธุ์รุ้งเบอรรี ที่ปลูกในระบบอินทรีย์มีองค์ประกอบทางเคมีไม่แตกต่าง กันมากนักจากการปลูกทั่วไปที่มีการใช้สารเคมี ซึ่งการ ปลูกแบบทั่วไประดับเปอร์เซ็นต์โปรตีน 8.00 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 4.00 และเปอร์เซ็นต์คาร์โบไฮเดรต 80.00 และข้าว พันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ที่ปลูกในระบบอินทรีย์มี องค์ประกอบทางเคมีไม่แตกต่างกันมากนักจากการปลูก ทั่วไปที่มีการใช้สารเคมี ซึ่งการปลูกแบบทั่วไประดับ เปอร์เซ็นต์โปรตีน 8.39 เปอร์เซ็นต์ไขมัน 2.57 และเปอร์เซ็นต์ คาร์โบไฮเดรต 75.91 (Suwnnachart and Onchaluai, 2014; Wikipedia. 2019; Department of Intellectual Property, 2007 and RICE FAMILY Thailand, n.d.) จา ก

ข้อมูลเห็นได้ว่าผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของ ข้าวที่ปลูกในระบบอินทรีย์ทุก ๆ ชนิดพันธุ์ มีความ ใกล้เคียงกับการปลูกทั่วไปที่มีการใช้สารเคมี สอดคล้อง กับการศึกษาของ Innok (2015); Klinchan (2014) กล่าวว่า การผลิตข้าวแบบอินทรีย์องค์ประกอบทางเคมีอาหารไม่มี ความแตกต่างกันมากจากการปลูกแบบที่มีการใช้สารเคมี แต่ส่วนที่แตกต่างกันมาก คือ ต้นทุนและผลตอบแทนการ ผลิต ซึ่งข้าวที่ปลูกแบบอินทรีย์ต้นทุนและผลตอบแทนต่ำ กว่าข้าวที่มีการใช้สารเคมี การผลิตแบบอินทรีย์เน้นเป็น มิตรต่อสิ่งแวดล้อมและความปลอดภัยต่อผู้ผลิตและ ผู้บริโภค ที่ในยุคปัจจุบันผู้บริโภคให้ความสำคัญด้านนี้ใน ระดับมาก

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาเรื่ององค์ประกอบทางเคมีในเมล็ดข้าว กล้องพันธุ์ต่าง ๆ จากการปลูกในระบบอินทรีย์ของจังหวัด นครราชสีมา พบว่าองค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดข้าว กล้องแต่ละชนิดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทาง สถิติ ได้แก่ โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน เถ้า ความชื้น และฟอสฟอรัส ส่วนแคลเซียมไม่มีความแตกต่างกัน เมื่อนำองค์ประกอบทางเคมีของข้าวชนิดเดียวกันศึกษา เปรียบเทียบระหว่างข้าวที่ผลิตแบบอินทรีย์กับการผลิต แบบทั่วไปที่มีการใช้สารเคมี พบว่าองค์ประกอบทางเคมีมี ความใกล้เคียงกัน ทั้งนี้ในการเลือกบริโภคหรือใช้ ประโยชน์ด้านอื่น ๆ ของข้าวแต่ละชนิดจึงขึ้นอยู่กับ วัตถุประสงค์นั้น ๆ

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยนี้เสร็จลงด้วยดี ขอขอบคุณ มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ ที่สนับสนุนงบประมาณภายใต้โครงการบสนับสนุนการ ตีพิมพ์งานวิจัยระดับชาติและนานาชาติ ไร่วัลติธอร์แกนิก ฟาร์มที่เอื้อเพื่อสถานที่ศึกษาวิจัย และโรงงานอาหารสัตว์

และไฮโล บริษัท สหฟาร์ม จำกัด อำเภอพัฒนานิคม จังหวัดลพบุรี ที่เอื้อเพื่อห้องปฏิบัติการวิเคราะห์เคมีทางอาหารในการวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารในเมล็ดข้าว

เอกสารอ้างอิง

- AOAC. 1990. **Official Methods of Analysis of the AOAC**. 15th ed. Methods 932.06, 925.09, 985.29, 923.03. Arlington, VA: Association of Official Analytical Chemists. 771 p.
- Chepprasop, C., L. Anomunee and H. Salem. 2016. **Chemical composition and a mylose content in local rice variety of Phatthalung province**. 36 p. *In* Research Report. Songkhla: Rajabhat University. [in Thai]
- Department of Intellectual Property. 2007. **Leuang Patew rice geographical indications announcements, Ministry of Commerce**. [Online]. Available <http://www.ipthailand.go.th> (24 June 2019).
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2004. **International year of rice 2004, Rome, Italy**. [Online]. Available <http://www.rice2004.org> (2 December 2009).
- Innok, A. 2015. **Effects of Application of Organic and Chemical Fertilizer on Quality of Rice Khao Dawk Mali 105**. Master Thesis. Thammasat University. 90 p. [in Thai]
- Khush, G. 1997. Origin, dispersal, cultivation and variation of rice. **Plant Molecular Biology** 35: 25-34.
- Klinchan, A. 2014. **Cost and returns of organic rice cultivation in Phetchabun**. 92 p. *In* Research Report. Phetchabun: Phetchabun Rajabhat University. [in Thai]
- Liang J., B.M. Han, M.JR. Nout and R.J. Hamer. 2008. Effects of soaking, germination and fermentation on phytic acid, total and in vitro soluble zinc in brown rice. **Food Chemistry** 10(1): 821-828.
- RICE FAMILY Thailand. n.d. **Rice niche market center**. [Online]. Available <https://www.thairicedb.com> (20 June 2019).
- Rungruangsri, N. 2006. **Genetics**. Chiang Mai: Department of Biology, Faculty of Science, Maejo University. 281 p. [in Thai]
- Suwnnachart, N. and L. Onchaluai. 2014. **Nutrients Analysis of Indigenous Rice Grains Grown in the Lower Part of Nakhon Ratchasima Province**. Special Problem Report. Nakhon Ratchasima Rajabhat University. 77 p. [in Thai]
- Thairath. 2017. **Preparedness of organic livestock for the national strategy** [Online]. Available <https://www.thairath.co.th/content/115813> (23 February 2019).
- Wikipedia. 2019. **Rice berry rice** [Online]. Available <https://th.wikipedia.org/wiki/> (20 June 2019).

ความหลากหลายของแมลงในไร่ข้าวโพด ตำบลท่าสะแก อำเภอชาติตระการ จังหวัดพิษณุโลก
Diversity of Insects in Corn Fields at Thasakae Subdistrict, Chat Trakan District
Phitsanulok Province

อรยา โมเรือง¹ กิรติ ตันเรือน¹ ณัฐดนัย ลิขิตตระการ² และพิสิษฐ์ พูลประเสริฐ^{1*}

Ora Moruang¹, Keerati Tanruean¹, Natdanai Likittrakarn² and Pisit Poolprasert^{1*}

¹คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม พิษณุโลก 65000

²สาขาอารักขาพืช คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290

¹Faculty of Science and Technology, Pibulsongkram Rajabhat University, Phitsanulok, Thailand 65000

²Division of Plant Protection, Faculty of Agricultural Production, Maejo University, Chiang Mai, Thailand 50290

*Corresponding author: poolprasert_p@psru.ac.th

Abstract

Received: November 12, 2020

Revised: July 16, 2021

Accepted: November 01, 2021

A survey of insect species diversity of corn grown in the community of Thasakae, Chat Trakan district, Phitsanulok province was conducted during February to May 2020 by using an aerial insect net together with hand picking along five line transects (40 meter each). A total number of 3,566 individual insects representing 24 species from 14 families under seven orders, namely Coleoptera, Diptera, Hemiptera, Hymenoptera, Lepidoptera, Mantodea and Orthoptera were observed. Herein, the highest abundance was in Hymenoptera (97.08%), followed by Orthoptera (2.10%), Lepidoptera (0.42%), Coleoptera (0.28%), Hemiptera (0.06%), Mantodea (0.03%) and Diptera (0.03%) of which the orders Diptera and Mantodea displayed as the lowest abundances in this observation. Based on analysis of biological indices, Shannon diversity index ($H'=1.54$), evenness ($J'=0.49$) and dominance ($D=0.73$) were also computed and shown. It was found that the accumulation curve in all study sites of corn insect could be raised gradually if this survey would be further carried out covering day and night. Additionally, different techniques to monitor the species together with ecological niche of insect utilizing corn field should be initially conducted.

Keywords: species diversity, insects, corn field, Phitsanulok province

บทคัดย่อ

การสำรวจความหลากหลายของแมลงในไร่ข้าวโพดที่เพาะปลูกในเขตพื้นที่ตำบลท่าสะแก อำเภอลำลูกเกด จังหวัดพิษณุโลก ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ ถึงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2563 โดยเก็บตัวอย่างแมลงด้วยสวิงโฉบ และบางส่วนเก็บด้วยมือตามแนวเส้นสำรวจ ความยาว 40 เมตร จำนวน 5 เส้นสำรวจ พบแมลงทั้งหมด 3,566 ตัว จัดจำแนกได้เป็น 24 ชนิด 14 วงศ์ ใน 7 อันดับ ได้แก่ อันดับ Coleoptera, Diptera, Hemiptera, Hymenoptera, Lepidoptera, Mantodea และ Orthoptera โดยอันดับ Hymenoptera เป็นอันดับที่มีความหลากหลายที่สุด (97.08%) รองลงมาคือ อันดับ Orthoptera (2.10%) Lepidoptera (0.42%) Coleoptera (0.28%) Hemiptera (0.06%) และอันดับ Diptera กับ Mantodea ซึ่งเป็นอันดับที่มีความหลากหลายชนิดของแมลงน้อยที่สุด (0.03%) ของการสำรวจในครั้งนี้ เมื่อวิเคราะห์ค่าความหลากหลายทางชีวภาพ พบว่าดัชนีความหลากหลายของแซนนอน-ไวน์เนอร์ (H') มีค่าเท่ากับ 1.54 ความสม่ำเสมอ (J') มีค่าเท่ากับ 0.47 และความเด่น (D) มีค่าเท่ากับ 0.73 ตามลำดับ โดยความหลากหลายชนิดของแมลงมีค่าสูงขึ้นเรื่อย ๆ เมื่อการสำรวจสิ้นสุดลง ดังนั้นหากมีการสำรวจให้ครอบคลุมทั้งเวลากลางวันและกลางคืน และมีการใช้หลาย ๆ วิธีในการสำรวจเพื่อการตรวจสอบชนิดและบทบาทของแมลงในไร่ข้าวโพด จะทำให้ได้จำนวนชนิดที่มากขึ้นตามไปด้วย

คำสำคัญ: ความหลากหลาย แมลง ไร่ข้าวโพด
จังหวัดพิษณุโลก

คำนำ

ข้าวโพด (*Zea mays* L.) เป็นพืชล้มลุกใบเลี้ยงเดี่ยวอายุสั้น เป็นพืชตระกูลเดียวกับหญ้าที่ผสมข้ามพันธุ์ (Cross-pollination) จัดอยู่ในตระกูล Gramineae

(Goodman and Brown, 1998; Bedoya *et al.*, 2017) สามารถปลูกได้ในสภาพภูมิอากาศแตกต่างกันมาก ๆ เป็นแหล่งอาหารที่สำคัญของสัตว์ เพราะสามารถนำมาเลี้ยงสัตว์ได้ทั้งต้น ใบ และเมล็ด (Mangelsdorf, 1940; Ramirez-Cabral *et al.*, 2017) มีการกระจายทั่วทุกภาคของประเทศไทย (Phettharawadee *et al.*, 2017; Jamsai and Tungpitukka, 2019) และมีข้าวโพดอยู่ด้วยกันหลายกลุ่ม อาทิ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์หรือข้าวโพดไร่ (Field corn) ข้าวโพดหวาน (Sweet corn) ข้าวโพดคั่ว (Popcorn) ข้าวโพดแป้ง (Flour corn) และข้าวโพดเทียน (Waxy corn) (Napasintuwong, 2017)

การปลูกข้าวโพด ถือเป็นระบบนิเวศเกษตรระบบหนึ่งซึ่งสร้างให้เกิดความหลากหลายทางชีวภาพ และเกิดกลไกการทำงานของสิ่งมีชีวิตนานาชนิด โดยเฉพาะสัตว์ขาข้อชนิดต่างๆ ได้เข้ามามีบทบาท เป็นทั้งผู้ล่า (Predator) ปรสิต (Parasite) เหยื่อ (Prey) แมลงผสมเกสร (Insect pollinator) ผู้ช่วยสลาย (Decomposer) หรือเป็นศัตรูของพืช (Insect pest) เป็นต้น (Rehman, 1940; Mauricette *et al.*, 2017) การรายงานในอดีตที่ผ่านมาพบว่ามีแมลงที่ใช้ประโยชน์ในการปลูกข้าวโพดมากกว่า 76 ชนิด ใน 25 วงศ์ ซึ่งสามารถแยกเป็นศัตรูของข้าวโพด (Corn pests) ประมาณ 29 ชนิด และศัตรูธรรมชาติ (Natural enemies) ทั้งหมด 18 ชนิด (Nawanich *et al.*, 2010) ทั้งนี้ ในแง่ของความหลากหลายทางชีวภาพนั้นมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ (Baimai, 2012; Montañez and Amarillo-Suárez, 2014) ส่วนหนึ่งของการลดลงของป่าไม้ ส่วนหนึ่งมาจากสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงเป็นระบบการเกษตร แต่จากการทำเกษตรอย่างเข้มข้นดังเช่นการปลูกข้าวโพดในปัจจุบัน และรวมทั้งการขาดซึ่งความตระหนักถึงความสำคัญของความหลากหลายทางชีวภาพได้นำไปสู่ภาวะคุกคามที่มีผลต่อความหลากหลายทางชีวภาพในพื้นที่เกษตร ซึ่งจะนำไปสู่ความไม่ยั่งยืนในการทำเกษตร โดยเฉพาะการใช้สารเคมีในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืชในปริมาณและจำนวนมาก รวมทั้งการ

ใช้สารเคมีกำจัดวัชพืชโดยรอบพื้นที่ปลูก และในบริเวณใกล้เคียง ซึ่งเป็นการทำลายความหลากหลายทางชีวภาพไม่เพียงแต่ตัววัชพืชเองทั้งยังทำลายแหล่งอาศัยของแมลงชนิดต่าง ๆ ทั้งที่เป็นประโยชน์และเป็นโทษได้ (Montañez and Amarillo-Suárez, 2014; Berry *et al.*, 2020) ซึ่งในอดีตเชื่อว่าวัชพืชรอบแปลงปลูกจะเป็นแหล่งอาศัยของศัตรูพืชในแปลงปลูก โดยมิได้คำนึงถึงสัตว์ที่มีประโยชน์ที่อาศัยอยู่ร่วมกัน ที่จะนำไปสู่การเกษตรที่ยั่งยืนได้ในอนาคต (Shelton and Edwards, 1983; Marshall *et al.*, 2003)

ปัจจุบันพบว่าเมื่อมีการใช้สารเคมีอย่างต่อเนื่องส่งผลกระทบต่อทำให้แมลงลดลงหรือหายไปจากระบบนิเวศเกษตรนั้น ๆ ดังนั้นการลดภาวะคุกคามที่มีต่อความหลากหลายทางชีวภาพในพื้นที่เกษตร จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีความเข้าใจเกี่ยวกับกับการแพร่กระจายของแมลงในพื้นที่เกษตร (Berry *et al.*, 2020) งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ในการสำรวจเพื่อหาความหลากหลายของแมลงในไร่ข้าวโพดในพื้นที่ตำบลท่าสะแก อำเภอลำลูกเกด จังหวัดพิจิตร ซึ่งพื้นที่ที่มีการปลูกข้าวโพดเพื่อเป็นอาหารสัตว์เป็นหลัก จึงใช้พื้นที่ในเขตนี้เป็นการศึกษาเริ่มต้น โดยข้อมูลพื้นฐานที่ศึกษาได้ในครั้งนี้จะเป็นประโยชน์ในการประเมินแมลงที่มีประโยชน์และโทษในระบบการปลูกข้าวโพด อีกทั้งยังสามารถหาวิธีการจัดการระบบการผลิตข้าวโพดแบบยั่งยืนต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

พื้นที่ศึกษาและการวางแผนสำรวจ

ทำการเลือกพื้นที่ไร่ข้าวโพดจำนวน 5 ไร่ ซึ่งมีการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เป็นหลัก ในเขตตำบลท่าสะแก อำเภอลำลูกเกด จังหวัดพิจิตร เพื่อสำรวจความหลากหลายของแมลงในข้าวโพดตั้งแต่ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบ (Vegetative stage) ถึงระยะสุกแก่เก็บเกี่ยว (Harvest maturity) ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ ถึง เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2563

การสำรวจแมลง

ทำการสำรวจและเก็บตัวอย่างแมลงด้วยสวิงโอบ (Insect sweep net) ในแปลงปลูกข้าวโพดจำนวน 5 ไร่ โดยกำหนดแนวเส้นสำรวจ (Line transect) เป็นเส้นทแยงมุม ไร่ละ 1 เส้นสำรวจ แต่ละเส้นสำรวจมีความยาว 40 เมตร รวมทั้งหมด 5 เส้นสำรวจ ทำการเก็บตัวอย่างแมลงด้วยการใช้สวิงโอบไปตามแนวเส้นสำรวจ สัปดาห์ละ 1 ครั้ง ทั้งนี้ทำการเก็บตัวอย่างบางส่วนด้วยมือ (Hand picking) ร่วมด้วย โดยการใช้ฟูกันเขี่ยตัวอย่างลงในขวดเก็บตัวอย่าง โดยสุ่มจุดละ 1 ต้น ของแต่ละเส้นสำรวจ ช่วงเวลาในการเก็บสำรวจในแต่ละครั้งดำเนินการตั้งแต่วันที่ 08:00-10:00 น. เก็บรักษาแมลงด้วยแอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์ จัดบันทึกข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องและนำตัวอย่างแมลงไปทำการจัดจำแนกชนิดในห้องปฏิบัติการ ณ สาขาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

การจำแนกชนิดแมลง

จัดจำแนกตามลักษณะสัณฐานวิทยาภายนอก (External morphological characters) ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ (Stereo microscope) ในระดับอันดับ (Order) วงศ์ (Family) และชนิด (Species) โดยอ้างอิงการจัดจำแนกแมลงของ Suwannaphak (2016) และ Ortega (1987)

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพ (Biological diversity index) โดยใช้ดัชนีความหลากหลายชนิดของแชนนอน-ไวเนอร์ (Shannon-Wiener's index) (H') ซึ่งปรับค่ามาตรฐานความสม่ำเสมอโดยใช้สมการของพิลาว (Pielou's evenness index) (J') จากนั้นคำนวณ ค่าดัชนีความเด่นของซิมป์สัน (Simpson's dominance index) (D) ดังนี้

1. ค่าความหลากหลายชนิดของแชนนอน-ไวเนอร์
(Shannon – Wiener index) (Shannon, 1948)

$$H' = \sum_{i=1}^s (pi)(\ln pi)$$

โดยที่ pi = สัดส่วนระหว่างจำนวนตัวของแมลง
ชนิดที่ i ต่อจำนวนตัวของแมลงทั้งหมด (เมื่อ i = 1, 2, 3,... s)

เมื่อ s = จำนวนชนิดของแมลงทั้งหมดในเส้นทาง
ศึกษา

2. ดัชนีความสม่ำเสมอ (Pielou's evenness
index) ของแมลงโดยใช้ดัชนีความสม่ำเสมอ (J) จากสูตร
ของ Mulder *et al.* (2004)

$$J' = H'/H_{\max} \text{ หรือ } H'/\ln S$$

เมื่อ J' คือ ความสม่ำเสมอ

H' คือ ความหลากหลาย

H_{max} คือ ค่าสูงสุดของ H'

S คือ จำนวนชนิด

3. ดัชนี ความเด่น (Simpson's index: D)
(Simpson, 1949)

$$D = 1/\sum pi^2$$

เมื่อ pi คือ สัดส่วนระหว่างจำนวนตัวอย่างของ
แมลงต่อจำนวนตัวอย่างทั้งหมด

ผลการวิจัย

จากการสำรวจความหลากหลายของแมลงในไร่
ข้าวโพด พบแมลงในพื้นที่ทั้งหมด 3,566 ตัว ซึ่งสามารถ
จัดจำแนกตามลักษณะสัณฐานวิทยาภายนอกได้ทั้งหมด
24 ชนิด ใน 14 วงศ์ จาก 7 อันดับ ได้แก่ อันดับ
Coleoptera, Diptera, Hemiptera, Hymenoptera,
Lepidoptera, Mantodea และ Orthoptera โดยอันดับ
Hymenoptera เป็นอันดับที่มีความหลากหลายมากที่สุด
คิดเป็น 97.08% รองลงมาคือ อันดับ Orthoptera
คิดเป็น 2.10% Lepidoptera (0.42%) Coleoptera
(0.28%) Hemiptera (0.06%) และอันดับ Diptera และ
Mantodea (0.03%) ตามลำดับ ทั้งนี้แมลงในอันดับ
Hymenoptera พบว่าชั้นโรงชนิด *Tetragonilla collina*
มีความชุกสัมพันธ์มากที่สุด ถึง 41.28% รองลงมาคือ
ชั้นโรง *Homotrigona fimbriata* (26.86%) ผึ้งมิม *Apis*
floreana (12.48%) ผึ้งหลวง *A. florea* (9.17%) และผึ้ง
โพรง *A. cerana* (7.29%) ตามลำดับ (Table 1)

Table 1 Order, family, species, total number and relative abundance of insect in corn field
Thasakae, Chat Trakan district, Phitsanulok province

Order	Family	Species	Total no.	Relative abundance
Coleoptera	Cerambycidae	<i>Celostera pollinosa</i>	1	0.03
		<i>Dorysthenes bugueti</i>	3	0.08
	Scarabaeidae	<i>Anomala grandis</i>	5	0.14
		<i>Melolontha melolontha</i>	1	0.03
Diptera	Tabanidae	<i>Tabanus</i> sp.	1	0.03
Hemiptera	Cicadidae	<i>Meimuna opalifera</i>	2	0.06

Table 1 (Continued)

Order	Family	Species	Total no.	Relative abundance
Hymenoptera	Apidae	<i>Apis cerana</i>	260	7.29
		<i>A. dorsata</i>	327	9.17
		<i>A. florea</i>	445	12.48
		<i>Homotrigona fimbriata</i>	958	26.86
		<i>Tetragonilla collina</i>	1,472	41.28
Lepidoptera	Danaiidae	<i>Danaus genutia genutia</i>	2	0.06
		<i>Euploea algea limborgii</i>	4	0.11
	Nymphalidae	<i>Hypolimnas bolina</i>	1	0.03
	Papilionidae	<i>Graphium antiphates</i>	1	0.03
		<i>Graphium doson</i>	1	0.03
		<i>Pachliopta aristolochiae</i>	2	0.06
		<i>Papilio demoleus</i>	1	0.03
	Pieridae	<i>Appias olferna</i>	1	0.03
		<i>Eurema andersonii</i>	1	0.03
		<i>Hebomoia glaucippe</i>	1	0.03
Mantodea	Mantidae	<i>Hierodula patellifera</i>	1	0.03
Orthoptera	Acrididae	<i>Hieroglyphus banian</i>	28	0.79
	Tettigoniidae	<i>Conocephalus longipennis</i>	47	1.32
Total			3,566	100.00

เมื่อวิเคราะห์ค่าความหลากหลายทางชีวภาพ (Diversity index) พบว่าดัชนีความหลากหลายของ แชนนอน-ไวน์เนอร์ (H') มีค่าเท่ากับ (1.54) ความสม่ำเสมอ (J') มีค่าเท่ากับ 0.49 และความเด่น (D) มีค่า

เท่ากับ (0.73) ตามลำดับ นอกจากนี้เมื่อการสำรวจเสร็จสิ้น พบว่าเส้นกราฟแสดงการสะสมชนิดของแมลงที่ใช้ประโยชน์ในไร่ข้าวโพด (Species accumulation curve) มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น (Figure 1)

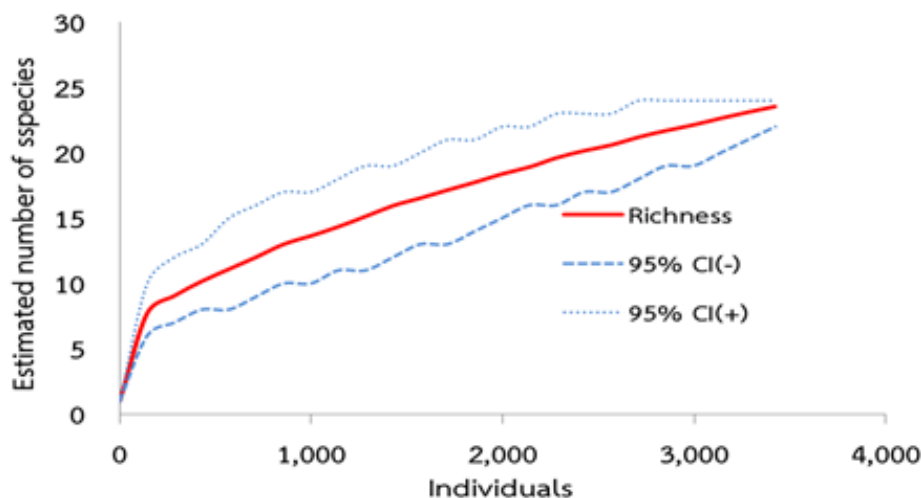


Figure 1 Species accumulation curve and estimation of species richness of insects of corn cultivated in the community of Thasakae, Chat Trakan district, Phitsanulok province ($\pm 95\%$ confidence intervals shown as dotted lines)

วิจารณ์ผลการวิจัย

จากการศึกษาความหลากหลายชนิดของแมลงในไร่ข้าวโพดครั้งนี้ พบแมลงได้ทั้งสิ้น 24 ชนิด 14 วงศ์ 7 อันดับ โดยอันดับ Hymenoptera สามารถพบทั้งหมดเพียง 5 ชนิด แต่กลับเป็นกลุ่มที่พบจำนวนตัวมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับชนิดของผีเสื้อในอันดับ Lepidoptera แม้จะมีจำนวนชนิดที่มากกว่าถึง 10 ชนิด แต่การปรากฏในไร่ข้าวโพดมีค่าเพียง 0.42 เปอร์เซ็นต์ อาจเป็นไปได้ว่าแมลงอันดับ Hymenoptera โดยเฉพาะผึ้งและชันโรงมีโครงสร้างเป็นแมลงสังคม (Social behavior) แต่ละชนิดจะอาศัยอยู่ร่วมกัน และแบ่งหน้าที่กันทำงานต่าง ๆ ซึ่งเมื่อพวกมันออกหากินในบริเวณไร่ข้าวโพดนั้น จึงพบกลุ่มประชากรชนิดเดียวกันจำนวนมากกว่าผีเสื้อในอันดับ Lepidoptera (Almeida and Porto, 2014; Gómez-Escobar *et al.*, 2014) ขณะที่ผีเสื้อมักจะบินหาอาหารแบบอิสระ มีเพียงบางกิจกรรมเพื่อการรวมกลุ่ม (Aggregation) เท่านั้น เช่น การอพยพ (Migration) เท่านั้น เช่น การอพยพ (Migration) (Wang and Emmel 1990; Mathew and Binoy 2002;

Li *et al.*, 2015) อย่างไรก็ตามแมลงในทั้งสองอันดับนี้จัดเป็นแมลงผสมเกสร (Insect pollinator) ที่สามารถพบได้บ่อยในไร่ข้าวโพด (Ortega, 1987; Ontana *et al.*, 2018) ทั้งนี้แมลงที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ประโยชน์ในไร่ข้าวโพดและจัดให้เป็นแมลงผสมเกสร อาจมีเพียง 3 อันดับ คือ Diptera (ยุง แมลงวัน) Hymenoptera (ผึ้ง ต่อ แตน มด) และ Lepidoptera (ผีเสื้อกลางคืน) เป็นหลัก ซึ่งสอดคล้องกับการวิจัยของ Ontana *et al.* (2018) ที่สำรวจแมลงผสมเกสรของข้าวโพดในเขตพื้นที่จังหวัดพิษณุโลก โดยพบว่าพบแมลงผสมเกสรทั้งสิ้น 16 ชนิด ใน 8 วงศ์ จาก 3 อันดับหลัก คือ อันดับ Hymenoptera, Lepidoptera และ Diptera ตามลำดับ นอกจากนี้แมลงผสมเกสรดังกล่าวมีความสำคัญต่อระบบนิเวศเป็นอย่างมาก เนื่องจากพืชชั้นสูงส่วนใหญ่ที่มีการผสมเกสรข้าม (Cross-pollination) เช่น ข้าวโพด ซึ่งจำเป็นต้องอาศัยปัจจัยอื่นเข้ามาช่วยในการผสมเกสร โดยมากกว่า 60 เปอร์เซ็นต์ของพืช จำเป็นต้องอาศัยสิ่งมีชีวิตในการผสมเกสร ซึ่งแมลงจัดได้ว่าเป็นสิ่งมีชีวิตที่ช่วยผสมเกสรพืชดอกได้มากที่สุด เนื่องจากแมลงจะอาศัยอาหาร

ที่มีโปรตีนและอาศัยน้ำหวานเป็นอาหารที่ให้พลังงาน โดยเฉพาะแมลงในอันดับ Hymenoptera ทั้ง ผึ้ง ชันโรง และแมลงภู่ (Bischoff *et al.*, 2013; Sodsrichan *et al.*, 2016; Ontana *et al.*, 2018; Shrestha *et al.*, 2020)

เมื่อวิเคราะห์ค่าความหลากหลายทางชีวภาพพบว่าดัชนีความหลากหลายของแซนนอน-ไวน์เนอร์ (H') มีค่าเท่ากับ 1.54 ซึ่งบ่งบอกถึงความหลากหลายของแมลงที่มาใช้ประโยชน์ในไร่ข้าวโพดอยู่ในระดับปานกลาง ($1 < H' \leq 3$) (Shannon, 1948) มีค่าดัชนีความสม่ำเสมอ (J') มีค่าเท่ากับ 0.49 ซึ่งแสดงถึงความสม่ำเสมอของแมลงในการสำรวจมีน้อยถึงปานกลาง ($0.00 < J' \leq 0.50$) (Mulder *et al.*, 2004) ในขณะที่ดัชนีความเด่น (D) มีค่าเท่ากับ 0.73 ซึ่งแสดงถึงโครงสร้างทางสังคมของแมลงโดยรวมในพื้นที่มีความซับซ้อนหรือมีความเด่นของชนิดค่อนข้างสูง ($0.50 < 1-D \leq 0.75$) (Simpson, 1949) ตามลำดับ ทั้งนี้การศึกษาความหลากหลายของแมลงที่ใช้ประโยชน์ในไร่ข้าวโพดที่ผ่านมา อาจได้ค่าดัชนีที่แตกต่างกันออกไปบ้าง เช่น การศึกษาของ Nawanich *et al.* (2010) เกี่ยวกับความหลากหลายของสัตว์ขาข้อในไร่ข้าวโพดหวาน ด้วยวิธีการสังเกตด้วยตาเปล่า (Visual observation) ทำให้ได้ค่า H' อยู่ในช่วงตั้งแต่ 0.266 ถึง 1.09 ในทางกลับกัน Ontana *et al.* (2018) สนใจเพียงแมลงผสมเกสรของข้าวโพดในเขตพื้นที่จังหวัดพิษณุโลก ทำให้ค่าดัชนีความหลากหลายของแมลงที่พบมีค่าค่อนข้างน้อย ($H'=0.277$) อย่างไรก็ตาม ในการศึกษาในครั้งนี้ไม่สามารถแยกกลุ่มแมลงที่สำรวจพบในอันดับอื่น ๆ ว่าเป็นแมลงศัตรูพืชหรือไม่ เนื่องจากไม่เห็นร่องรอยของการทำลาย อาจเป็นเพียงกลุ่มแมลงที่มาอาศัยไร่ข้าวโพดเพื่อหลบอาศัย ช่อนตัว ทั้งนี้ แมลงศัตรูในไร่ข้าวโพดตามการรายงานในประเทศไทย มีมากกว่า 76 ชนิด ใน 25 วงศ์ ซึ่งอาจเป็นได้ทั้งแมลงศัตรูหลัก (Key pests) แมลงศัตรูรอง (Minor pests) และแมลงที่มีศักยภาพเป็นศัตรูพืช (Potential insect pests) เป็นต้น (Areekul *et al.*, 1966; FAO, 2019; Saraburi Provincial Agriculture and Cooperatives Office, 2019) นอกจากนี้ ความ

หลากหลายชนิดของแมลงที่สำรวจพบในไร่ข้าวโพดครั้งนี้ยังคงมีค่าเพิ่มสูงขึ้นเรื่อย ๆ เป็นไปได้ว่าหากมีการขยายการสำรวจให้ครอบคลุมทั้งในช่วงเวลากลางวันและกลางคืน รวมถึงควรมีการใช้หลากหลายวิธีในการสำรวจเพื่อการตรวจสอบชนิดและบทบาทของแมลงในไร่ข้าวโพด เช่น การสังเกตด้วยตาเปล่า (Eye observation) การเคาะต้นพืช (Tray beat method) การโฉบด้วยสวิง (Aerial net) การสำรวจบนพื้นดิน (Soil observation) การใช้กับดักมุ้ง (Malaise trap) และการใช้กับดักแสงไฟ (Light trap) เช่นเดียวกับการสำรวจความหลากหลายชนิดของแมลงในนาข้าว (Kamp *et al.*, 2006; Saetang *et al.*, 2018; Berry *et al.*, 2020) และมันสำปะหลัง (Khongcharoen *et al.*, 2018) เป็นต้น จะสามารถพบความหลากหลายของแมลงที่มาใช้ประโยชน์ในไร่ข้าวโพดได้มากกว่าการศึกษาในครั้งนี้ อย่างไรก็ตามการสำรวจเพื่อการประเมินและติดตามประชากรแมลงในระบบนิเวศเกษตรไม่ว่าจะด้วยวิธีการใดกับพืชทางเกษตรชนิดใดก็ตามล้วนแล้วแต่มีความสำคัญที่จะนำไปสู่การจัดการบริหารการเกษตรที่ยั่งยืนต่อไปได้

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาความหลากหลายของแมลงในไร่ข้าวโพด ตำบลท่าสะแก อำเภอลำทะเมนชัย จังหวัดพิษณุโลก พบแมลงได้ถึง 24 ชนิด 14 วงศ์ ใน 7 อันดับ โดยอันดับแมลงที่มีความถี่ของการปรากฏหรือการสำรวจได้มากที่สุดใน 3 อันดับแรก ได้แก่ อันดับ Hymenoptera (ผึ้ง ต่อ แตน) Orthoptera (ตั๊กแตน จิ้งหรีด) และ Lepidoptera (ผีเสื้อ) ตามลำดับ ส่งผลต่อค่าความหลากหลายทางชีวภาพของแซนนอน-ไวน์เนอร์ระดับปานกลาง ($H'=1.54$) ความสม่ำเสมอระดับน้อยถึงปานกลาง ($J'=0.47$) และความเด่นระดับค่อนข้างสูง ($D=0.73$) ตามลำดับ แม้กระนั้นก็ตาม เพื่อให้มีจำนวนชนิดของแมลงที่มาใช้ประโยชน์ในไร่ข้าวโพดที่หลากหลายมากขึ้น มีข้อเสนอแนะให้ทำการสำรวจให้ครอบคลุมฤดูกาล

ปลูก ทั้งช่วงเวลากลางวันกลางคืน ตลอดจนควรมีวิธีการในการสำรวจที่หลากหลายวิธีการ อีกทั้งตรวจสอบบทบาทของแมลงที่สำรวจได้ เพื่อสร้างความเข้าใจและสามารถประเมินปัญหาในระบบการจัดการเกษตร เพื่อวางแผนการจัดการในพื้นที่ต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ คุณสมชาย บัณฑิตบุญ ที่ให้ความอนุเคราะห์แปลงปลูกข้าวโพด สำหรับการสำรวจความหลากหลายแมลงในครั้งนี้ และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่สาขาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์เครื่องมือและสถานที่ในการศึกษาวิจัยอย่างดี มาตลอดจนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- Almeida, E.A. and D.S. Porto. 2014. Investigating eusociality in bees while trusting the uncertainty. **Sociobiology** 61: 355-368.
- Areekul, S., B. Wanleelag, A. Wattanathanyakam, U. Sakulpanich, O. Prachuabmoh, P. Tiraweth and Y. Singhasanee. 1966. **Insect Pests of Corn in Thailand**. 9th. In Technical Document. Bangkok: Department of Entomology and Plant Pathology, Kasetsart University. 204 p.
- Baimai, V. 2012. Research and study for local development. **Rajabhat Journal of Sciences, Humanities and Social Sciences** 13(1): 1-8. [in Thai]
- Bedoya, C.A., S. Dreisigacker, S. Hearne, J. Franco, C. Mir, B.M. Prasanna, S. Taba, A. Charcosset and M.L. Warburton. 2017. Genetic diversity and population structure of native maize populations in Latin America and the Caribbean. **PLoS ONE** 12(4): 1-21, e0173488.
- Berry, G., K. Tanruean, T. Napiroon, W. Saetang, M. Penpo, S. Duangrod and P. Poolprasert. 2020. The community structure of beneficial and harmful arthropod fauna in rice field ecosystems in lower Northern Thailand. **The Journal of Applied Science** 19(1): 1-12.
- Bischoff, M., J.M. Lord, A.W. Robertson and A.G. Dyer. 2013. Hymenopteran pollinators as agents of selection on flower colour in the New Zealand mountains: salient chromatic signals enhance flower discrimination. **New Zealand Journal of Botany** 51(3): 181-193.
- FAO. 2019. **First detection of fall army worm on the border of Thailand**. IPPC Official Pest Report No. THA-03/1. [Online]. Available <https://www.ippc.int/en/countries/thailand/pestreports/2018/12/first-detection-of-fall-army-worm-on-the-border-of-thailand/> (09 September 2020).

- Gómez-Escobar, E., P. Liedo, P. Montoya R. Vandame and D. Sánchez. 2014. Behavioral Response of Two Species of Stingless Bees and the Honeybee (Hymenoptera: Apidae) to GF-120. **Journal of Economic Entomology** 107(4): 1447-1449.
- Goodman, M.M. and W.L. Brown. 1988. Races of Corn. pp. 33-79. In Sprague, G.F and J.W Dudley (eds.). **Corn and Corn Improvement**. Madison: American Society of Agronomy.
- Jamsai, T. and A. Tungpitukka. 2019. The Study of sweet corn production capacity management approach, Sriratana district, Srisaket province. **Journal of Local Governance and Innovation** 3(1): 17-32. [in Thai]
- Kamp, K., N. Iamsupasit, A. Kamnalrut and K. Kraithep. 2006. Diversity of Insects and Plants in Farmscape Areas. pp. 359-367. In **Proceedings of 44th Kasetsart University Annual Conference: Plants 30 January – 2 February 2006**. Bangkok: Kasetsart University. [in Thai]
- Khongcharoen, P., K. Pronak, S. Sittikul, S. Phromnoi and P. Poolprasert. 2018. Insect fauna visiting cassava plot in Thong Saen Khan district, Uttaradit province. **YRU Journal of Science and Technology** 3(1): 31-40. [in Thai]
- Li, C., F. Wang, X. Chen, C. Zhou and J. Yao. 2015. Adult behavior of *Tirumala limniace* (Lepidoptera: Danaidae). **Journal of Insect Science** 15(1): 76-82.
- Mangelsdorf, P. 1940. Origin of maize. **Nature** 146: 338.
- Marshall, E.J.P., V.K. Brown, N.D. Boatman, P.J.W. Lutman, G.R. Squire and L.K. Ward. 2003. The role of weeds in supporting biological diversity within crop fields. **Weed Research** 43(2): 77-89.
- Mathew, G. and C.F. Binoy. 2002. Migration of butterflies (Lepidoptera: Rhopalocera) in the new Amarambalam reserve forest of the Nilgiri biosphere reserve. **Zoos' Print Journal** 17: 844-847.
- Mauricette, O.S.W., T.B.C. Sylvain, M.D.M. Adamou and T. Yao. 2017. Diversity and abundance of insect pests of corn (*Zea mays* Poaceae) grown in a rural environment in the city of M'Bahiakro (East Central Côte d'Ivoire). **Journal of Ecology and The Natural Environment** 9(5): 77-86.
- Montañez, M.N. and A. Amarillo-Suárez. 2014. Impact of organic crops on the diversity of insects: a review of recent research. **Revista Colombiana de Entomología** 40(2): 131-142.

- Mulder, C.P.H., E. Bazeley-White, P.G. Dimitrakopoulos, A. Hector, M. Sherer-Lorenzen and B. Schmid. 2004. Species evenness and productivity in experimental plant communities. **Oikos** 107: 50-63.
- Napasintuwong, O. 2017. **Development and concentration of maize seed market in Thailand**. 20 p. In ARE Working Paper No. 2560/2. Bangkok: Department of Agricultural and Resource Economics, Faculty of Economics, Kasetsart University.
- Nawanich, S., W. Chongrattanameteekul and P. Supamongkol. 2010. Diversity of Arthropods in sweet corn. **Kasetsart Journal (Natural Science)** 44(6): 1094-1099.
- Ontana, P., J. Jongjitvimol and W. Wattanachaiyingcharoen. 2018. Insect pollinators of corn in Phitsanulok province. **PSRU Journal of Science and Technology** 3(1): 18-27. [in Thai]
- Ortega, C. A. 1987. **Insect Pests of Maize - A Guide for Field Identification**. Mexico: International Maize and Wheat Improvement Center (CIMMYT). 106 p.
- Phettharawadee, S., N. Dussadee, C. Tararak, P. Kongsungnoen and T. Chaichana. 2017. Analysis of Energy in the Production of Maize in Plain Area. pp. 1-8. In **The 1st National Graduate Research and Creative Innovation Competition (1st GCIC)**. Chiang Mai: Maejo University. [in Thai]
- Ramirez-Cabral, N.Y.Z., L. Kumar and F. Shaban. 2017. Global alterations in areas of suitability for maize production from climate change and using a mechanistic species distribution model (CLIMEX). **Scientific Reports** 7(5910): 1-13.
- Rehman, K.A. 1940. Insect pests of maize and Jowar. **Punjab Agriculture College Magazine** 2(1): 7-25.
- Saetang, W., N. Boonchoo and P. Poolprasert. 2018. Community structure and biodiversity of insects in rice paddy field at different varieties. **YRU Journal of Science and Technology** 3(1): 41-47. [in Thai]
- Saraburi Provincial Agriculture and Cooperatives Office. 2019. **Field Corn**. Saraburi: Centre for Agricultural Information, Saraburi Provincial Agriculture and Cooperatives Office. 199 p. [in Thai]
- Shannon, C.E. 1948. A mathematical theory of communication. **The Bell System Technical Journal** 27: 379-423.
- Shelton, M.D. and C.R. Edwards. 1983. Effects of weeds on the diversity and abundance of insects in soybeans. **Environmental Entomology** 12(2): 296-298.
- Shrestha, M., J.E. Garcia, M. Burd and A.G. Dyer. 2020. Australian native flower colours: Does nectar reward drive bee pollinator flower preferences? **PLoS ONE** 15(6): 1-15, e0226469.

Simpson, E.H. 1949. Measurement of diversity.
Nature 163: 688.

Sodsrichan, J., R. Naksingm and J. Jongjitvimol.
2016. Species diversity of insect in
superfamily Apoidea and food sources
at vegetarian Virens Hung Tung,
Phitsanulok. **PSRU Journal of Science
and Technology** 1(1):10-18. [in Thai]

Suwannaphak, K. 2016. **Insects**. Bangkok:
Documentary. 244 p. [in Thai]

Wang, H.Y. and T.C. Emmel. 1990. Migration
and overwintering aggregations of nine
danaine butterfly species in Taiwan
(Nymphalidae). **The Journal of the
Lepidopterists' Society** 44: 216-228.

**ผลของการใช้ไคโตซานที่สกัดด้วยเคมีจากเปลือกกุ้งเสริมในอาหารต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโต
และค่าโลหิตวิทยาในสุกรระยะเจริญเติบโต (น้ำหนักตัว 10-60 กก.)**

**Effect of Chitosan Extracted by Chemical Method from Shrimp Shell in Diet
Supplementation on Growth Performance and Blood Biochemistry
in Starting – Growing Pig (Body Weight 10-60 kg)**

ฉัตรชัย เสนขวัญแก้ว

Chatchai Senkwankaew

แขนงวิชาสัตวศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ ปทุมธานี 13180

Department of Agriculture Branches Animals Science, Faculty of Agricultural Technology

Valaya Alongkorn Rajabhat University under the Royal Patronage, Pathum Thani, Thailand 13180

*Corresponding author: chatchai.sen@vru.ac.th

Abstract

Received: May 26, 2020

Revised: April 28, 2021

Accepted: July 15, 2021

The effect of chitosan extraction from shrimp shell on growth performance was studied in starting – growing pigs total of 32 weaning pigs (Duroc x Large white x Landraces) were used the average initial weight of 10.37 kg. The experimental design was Completely Randomized Design (CRD) were selected and assigned randomly into 4 treatments. Each treatment involved 4 replicate with 8 pigs per group, group 1 basal feed, control and groups 2, 3 and 4 chitosan supplement 100, 200 and 300 ppm, respectively. The results found that the efficiency of absorption of nutrients all the pigs did not significantly ($P>0.05$), except for the fat absorption of groups, 200 and 300 ppm fed supplemental chitosan was significantly ($P<0.05$) compared with the control group. The growth performance of pigs in all experimental groups did not significantly ($P>0.05$). The effects on blood biochemistry, it was found that the group added chitosan 100 and 200 ppm had higher hematocrit than the control group with statistical significance ($P<0.01$). The total white blood cell count of chitosan supplement 200 and 300 ppm were higher than the control ($P<0.01$) and statistical significance with 2 groups ($P<0.05$). Therefore, supplementing chitosan should be used at the level of 300 ppm in feed formulas to be used as a supplement to the growth and increase the white blood cells, which may mean increased swine immunity will affect the health of pigs.

Keywords: chitosan, growth performance, swine, blood biochemistry

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของการสกัดไคโตซานด้วยวิธีเคมีจากเปลือกกุ้งต่อสมรรถภาพการเติบโตในสุกรเล็ก-สุกรรุ่น ใช้สุกรลูกผสม 3 สายเลือด (ดুর็อค x ลาร์จไวท์ x แลนด์เรซ) จำนวน 32 ตัว น้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 10.37 กิโลกรัม ทำการวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) แบ่งกลุ่มการทดลองออกเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มละ 4 ตัว ๆ ละ 8 ตัว โดยกลุ่มที่ 1 คือ กลุ่มควบคุม (ไม่เสริมไคโตซาน) กลุ่มที่ 2, 3 และ 4 คือ กลุ่มเสริมไคโตซานที่สกัดด้วยเคมีระดับ 100, 200 และ 300 ppm ในสูตรอาหาร ตามลำดับ ผลการศึกษาพบว่า การดูดซึมโภชนาของสุกรทั้งหมดไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้นการย่อยได้ไขมันกลุ่มที่เสริมไคโตซาน 200 และ 300 ppm มีค่าสูงกว่ากลุ่มควบคุมและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) สมรรถภาพการผลิตของสุกรทุกกลุ่มการทดลองไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ส่วนผลต่อองค์ประกอบของเลือด พบว่ากลุ่มเสริมไคโตซาน 100 และ 200 ppm มีค่าฮีมาโตคริตสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) ส่วนปริมาณเม็ดเลือดขาวทั้งหมด พบว่ากลุ่มที่เสริมไคโตซาน 200 และ 300 ppm มีปริมาณเม็ดเลือดขาวสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกลุ่มที่เสริมไคโตซาน 100 ppm ดังนั้นการเสริมไคโตซานควรจะใช้ในระดับ 300 ppm ในสูตรอาหารเพื่อใช้เป็นสารเสริมต่อการเจริญเติบโต และทำให้เม็ดเลือดขาวเพิ่มสูงขึ้นนั้นอาจหมายถึงภูมิคุ้มกันของสุกรเพิ่มขึ้น ซึ่งจะส่งผลดีต่อสุขภาพของสุกร

คำสำคัญ: ไคโตซาน สมรรถภาพการเติบโต สุกร
คำโลหิตวิทยา

คำนำ

อาหารที่ใช้เลี้ยงสัตว์เพื่อการดำรงชีพ การเจริญเติบโต การสืบพันธุ์ และการผลิตน้ำนม ส่วนใหญ่ได้มาจากพืชและสัตว์ โดยมีคุณค่าทางโภชนาที่แตกต่างกัน แต่ในปัจจุบันได้มีการนำสารเคมีบางชนิดมาใช้เป็นสารเสริมลงในสูตรอาหารเพื่อช่วยรักษาโรค ช่วยให้สัตว์มีผลผลิตที่สูงขึ้นและนิยมกันแพร่หลายในวงการเลี้ยงสัตว์ แต่สารเคมีที่นำมาใช้ส่วนใหญ่นั้นหากมีการนำมาใช้ที่ไม่ถูกวิธีหรือรู้เท่าไม่ถึงการณ์ของเกษตรกร อาจทำให้สารเคมีเหล่านั้นตกค้างในเนื้อสัตว์ซึ่งเป็นอันตรายต่อผู้บริโภค จึงมีการศึกษาหาสารจากธรรมชาติที่มีความปลอดภัยต่อผู้ผลิต ผู้บริโภค และสิ่งแวดล้อม เพื่อนำมาใช้ส่งเสริมการเจริญเติบโตและสมรรถภาพของผลผลิตของสัตว์ อย่างไรก็ตามหากมองให้ลึกถึงองค์ประกอบทางเคมีของเปลือกกุ้งและหัวกุ้งแล้ว ก็สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้มาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งไคติน (Chitin) ซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักที่มีอยู่ในเปลือกกุ้ง หากมีการสกัดออกมาและนำมาแปรรูปใช้งานก็ถือว่าเป็นสารเสริมในอาหารที่มีประโยชน์อย่างมาก ภายในเปลือกกุ้งจะมีสารอยู่ชนิดหนึ่ง คือ ไคโตซาน ที่ช่วยดักจับไขมันและคลอเลสเตอรอลในกระแสเลือด เนื่องจากประจุบวกของไคโตซานสามารถจับกับประจุลบของกรดไขมัน อีกทั้งไคโตซานยังสามารถจับไขมันไว้ในโครงสร้างพอลิเมอร์ ทำให้ร่างกายดูดซึมไขมันได้น้อยลง (Aranaz *et al.*, 2009) นอกจากนี้คุณสมบัติที่กล่าวมาแล้ว สารไคโตซานยังมีคุณสมบัติในการต้านเชื้อจุลินทรีย์ ต้านเชื้อไวรัส ต้านเชื้อรา และสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรีย คือ *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Vibrio cholerae* และ *Salmonella weltevreden* (Chongritthiporn *et al.*, 2003)

จุลินทรีย์ในระบบทางเดินอาหารสัตว์สามารถย่อยโคโตซานได้เป็นสาร Glucosamine และ Oligomer ชนิดต่าง ๆ เพื่อใช้ในการเจริญของเซลล์จุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ (Satchatchaphong, 2009) เช่น เพิ่มจำนวนจุลินทรีย์แลคโตบาซิลลัส (*Lactobacillus* spp.) ในลำไส้ (Li *et al.*, 2007) และยังช่วยในการกระตุ้นการสร้างภูมิคุ้มกันโรค โดยมีปริมาณ IgG และลิมโฟไซต์ (Lymphocyte) ในซีรัมที่เพิ่มขึ้น (Kumar *et al.*, 2017) และสามารถใช้เป็นพรีไบโอติกส์ในอาหารสัตว์ เพื่อเพิ่มคุณภาพในการผลิตทั้งในสุกรและสัตว์ปีกได้ (Park *et al.*, 2004; Xiao *et al.*, 2013) ทำให้สัตว์มีสุขภาพที่ดีช่วยลดต้นทุนค่ายาให้แก่เกษตรกร จึงมีการนำมาประยุกต์ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ มากมาย และยังสามารถย่อยสลายได้ตามธรรมชาติไม่มีพิษต่อสิ่งแวดล้อม

อุปกรณ์และวิธีการ

การสกัดโคโตซาน

การสกัดโคโตซานโดยวิธีของ Khanafari *et al.* (2008) ดังนี้

1) นำเปลือกกุ้งมาล้างด้วยน้ำสะอาดหลาย ๆ ครั้ง หากเป็นเปลือกกุ้งสดจะต้องแยกเอาส่วนเนื้อ ไขมัน และอื่น ๆ ออก ใช้เฉพาะส่วนที่เป็นเปลือกเท่านั้น จากนั้นจึงนำไปอบแห้งด้วยเครื่องอบที่อุณหภูมิ $100 \pm 0^{\circ}\text{C}$. เป็นเวลา 1 ชั่วโมง

2) นำเปลือกกุ้งมากำจัดแร่ธาตุด้วยกรดไฮโดรคลอริก (HCl) ความเข้มข้น 2 M คนตลอดเวลา 2 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ $80 \pm 2^{\circ}\text{C}$. โดยใช้ใช้น้ำหนักต่อปริมาตร 1 ต่อ 15 ด้วยเครื่องกวนสารชนิดให้ความร้อน ซึ่งการใช้สารละลายกรดไฮโดรคลอริกเจือจางเป็นตัวละลายแร่ธาตุโดยส่วนใหญ่เป็นเกลือแคลเซียมคาร์บอเนต $2\text{HCl} + \text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{CO}_3$ หลังจากนั้นล้างน้ำให้สะอาดแล้วจึงกรองเพื่อเอากากทั้งหมด

3) นำกากของเปลือกกุ้งที่ได้จากการกำจัดแร่ธาตุมากำจัดโปรตีนด้วยด่าง (NaOH) ความเข้มข้น 2 M คนตลอดเวลา 2 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ $80 \pm 2^{\circ}\text{C}$. โดยใช้น้ำหนักต่อปริมาตร 1 ต่อ 15 ด้วยเครื่องกวนสารชนิดให้ความร้อน หลังจากนั้นล้างน้ำแล้วกรองจนหมดกรดจะได้ไคติน

4) นำไคตินที่สกัดได้มากำจัดหมู่ Acetyl (Deacetylation) ด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 50% โดยใช้น้ำหนัก ในอัตราส่วน 1 ต่อ 15 คนตลอดเวลา 2 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ $100 \pm 10^{\circ}\text{C}$. ด้วย Stirring hot plate หลังจากนั้นนำโคโตซานที่ได้ไปล้างน้ำและกรองจนหมดต่าง ขั้นตอนสุดท้ายนำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ $100 \pm 10^{\circ}\text{C}$. เป็นเวลา 1 ชั่วโมง จะได้โคโตซานแล้วจึงนำไปเปรียบเทียบกับร้อยละจากไคตินตั้งต้น และเปรียบเทียบกับร้อยละจากน้ำหนักเปลือกกุ้งตั้งต้น

สัตว์ทดลองและการจัดการเลี้ยงดู

สัตว์ทดลอง ใช้สุกรหย่านมลูกผสมสามสายเลือด (ลาร์จไวท์-แลนด์เรซ×ดуроค) จำนวน 32 ตัว น้ำหนักเริ่มทดลอง 10.37 กิโลกรัม โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) ประกอบไปด้วย 4 กลุ่มทดลอง กลุ่มละ 4 ตัว ตัวละ 2 ตัว (เพศผู้ตัว 1 ตัว + เพศเมีย 1 ตัว) โดยกลุ่มที่ 1 คือกลุ่มควบคุมใช้อาหารพื้นฐาน ส่วนกลุ่มที่ 2 เสริมโคโตซาน 100 ppm กลุ่มที่ 3 เสริมโคโตซาน 200 ppm และกลุ่มที่ 4 เสริมโคโตซาน 300 ppm ตามลำดับ ให้กินอาหารและน้ำอย่างเต็มที่ (อาหารทดลองจะเตรียมไว้สำหรับสุกร 7 วันจากนั้นจะผสมใหม่) อาหารที่ใช้ในการทดลองแสดงดัง Table 1

การจัดการเลี้ยงดูสุกรที่นำมาใช้เพื่องานทดลองมีระบบการเลี้ยงแบบสุขอนามัยเข้ม (Strict Hygienic Conventional System, SHC หรือ Clean Conventional System, CC) คือ มีการป้องกันการติดเชื้อ มีการตรวจสอบเชื้อ มีการจัดการระบบเพื่อให้สัตว์มีสุขภาพดี การควบคุมและตรวจสอบสุขภาพสัตว์อย่างสม่ำเสมอซึ่ง

ผู้วิจัยได้ผ่านการอบรมหลักสูตรการใช้สัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ ใบอนุญาตเลขที่ U1-03188-2559 คอกที่ใช้ทดลองมีขนาด 1.5×2.0 เมตร เป็นพื้นคอนกรีตพร้อมที่ให้น้ำและอาหารอัตโนมัติ จำนวน 16 คอก โดยมีการเตรียมคอกทดลองก่อนการเลี้ยง โดยล้างทำความสะอาดแล้วพ่นยาฆ่าเชื้อโรค ปล่อยให้แห้งแล้วทิ้งไว้ 7 วัน

นำสุกรเข้าเลี้ยงก่อนทดลอง 7 วัน (น้ำหนักหนักเฉลี่ย 8.48) เพื่อให้สุกรปรับตัวกับสภาพคอกและสูตรอาหารที่ใช้ทดลอง จากนั้นชั่งน้ำหนักและเริ่มการทดลองด้วยสูตรอาหารที่เตรียมไว้เลี้ยงไปจนถึงน้ำหนักตัวสุดท้ายที่ 60 กิโลกรัม ในระหว่างการทดลองจะมีการตรวจสอบสุขภาพสุกรช่วงเช้าและเย็นทุกวัน

Table 1 Composition and calculated nutrient levels of basal diet (as-fed basis)

Items	Period of experimental pigs	
	Starting pigs (15-30 kg)	Growing pig (30-60 kg)
Corn	58	64.40
Rice bran	10.00	13.00
Fish meal (60%CP)	2.00	-
Peanut meal	11.2	-
Soybean meal (44%CP)	14.60	18.45
Bone meal	2.00	1.50
Di calcium phosphate (12%P)	1.20	1.40
Salt	0.35	0.35
Premix ¹	0.35	0.35
Total weights	100	100
Calculated nutrient levels, %		
Protein	18.30	16.31
Calcium	0.60	0.50
Phosphorus	0.50	0.45
Lysine	0.83	0.66
Methionine + Cysteine	0.47	0.39
Tryptophan	0.15	0.12
Threonine	0.52	0.43
Metabolizable Energy ;kcal/kg	3,200	3,057

¹ Vitamin-premix provided per kg of diet: vitamin A 8,250 IU, vitamin D3 835 IU, vitamin E 40 IU, vitamin K3 4 mg, vitamin B12 0.025 mg, vitamin B1 2 mg, vitamin B2 12 mg, nicotinic acid 22.5 mg, folic acid 2 mg, pyridoxine 4.5 mg, biotin 0.2 mg, pantothenate 15 mg, choline 500 mg, Mn 50 mg, Fe 100 mg, I 0.4 mg, Cu 25 mg, Zn 150 mg, Se 0.3 mg.

การเก็บตัวอย่างเลือด

การเก็บตัวอย่างเลือดเพื่อตรวจหาความเข้มข้นเม็ดเลือดแดงโดยวัดเป็นค่าเปอร์เซ็นต์ฮีมาโตคริต ค่าโลหิตวิทยา (ปริมาณเม็ดเลือดขาว) และไขมันเลือด (คอเลสเตอรอล และไตรกลีเซอไรด์) ทำการเก็บตัวอย่างเลือดเมื่อสุกมี น้ำหนักตัวได้ 50 กิโลกรัม โดยจะเก็บเลือดจากสุกรเพศผู้ตอน 16 ตัวอย่าง โดยการเจาะเก็บตัวอย่างเลือดที่ หลอดเลือดดำ (Jugular vein) เก็บตัวอย่างเลือดในหลอดทดลองที่ป้องกันการแข็งตัวของเลือดด้วยสาร EDTA และส่งตัวอย่างเข้าห้องปฏิบัติการเพื่อรอการวิเคราะห์ทางเคมีต่อไป ขั้นตอนและวิธีการตรวจวัด โลหิตวิทยาและปริมาณไขมันเลือด โดยมีรายละเอียดดังนี้

- 1) การหาค่าเม็ดเลือดแดงอัดแน่น (Hematocrit หรือ Packed cell volume)
- 2) การตรวจนับปริมาณเม็ดเลือดขาว
- 3) การวิเคราะห์ไตรกลีเซอไรด์
- 4) การวิเคราะห์คอเลสเตอรอล

ขั้นตอนและวิธีการตรวจวัดค่าโลหิตวิทยา (ฮีมาโตคริต ปริมาณเม็ดเลือดขาว) ปริมาณไขมันในเลือด (คอเลสเตอรอล ไตรกลีเซอไรด์)

1. การหาค่าเม็ดเลือดแดงอัดแน่น ฮีมาโตคริต ตามวิธีของ Bucolo and David (1973)
2. การตรวจสอบปริมาณเม็ดเลือดขาวโดยวิธี Wright “Instan” Stain set เป็นชุดทดสอบของบริษัท B.M. Lap Limited partnership (Bio-Medical Laboratory)

สารละลายที่ใช้

- 1) Fixative solution 450 ml
- 2) “Instant” Stain A 450 ml
- 3) “Instant” Stain B 450 ml

ขั้นตอนวิธีการทำ

- 1) ใช้ Capillary tube หยดเลือดลงบนสไลด์
- 2) Smear และทำให้แห้งโดยผึ่งลม

3) จุ่มสไลด์ลงใน Fixative solution (ที่ใส่ใน Coplin Jar หรือ ภาชนะที่ใช้ย้อมสีอื่น ๆ) 5 ครั้ง ครั้งละ 1 วินาที

4) จุ่มสไลด์ลงใน “Instant” Stain A ในภาชนะ 5 ครั้ง ครั้งละ 1 วินาที

5) จุ่มสไลด์ลงใน “Instant” Stain B ในภาชนะ 5 ครั้ง ครั้งละ 1 วินาที

6) ล้างสไลด์ด้วยน้ำกลั่นแล้วทิ้งไว้ให้แห้ง

7) การตรวจสเมียร์ เริ่มต้นตรวจด้วยกล้องจุลทรรศน์กำลังขยายขนาด 10X ก่อนทำการประเมินคุณภาพของสเมียร์นั้น ๆ ว่ามีคุณภาพดี ดิดสีดี รวมทั้งสภาพทั่วไปเกี่ยวกับการกระจายของเม็ดเลือดแดง เม็ดเลือดขาว และเกล็ดเลือด ถ้าตรวจพบ Fibrin strands แสดงว่าเลือดบางส่วนแข็งตัวก่อนทำการสเมียร์ และจะนับเม็ดเลือดขาวกับเกล็ดเลือดไว้ส่วนหนึ่ง ทำให้การประเมินสเมียร์แผ่นนี้ไม่แม่นยำต้องทำสเมียร์แผ่นใหม่ และเมื่อสเมียร์ใช้ได้แล้ว นำไปตรวจแยกชนิดของเม็ดเลือดขาว โดยบริเวณที่เหมาะสมต่อการตรวจนับ คือ บริเวณที่ถัดจากปลายหรือส่วนหางของการสเมียร์เข้ามาเล็กน้อย เลือกรับบริเวณนี้แล้วทำการเปลี่ยนกำลังขยายเป็น 100X (หัวน้ำมัน) และทำการตรวจนับจำนวนเม็ดเลือดขาว 100 เซลล์และรายงานเป็นเปอร์เซ็นต์ของเซลล์แต่ละชนิดที่พบ

3. การวิเคราะห์ไตรกลีเซอไรด์ โดยวิธีของ

Bucolo and David (1973)

4. การวิเคราะห์คอเลสเตอรอล โดยวิธีของ

Bucolo and David (1973)

การตรวจหาค่าการย่อยได้ของโภชนาในอาหาร

การตรวจหาค่าการย่อยได้ของโภชนาในอาหาร โดยการศึกษาในสุกรระยะรุ่น (ระยะน้ำหนักตัว 60 กิโลกรัม) ในอาหารและในมูลของสุกรทดลองและโภชนาอื่น ๆ Proximate analysis ตามวิธี (AOAC, 1998) จากนั้นนำมาคำนวณหาค่าการย่อยได้ปรากฏของโภชนาโดยใช้สารบ่งชี้ โดยใช้วิธีการของ Galyean (2010) ดังนี้

ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยของวัตถุแห้ง

(Digestion coefficient of dry matter)

$$100 - \left[100 \times \left(\frac{\% \text{Indicator in feed DM}}{\% \text{Indicator in fecal DM}} \right) \right]$$

ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยของโภชนะ

(Digestion coefficient of a nutrient)

$$100 - \left[100 \times \left(\frac{\% \text{Indicator in feed DM}}{\% \text{Indicator in fecal DM}} \right) \times \left(\frac{\% \text{Indicator in feces}}{\% \text{nutrient in feed}} \right) \right]$$

หมายเหตุ: Indicator คือ Acid Insoluble Ash (AIA)

การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลมาวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วยวิธี (ANOVA) ตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) และเปรียบเทียบค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยในแต่ละกลุ่มการทดลองด้วยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test (DMRT)

ผลการวิจัย

ผลการทดลองพบว่า สุกรทุกกลุ่มการทดลอง มีค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้ง โปรตีน เยื่อใย และเถ้า แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) แต่กลับพบว่าสุกรกลุ่มที่เสริมไคโตซานระดับ 200 และ 300 ppm มีค่าการย่อยได้ของไขมันรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ทางสถิติ ($P<0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่เสริมไคโตซานระดับ 100 ppm (Table 2)

ผลต่อองค์ประกอบของเลือดวัดที่น้ำหนักตัว 50 กิโลกรัม พบว่ากลุ่มทดลองที่เสริมไคโตซาน 100 และ 200 ppm มีค่าฮีมาโตคริตสูงที่สุด มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) ส่วนค่าไตรกลีเซอไรด์ มีแนวโน้มสูงขึ้น ($P=0.056$) แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มอาหารควบคุม และค่าคอเลสเตอรอลไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่มการทดลอง ปริมาณเม็ดเลือดขาวรวม พบว่ากลุ่มการทดลองที่เสริมไคโตซานมีปริมาณเม็ดเลือดขาวสูงกว่ากลุ่มอาหารควบคุม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) (Table 3)

ผลต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโตของสุกรรุ่นที่น้ำหนัก 60 กิโลกรัม พบว่ากลุ่มการทดลองที่เสริมไคโตซาน มีน้ำหนักตัวเมื่อสิ้นสุดการทดลอง และการกินอาหารโดยรวมสูงกว่ากลุ่มอาหารกลุ่มควบคุม แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน (Average Daily Gain: ADG) อัตราการเปลี่ยนน้ำหนัก (Feed Conversion Ratio: FCR) ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่การกินอาหารเฉลี่ยต่อวัน (Average Daily Feed Intake: ADFI) กลุ่มที่เสริมไคโตซาน 200 และ 300 ppm มีการกินอาหารสูงกว่ากลุ่มควบคุมและกลุ่มที่เสริมไคโตซาน 100 ppm แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) (Table 4)

Table 2 The digestibility of various nutrients in pig diets (body weight 60 kg)

Nutrients	Treatments				SEM	P-value
	control	100 ppm	200 ppm	300 ppm		
Digestibility of various nutrients (%)						
Dry Metter	71.12	70.17	74.61	62.39	2.857	0.961
Crude Protein	85.18	83.39	83.62	83.29	0.479	0.572
Crude Fat	51.99 ^a	57.09 ^{a b}	61.30 ^{b c}	61.61 ^{b c}	0.512	0.039
Fiber	68.50	67.11	69.92	65.79	0.939	0.738
Ash	90.69	88.64	87.98	87.69	1.283	0.097

^{a, b, c} directing the mean within rows, showing significant statistical differences (P < 0.01)

Table 3 Blood biochemistry of experimental pigs at 50 kg

Criteria	Treatments				SEM	P-value
	control	100 ppm	200 ppm	300 ppm		
Hematocrit (%)	21.00 ^a	23.37 ^{bc}	24.50 ^c	21.62 ^{ab}	0.493	0.004
Cholesterol (mg/dl)	83.07	84.21	103.32	99.08	4.014	0.174
Tri-glyceride (mg/dl)	97.15	108.68	132.32	135.14	6.110	0.056
White blood cell count (x10 ⁶ cell/ml)	8.87 ^a	6.675 ^b	11.00 ^c	10.25 ^c	0.428	0.001

^{a, b, c} directing the mean within rows, showing significant statistical differences (P<0.01)

Table 4 The average of growth performance in pigs (body weight 10-60 kg)

Item	Treatments				SEM	P-value
	control	100 ppm	200 ppm	300 ppm		
No. of animals	8	8	8	8		
Initial BW (kg)	10.53	10.30	10.30	10.30	-	-
Final BW (kg)	60.68	61.13	62.50	63.83	-	-
Overall BW 10-60 kg	8.87 ^a	6.75 ^b	11.00 ^c	10.25 ^c	-	-
Weight gain (kg)	50.15	50.83	52.20	53.53	-	-
No. of feeding day	63	63	63	63	-	-
Feed intake (kg/pig)	112.14	110.41	113.24	111.83	-	-

Table 4 (Continued)

Item	Treatments				SEM	P-value
	control	100 ppm	200 ppm	300 ppm		
ADG (kg/d)						
Starting pigs, BW 10 30-kg	0.755	0.755	0.811	0.864	0.016	0.566
Growing pigs, BW -3060 kg	0.606	0.656	0.680	0.693	0.018	0.426
Overall BW 10 60-kg	0.796	0.807	0.828	0.880	0.015	0.267
FCR						
Starting pigs, BW	2.07	1.94	1.99	2.05	0.576	0.883
Growing pigs, BW -3060 kg	2.98	2.67	2.60	2.76	0.090	0.480
Overall, BW 10 60-kg	2.24	2.17	2.17	2.09	0.107	0.618
ADFI (kg./d)						
Starting pigs, BW 10 30-kg	1.34	1.27	1.42	1.36	0.037	0.592
Growing pigs, BW -3060 kg	1.75	1.74	1.80	1.89	0.036	0.428
Overall, BW 10-60 kg	1.56 ^a	1.57 ^a	1.67 ^b	1.64 ^b	0.028	0.050

^{a, b, c} directing the mean within rows, showing significant statistical differences ($P < 0.01$)

วิจารณ์ผลการวิจัย

การเสริมโคโตซานที่ในสูตรอาหาร ไม่มีผลต่อองค์ประกอบของเลือด โดยมีปริมาณของไตรกลีเซอไรด์และคอเลสเตอรอลไม่แตกต่างกับกลุ่มควบคุม ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Wang *et al.*, (2014) ส่วนการวัดค่าฮีมาโตคริต พบว่าในสุกรกลุ่มที่เสริมโคโตซาน 100 และ 200 ppm มีเปอร์เซ็นต์ค่าฮีมาโตคริตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม และสุกรกลุ่มที่เสริมโคโตซาน 300 ppm ส่วนปริมาณเม็ดเลือดขาวรวมทั้งหมด พบว่าในสุกรกลุ่มที่เสริมโคโตซาน 200 และ 300 ppm มีปริมาณเม็ดเลือดขาวสูงกว่ากลุ่มควบคุม และสุกรกลุ่มที่เสริมโคโตซาน 100 ppm แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) ผลที่ได้สอดคล้องกับการทดลองของ Xu *et al.* (2018); Li *et al.* (2013); Senkwankaew *et al.* (2015)

ที่พบว่าการเสริมโคโตซานที่ระดับ 300 ppm ทำให้ปริมาณเม็ดเลือดขาวในเลือดสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้เสริมโคโตซาน

ผลต่ออัตราการเจริญเติบโตสอดคล้องกับการทดลองของ Lahsaenmuang *et al.* (2006); Senkwankaew *et al.* (2015); Xu *et al.* (2014); Aluko *et al.* (2017) ที่ทดลองโดยเสริมโคโตซานที่ระดับต่าง ๆ ในอาหารสุกร พบว่ามีอัตราการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการใช้อาหารสูงกว่ากลุ่มควบคุมแต่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ผลการทดลองดังกล่าวไม่สอดคล้องกับการทดลองของ Wang *et al.* (2014) ที่พบว่าสุกรกลุ่มที่เสริมโคโตซานในอาหารมีประสิทธิภาพการใช้อาหารสูงกว่ากลุ่มควบคุมแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ส่วน Chiraphan (2008) ได้ทดลองเสริมโคโตซานในอาหารสุกร พบว่าประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (FCR) ในกลุ่มที่เสริมโคโตซานสูงกว่ากลุ่ม

ที่ไม่เสริมไคโตซานอย่างมีนัยสำคัญ (P<0.01) อาจเป็นผลจากสูตรอาหาร หรือสภาพอุณหภูมิภายในโรงเรือนแตกต่างกัน นอกจากนี้แล้วระหว่างการทดลองมีสุกรป่วยทำให้การเจริญเติบโตของสุกรหยุดชะงักไป ผลการทดลองจึงไม่เป็นไปตามที่คาดการณ์ไว้ ส่วนอัตราการกินอาหารต่อวัน พบว่าสุกรกลุ่มที่เสริมไคโตซาน 200 และ 300 ppm มีการกินอาหารสูงที่สุด (P=0.05)

สรุปผลการวิจัย

จากการทดลองนี้ผู้วิจัยแนะนำให้เสริมไคโตซานที่ระดับ 300 ppm ในสูตรอาหารสุกรระยะเจริญเติบโตที่น้ำหนัก 10-60 กิโลกรัม ทำให้ค่าการย่อยได้ของไขมันรวมและจำนวนเม็ดเลือดขาวสูงขึ้น และมีสมรรถภาพการเจริญเติบโตของสุกรสูงกว่ากลุ่มควบคุม

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการทดลองครั้งต่อไปควรศึกษาเรื่องต่าง ๆ ดังนี้ ควรเพิ่มการศึกษาการเจริญเติบโตของสุกรช่วงระยะหย่านมจนถึงน้ำหนักส่งตลาด (10-90 กิโลกรัม) การตรวจภูมิคุ้มกันในสุกร และหาค่าความหนาของไขมันสันหลัง เพื่อให้การทดลองสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยงานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีต้องขอขอบพระคุณบิดามารดา อาจารย์ เจ้าหน้าที่ และนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ ที่ให้ความร่วมมือ สนับสนุนวัสดุ และเอื้อเฟื้อสถานที่การวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- Aluko, K., V.E. Deepak, K. Ehsan, L. Aike, and Y. Yulong. 2017. Combined effects of chitosan and microencapsulated *Enterococcus faecalis* CG1.0007 probiotic supplementation on performance and diarrhea incidences in enterotoxigenic *Escherichia coli* K88⁺ challenged piglets. **Animal Nutrition** 3(2): 366-371.
- Aranaz, I., M. Mengibar, R. Harris, I. Panos, B. Miralles and N. Acosta. 2009. Functional characterization of chitin and chitosan. **Current Chemical Biology** 3(2): 203-230.
- Association of Official Chemists (AOAC). 1998. **Official Method of Analysis of Association of Official Analytical Chemists**. 18th ed. Washington: Association of Official Analytical Chemists International. 1298 p.
- Bucolo, G. and H. David. 1973. Quantitative determination of serum triglycerides by the use of enzymes. **Clinical Chemistry** 19(5): 476-482.
- Chiraphan, T. 2008. **The Effect of Chitosan Usage on Fattening Pig Performance**. Nakhon Sawan: Faculty of Agricultural Technology and Industrial Technology, Nakhon Sawan Rajabhat University. 52 p. [in Thai]

- Chongritthiporn, S., A. Kangsuwan and R.K. Sudip. 2003. Inhibition of the Growth of Bacteria that Causing Disease by Chitosan. 122 p. *In Proceedings of Fisheries Seminar Department of Fisheries, 7–9 July 2003.* Bangkok: Department of Fisheries. [in Thai]
- Galyean, M.L. 2010. **Laboratory Procedures in Animal Nutrition Research.** Lubbock: Department of Animal and Food Sciences, Texas Tech University. 193 p.
- Khanafari, A., R. Marandi and Sh. Sanatei. 2008. Recovery of chitin and chitosan from shrimp waste by chemical and microbial methods. **Iran Journal Environment Health Science English** 5(1): 19-24.
- Kumar, M.Y., J.V. Ramana, A. Ravi, J. Suresh and A.V.N. Sivakumar. 2017. Effect of supplementation of shrimp waste on the immune response, hematological characters and lipid profile in crossbred weans piglets. **International Journal of Science Environment and Technology** 6(4): 2329-2334.
- Lahsaenmuang, C., N. Thongsana, Y. Khamchan and S. Kongkaew. 2006. **Effects of chitosan supplementation in food on pig-fattening pig performance.** 28 p. *In Special Issue.* Bangkok: Department of Animal Production Technology, Faculty of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang. [in Thai]
- Li, J., B. Shi, S. Yan, L. Jin, Y. Guo, Y. Xu, T. Li and X. Guo. 2013. Effects of dietary supplementation of chitosan on humoral and cellular immune function in weaned piglets. **Animal Feed Science & Technology** 186(2013): 204-208.
- Li, X.J., X.S. Piao, S.W. Kim, P. Liu, L. Wang, Y.B. Shen, S.C. Jung and H.S. Lee. 2007. Effects of chitooligosaccharide supplementation on performance, nutrient digestibility, and serum composition in broiler chickens. **Poultry Science** 86(6): 1107-1114.
- Park, M., E.C. Penick., J.G. Edwards., J.A. Kauer and M.D. Ehlers. 2004. Recycling endosomes supply AMPA receptors for LTP. **Science** 305: 1972-1975.
- Satchatchaphong, C. 2009. **Effects of Shrimp Meal on Production Performance, Microbial Population Change and Immune Response of Broilers.** Master Thesis. Suranaree University of Technology. 111 p. [in Thai]
- Senkwankaew, C., A. Makpangwon, B. Maneewon and M. Thirabunyanon. 2015. **Study on Supplemented Chitosan Various Forms in Diet on Nutrients Absorption and Growth Performance of Growing – Finishing Pig (15-90 kg).** Master Thesis. Maejo University. 91 p. [in Thai]

- Wang, M.Q., C. Wang, Y.J. Du, H. Li, W.J. Tao, S.S. Ye, Y.D. He, and S.Y. Chen. 2014. Effects of chromium-loaded chitosan nanoparticles on growth, carcass characteristics, pork quality, and lipid metabolism in finishing pigs. **Livestock Science** 161(2014): 123-129.
- Xiao, D., Z. Tang, Y. Yin, B. Zhang, X. Hu, Z. Feng and J. Wang. 2013. Effects of dietary administering chitosan on growth performance, jejunal morphology, jejunal mucosal sIgA, occluding, *claudin-1* and TLR4 expression in weaned piglets challenged by enterotoxigenic *Escherichia coli*. **Science Direct** 17(3): 670-676.
- Xu, Y., B. Shi, S. Yan, J. Li, T. Li, Y. Guo and X. Guo. 2014. Effects of chitosan supplementation on the growth performance, nutrient digestibility, and digestive enzyme activity in weaned pigs. **Czech Journal Animal Science** 59(4): 156-163.
- Xu, Y.Q., Z.Q. Wang, Z. Qin, S.M. Yan and B.L. Shi. 2018. Effects of chitosan addition on growth performance, diarrhea, anti-oxidative function and serum immune parameters of weaned piglets. **South Africa Journal Animal Science** 48(1): 142-150.

ผลของการเสริมกรดแอสคอร์บิกในน้ำยาเจือจางต่อคุณภาพน้ำเชื้อ
ที่ระยะเวลาในการเก็บรักษาต่างๆ

The Effect of Ascorbic Acid Supplementation in Semen Diluent
on Semen Quality at Different Storage Times

วิชุดา ยินดี* เบญญาภา สุรสอน กนกกาญจน์ รีบเร่งรัมย์ วรพรภฏ ปัตภัย
นันทา สมเป็น และณัฐวรรณ สมนึก

Witchuda Yindee*, Benyapha Surasorn, Kanokkarn Reebrangrum, Worrapornpat Patpai
Nuntha Sompem and Nuttawan Somnuek

สาขาวิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ สุรินทร์ 32000

Department of Animal Science, Faculty of Agriculture and Agricultural Industry, Surindra Rajabhat University
Surin, Thailand 32000

*Corresponding author: Witchuda-tank@hotmail.com

Abstract

Received: November 02, 2020

Revised: June 17, 2021

Accepted: August 16, 2021

Effects of ascorbic acid supplementation in semen extenders on fresh and liquid semen quality of Thai native chicken breed were investigated to determine the appropriate levels of supplementation. In the study, four levels of ascorbic acid supplementation were studied at 0, 10, 20 and 30 mM in Schramm diluents. For preservation of the fresh and liquid semen were stored at 4°C for a period of 24, 48 and 72 hours before percentage of mass movement, percentage of progressive motile sperm, sperm concentration and alive sperm were studied. The results showed that different levels of ascorbic acid supplementation had no significant ($P>0.05$) effects on fresh semen quality, including the mass movement, percentage of progressive motile sperm, percentage of alive sperm and sperm concentration, The storage of diluted semen at 4°C for a period of 24 hours showed a statistically significant difference in mass movement ($P<0.05$). The supplementation of ascorbic acid 30 mM gave the best score mass movement (3.12 ± 1.41) followed by ascorbic acid 20, 10 and 0 mM, respectively (2.75 ± 2.36 , 2.75 ± 2.62 and 2.25 ± 1.15 , respectively) but when kept for 48 and 72 hours, it was found that the mass movement showed no significant difference ($P>0.05$).

Keywords: ascorbic acid, fresh semen, storage time, semen quality, Thai native chicken

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของการเสริมกรดแอสคอร์บิกในน้ำยาเจือจาง ต่อคุณภาพน้ำเชื้อแบบสดและแบบเหลวของพ่อพันธุ์ไก่พื้นเมือง (ประดู่หางดำ) โดยทดสอบถึงระดับที่เหมาะสมในการเสริมกรดแอสคอร์บิกต่อคุณภาพน้ำเชื้อแบบสดและแบบเหลว ของพ่อพันธุ์ไก่พื้นเมือง (ประดู่หางดำ) ด้วยการเสริมกรดแอสคอร์บิกในระดับที่แตกต่างกัน คือ 0, 10, 20 และ 30 mM ในน้ำยาเจือจางสูตร Schramm diluents หลังจากเก็บรักษาน้ำเชื้อสดและแบบเหลวที่เจือจางแล้ว ที่ไว้ในอุณหภูมิ 4°C. เป็นระยะเวลา 24, 48 และ 72 ชั่วโมง ศึกษาอัตราการเคลื่อนที่แบบหมู่และร้อยละการเคลื่อนที่แบบตรงไปข้างหน้าของตัวอสุจิ ความเข้มข้นของตัวอสุจิ ร้อยละของตัวอสุจิที่มีชีวิต ผลการทดลองพบว่า การเสริมกรดแอสคอร์บิกแต่ละระดับไม่พบว่ามีผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ในคุณภาพน้ำเชื้อแบบสด ให้ร้อยละการเคลื่อนที่แบบหมู่ของตัวอสุจิ ร้อยละของตัวอสุจิที่เคลื่อนที่ตรงไปข้างหน้า ร้อยละของตัวอสุจิที่มีชีวิต และความเข้มข้นของตัวอสุจิ และการเสริมกรดแอสคอร์บิกในระดับที่แตกต่างกันในคุณภาพน้ำเชื้อแบบเหลว ที่เก็บในอุณหภูมิ 4°C. เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง ให้ร้อยละการเคลื่อนที่แบบหมู่ของตัวอสุจิแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยการเสริม Ascorbic acid 30 mM ให้ร้อยละการเคลื่อนที่แบบหมู่ของตัวอสุจิดีที่สุดที่สุด (3.12 ± 1.41) รองลงมาคือ การเสริม Ascorbic acid 20, 10 และ 0 mM ตามลำดับ (2.75 ± 2.36 , 2.75 ± 2.62 และ 2.25 ± 1.15 ตามลำดับ) แต่เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 48 และ 72 ชั่วโมง พบว่าให้ร้อยละการเคลื่อนที่แบบหมู่ของตัวอสุจิ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

คำสำคัญ: กรดแอสคอร์บิก น้ำเชื้อสด ระยะเวลาในการเก็บรักษา คุณภาพน้ำเชื้อ ไก่พื้นเมือง

คำนำ

ไก่พื้นเมืองเป็นแหล่งอาหารโปรตีนที่สำคัญต่อเศรษฐกิจของชุมชน เนื่องจากมีการเลี้ยงในพื้นที่ชนบททั่วประเทศ ไก่พื้นเมืองเป็นสัตว์ที่เลี้ยงง่าย และมีข้อดีหลายประการ เช่น ใช้ต้นทุนต่ำในการผลิต มีความต้านทานโรคสูง ทนต่อสภาพภูมิประเทศ และภูมิอากาศได้เป็นอย่างดี ผู้เลี้ยงสามารถใช้เวลาว่างให้เกิดประโยชน์ ทั้งนี้ไก่พื้นเมืองยังเป็นสัตว์สวยงาม และเป็นเกมกีฬา และที่สำคัญไก่พื้นเมืองยังมีความหลากหลายทางพันธุกรรมสูง (Yaemkong, 2014) ไก่พื้นเมืองไทยนั้นเคยมีหลากหลายสายพันธุ์ แต่ในปัจจุบันกลับพบว่าไก่พื้นเมืองกำลังประสบปัญหา เสี่ยงต่อการสูญเสียมหาความหลากหลายทางด้านพันธุกรรม เนื่องจากมีการนำเข้าไก่ชนจากต่างประเทศ และไม่มีการวางแผนการคัดเลือกหรือการปรับปรุงพันธุ์ที่เป็นระบบ ก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อการสูญเสียมหาความหลากหลายทางพันธุกรรมของไก่พื้นเมือง ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาการอนุรักษ์พันธุกรรมของไก่พื้นเมืองไทยอย่างเร่งด่วน ปัจจุบันเทคโนโลยีหนึ่งที่มีบทบาทสำคัญที่จะช่วยในการอนุรักษ์พันธุกรรม คือ เทคโนโลยีการเก็บรักษาน้ำเชื้อและการผสมเทียม โดยการเก็บรักษาน้ำเชื้ออาจอยู่ในรูปแบบเหลวหรือรูปแบบแช่แข็ง ซึ่งมีข้อดี คือ สามารถช่วยเก็บรักษาน้ำเชื้อพ่อพันธุ์ได้เป็นระยะเวลานาน แม้ว่าพ่อพันธุ์ดังกล่าวจะตายแล้วก็ตาม ช่วยในการควบคุมโรคที่ติดต่อได้โดยการสืบพันธุ์ และยังเป็นเครื่องมือที่สำคัญในการปรับปรุงพันธุ์ และการอนุรักษ์พันธุกรรมได้เป็นอย่างดี (Margherita *et al.*, 2013) แต่อย่างไรก็ตามน้ำเชื้อไก่แช่แข็งยังให้อัตราการผสมติดที่ต่ำอยู่ เนื่องจากขณะที่ทำการลดอุณหภูมิในกระบวนการเก็บรักษานั้น จะเกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งทางกายภาพและทางเคมี ทำให้เซลล์อสุจิตายมากกว่าร้อยละ 30-60 หรือทำให้ตัวอสุจิลดการเคลื่อนที่หลังการเก็บรักษา ซึ่งเกิดจากการที่ตัวอสุจิไม่สามารถใช้ประโยชน์จากพลังงานในรูป ATP ภายในไมโทคอนเดรียได้ หรือพลังงานภายในไมโทคอนเดรียหมดไป (Long, 2006)

ดังนั้นในการอนุรักษ์พันธุกรรมและการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตของไก่พื้นเมืองไทย จึงควรมีการศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพ การเก็บรักษา และอัตราการรอดชีวิตของน้ำเชื้อ โดยการเสริมสารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant) ลงในน้ำยาเจือจางน้ำเชื้อ ซึ่งอนุมูลอิสระ (Reactive Oxygen Species: ROS) คือ โมเลกุลหรืออนุภาคที่ไม่เสถียรเนื่องจากรับหรือขาดอิเล็กตรอน (Electron) ไปหนึ่งตัว ปกติธาตุต่าง ๆ ที่อยู่ในโมเลกุลที่เสถียร จะต้องมียอิเล็กตรอนอยู่เป็นจำนวนคู่ ในกรณีที่มีการสูญเสียหรือรับอิเล็กตรอนมาอีกหนึ่งตัวจะทำให้โมเลกุลนั้นไม่เสถียร ต้องไปแย่งอิเล็กตรอนจากเซลล์ข้างเคียง ทำให้เซลล์ที่ถูกแย่งขาดอิเล็กตรอนไป เกิดการแตกหักเสียหาย เสื่อมสภาพลงในที่สุด (Duangdee, 2018) และเนื่องจากเซลล์อสุจิมีความอ่อนไหวต่อการเกิดปฏิกิริยา Lipid peroxidation มาก ซึ่งส่งผลต่อการเกิดความเสียหายของเซลล์อสุจิ อันเป็นผลมาจากการทำงานของสารอนุมูลอิสระ และเกิดการดึงอิเล็กตรอนรอบนอกออกจากเซลล์ ทำให้เซลล์เสื่อมสลายได้ (Mohsen, 2021) การเสริมสารต้านอนุมูลอิสระลงไป ในน้ำยาเจือจางน้ำเชื้อด้วยวิตามินซี (Ascorbic acid) ซึ่งเป็นสารต้านอนุมูลอิสระชนิดหนึ่งที่สามารถช่วยป้องกันกระบวนการทำลายจากอนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นในน้ำเชื้อได้ ดังรายงานของ Mustafa *et al.* (2020) ที่ทำการศึกษาผลของการเสริมสาร Ascorbic acid และฟีนอลีนต่อคุณภาพน้ำเชื้อ การเกิด Lipid peroxidation และระดับฮอร์โมนเทสโทสเตอโรนของหนูเพศผู้พบว่า Ascorbic acid และฟีนอลีนที่เสริมลงไป ในน้ำดื่มของหนู เป็นเวลา 21 วัน ทำให้ความเข้มข้นของเซลล์อสุจิและระดับการเปลี่ยนแปลงของปฏิกิริยาออกซิเดชันที่เกิดจากความเครียดจากความร้อนในอณฑลลดลง

Jafaroghli *et al.* (2014) ศึกษาผลของการเสริมกรดไขมัน (n-3) และวิตามินซี ต่อคุณภาพน้ำเชื้อ องค์ประกอบของกรดไขมันในน้ำเชื้อ และเมตาบอลิซึมของไขมันในส่วนหางของอสุจิ พบว่าการเคลื่อนที่แบบหมุน และการเคลื่อนที่ตรงไปข้างหน้ามีความแตกต่างกันอย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ทั้งนี้ยังพบว่าน้ำเชื้อแคะมีสัดส่วนของ Docosahexaenoic acid (DHA) เพิ่มขึ้น Esmat *et al.* (2018) ศึกษาผลของการเสริมวิตามินซีต่อคุณภาพน้ำเชื้อ คุณภาพของอะโครโซมและการกลายพันธุ์ในน้ำเชื้อ พบว่าการเคลื่อนที่ของอสุจิ รูปร่างลักษณะของอสุจิ และการรอดชีวิต มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) และพบว่าอันตรายจากการเก็บรักษาน้ำเชื้อลดลงเมื่อมีการเสริมวิตามินซี 600 μm Chetna *et al.* (2015) ศึกษาผลของการเสริมวิตามินซี ในกระบวนการแช่แข็งน้ำเชื้อเปิดพันธุ์บารรีพบว่า อัตราการเคลื่อนที่ อัตราการรอดชีวิต การเสื่อมสลายของอะโครโซม และการทดสอบการว่ายน้ำของอสุจิ (Hypo osmotic swelling test) พบการเสริมวิตามินซีที่ระดับ 56.78 μm . สามารถช่วยป้องกันการเกิดกระบวนการ Oxidant ได้ในกระบวนการแช่แข็ง และ Sejedat (2016) ศึกษาผลของการเสริมวิตามินซี Catalase และ Glutathione ลงในน้ำยาเจือจางสูตร Tris extender ในการเก็บรักษาน้ำเชื้อโคพินธุ์ Holstein ในระยะที่แตกต่างกัน คือ เก็บรักษาที่ 4°C. เป็นเวลา 48 ชั่วโมง 1 เดือน และ 3 เดือน พบว่าภายหลังการเก็บรักษาน้ำเชื้อทำให้การเคลื่อนที่ของอสุจิ การมีชีวิตรอดของอสุจิเพิ่มสูงขึ้น การเสื่อมสลายของ Plasma membrane และอะโครโซมลดลง

จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้น จึงเป็นเรื่องที่น่าสนใจ ดังนั้นการศึกษานี้ จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงระดับที่เหมาะสมในการเสริม Ascorbic acid ลงในน้ำยาเจือจาง ที่ระยะเวลาในการเก็บรักษาต่าง ๆ ต่อคุณภาพน้ำเชื้อแบบสดและแบบเหลวของพ่อพันธุ์ไก่พื้นเมือง (ประดู่หางดำ) หากมีผลดีต่อคุณภาพน้ำเชื้อแบบสดและแบบเหลว ก็จะเป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตไก่พื้นเมือง เป็นผลดีต่อการอนุรักษ์และคุ้มครองพันธุกรรม และเพื่อเป็นแนวทางในการผลิตไก่พื้นเมืองในเชิงพาณิชย์และสาธารณะ อันเป็นจุดเริ่มต้นของการพัฒนาเศรษฐกิจ โดยการพัฒนาขีดความสามารถในการผลิตและการแข่งขัน และความสำคัญของการพัฒนาประเทศ ที่ต้องอยู่บนพื้นฐานของหลักปรัชญาเศรษฐกิจ

พอเพียง เพื่อลดความเสี่ยง สร้างภูมิคุ้มกัน นำไปสู่การพึ่งพาตนเอง และการปฏิบัติในทุกมิติของการพัฒนา

อุปกรณ์และวิธีการ

สัตว์ทดลองและโรงเรือน

1. พอพันธุ์ไก่พื้นเมือง (ประดู่หางดำ สมบูรณ์พันธุ์ อายุ 8 เดือนขึ้นไป) จำนวน 16 ตัว พอพันธุ์มีน้ำหนักตัวเฉลี่ยเท่ากับ 3.32 ± 0.40 กิโลกรัม

2. โรงเรือนที่ใช้ในการศึกษา คือ โรงเรือนเลี้ยงสัตว์ปีก คณะเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ เป็นโรงเรือนระบบเปิด มีอุณหภูมิ 30°C . ความชื้นสัมพัทธ์ 93% คอกที่ใช้เลี้ยงพอพันธุ์ไก่พื้นเมืองมีขนาด 2×2 เมตร/พอพันธุ์ 4 ตัว

3. สัตว์ทดลองได้รับการถ่ายพยาธิภายในและถ่ายพยาธิภายนอก ให้วัคซีนป้องกันโรคนิวคาสเซิลและหลอดลมอักเสบก่อนการทดลอง ภายในคอกสัตว์ทดลองมีรางน้ำและรางอาหารให้สัตว์ ผู้ดูแลและผู้เก็บข้อมูลใช้เวลาปรับตัวสัตว์ทดลองกับโรงเรือน 1 สัปดาห์ ก่อนการเก็บข้อมูล

4. สัตว์ทดลองได้รับอาหาร 2 ครั้งต่อวัน ในเวลาเช้าและเย็น โดยพอพันธุ์ไก่พื้นเมืองจะได้รับอาหาร 100 กรัม/ตัว/วัน และให้น้ำสะอาดอย่างเต็มที่ (ad libitum) อาหารที่ใช้เป็นอาหารสัตว์ผสมสำเร็จรูปชนิดเม็ด มีโปรตีนไม่น้อยกว่า 14% ไขมันไม่น้อยกว่า 3% กากไม่น้อยกว่า 6% และความชื้นไม่น้อยกว่า 13%

วิธีการทดลอง

การทดลองเพื่อหาปริมาณ Ascorbic acid ที่เหมาะสมต่อคุณภาพน้ำเชื้อสดและแบบเหลวของพอพันธุ์ไก่พื้นเมือง (ประดู่หางดำ) กลุ่มการทดลอง มีจำนวน 4 กลุ่มการทดลอง แต่ละกลุ่มทดลองทำ 4 ซ้ำ คือ

กลุ่มการทดลองที่ 1 ชุดควบคุมที่ไม่มีการเสริม Ascorbic acid ในน้ำยาเจือจาง

กลุ่มการทดลองที่ 2 ชุดเสริม Ascorbic acid 10 mM ในน้ำยาเจือจาง

กลุ่มการทดลองที่ 3 ชุดเสริม Ascorbic acid 20 mM ในน้ำยาเจือจาง

กลุ่มการทดลองที่ 4 ชุดเสริม Ascorbic acid 30 mM ในน้ำยาเจือจาง

Table 1 Chemical components of the Schramm diluents formula

Component	Schramm diluents formula (g/L)
Magnesium acetate	0.70
Sodium glutamate	28.50
Glucose	5.00
Inositol	2.50
Potassium acetate	5.00

Source: Chalah *et al.* (1999)

1. การเก็บข้อมูลหลังจากกระเพาะการปรับตัวของสัตว์ผ่านไป 1 สัปดาห์

2. รีดเก็บน้ำเชื้อในแต่ละทรีทเมนต์ โดยการ Pool semen เจือจางด้วยน้ำยาเจือจางสูตร Schramm diluents (Table 1) ที่มีการเสริม Ascorbic acid ในระดับแตกต่างกัน ทำการศึกษาคุณภาพน้ำเชื้อสด และคุณภาพน้ำเชื้อแบบเหลว ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C. เป็นระยะเวลา 24, 48 และ 72 ชั่วโมง

3. รีดเก็บน้ำเชื้อพ่อพันธุ์สัตว์สัปดาห์ละ 2 ครั้ง การรีดน้ำเชื้อโดยการกระตุ้นจากการลูบบริเวณโคนหาง และบีบที่บริเวณโคนกันโดยทันทีจะได้น้ำเชื้อที่มีสีขาว ซึ่งมีความข้นตามความเข้มข้นของอสุจิ น้ำเชื้อที่มีการปนเปื้อนจะไม่นำมาใช้ในการทดลอง (Vongspralub and Phasuk, 2007)

น้ำเชื้อที่ได้จากพ่อพันธุ์ นำมาประเมินคุณภาพน้ำเชื้อ ดังนี้

1. การตรวจวัดลักษณะที่มองเห็นด้วยตา

2. การตรวจแบบละเอียดด้วยกล้องจุลทรรศน์

2.1 การตรวจความเคลื่อนไหวของตัวอสุจิ (Motility) การตรวจการเคลื่อนไหวของอสุจิสามารถประเมินได้ 2 แบบ คือ

2.1.1 โดยการตรวจการเคลื่อนไหวแบบหมุน (Wave motion characteristic) สามารถประเมินเป็นคะแนนการเคลื่อนไหวตั้งแต่ 0-5 คะแนน

2.1.2 โดยการตรวจการเคลื่อนไหวแบบตรงไปข้างหน้าโดยสังเกตเป็นรายตัว (Proportion of progressive motile sperm)

2.2 การเปรียบเทียบสัดส่วนของอสุจิที่ยังมีชีวิตและที่ตายแล้วหยุดการเคลื่อนไหว ทำได้โดยการย้อมสี

เพื่อแยกอสุจิมีชีวิตและไม่มีชีวิต (Differential staining of live and dead sperm) ด้วยสี Nigrosin-eosin

2.3 ตรวจนับความเข้มข้นของตัวอสุจิ โดยใช้เครื่องนับเม็ดเลือด (Heamacytometer) โดยรักษาน้ำเชื้อด้วยฟอर्मอลซาไลต์ (Formal saline) โดยทำการเจือจาง 1:200

วิธีคำนวณความเข้มข้น

ความเข้มข้น = $C \times 2 \times 10^6$ spermatozoa/ml

เมื่อ C = จำนวนตัวอสุจิที่นับ 25 ช่อง

*หมายเหตุ การตรวจนับในการศึกษาครั้งนี้ใช้คนตรวจคนเดียวเพียงคนเดียวในการตรวจนับ เพื่อป้องกันความลำเอียง

3. การวิเคราะห์ข้อมูล ข้อมูลทั้งหมดจะถูกนำมาวิเคราะห์หาความแปรปรวน (ANOVA) ตามแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และเปรียบเทียบความแตกต่างโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ด้วยโปรแกรม SAS System Version 9.1

ผลการวิจัย

1. จากการทดลองการเสริม Ascorbic acid ในระดับที่แตกต่างกันคือ 0, 10, 20 และ 30 mM ในน้ำยาเจือจางต่อคุณภาพน้ำเชื้อแบบสด ให้การเคลื่อนที่แบบหมุนของตัวอสุจิ ร้อยละของตัวอสุจิที่เคลื่อนที่ตรงไปข้างหน้า และร้อยละของตัวอสุจิที่มีชีวิต พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) (Table 2)

Table 2 Effects of ascorbic acid supplementation on mass movement, percentage of progressive motile sperm, percentage of alive sperm and sperm concentration of fresh diluted semen (mean±S.D.)

Treatment (Ascorbic acid)	Replication	Mass movement	Percentage of progressive motile sperm	Percentage of alive sperm	Sperm concentration
0 mM	4	4.75±0.50	55.06±1.96	82.56±3.08	2,123.50X10 ⁶ ±75.71
10 mM	4	4.75±0.50	53.87±2.01	84.68±4.69	2,065.75X10 ⁶ ±56.32
20 mM	4	4.75±0.50	55.68±1.14	84.87±1.29	2,083.75X10 ⁶ ±78.56
30 mM	4	4.05±0.57	55.87±1.31	85.31±4.88	2,049.75X10 ⁶ ±64.27

2. การเสริม Ascorbic acid ในระดับที่ต่างกัน คือ 0, 10, 20 และ 30 mM ในน้ำยาเจือจางต่อคุณภาพน้ำเชื้อแบบเหลว ที่เก็บในอุณหภูมิ 4°C. เป็น

ระยะเวลา 24 ชั่วโมง ให้การเคลื่อนที่แบบหมู่ของตัวอสุจิ พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ใน Table 3

Table 3 Effects of ascorbic acid supplementation on mass movement of fresh diluted semen stored at 4°C for a period of 24 hours (mean±S.D.)

Treatment (Ascorbic acid)	Replication	Mass movement
0 mM	4	2.25±1.15 ^b
10 mM	4	2.75±2.62 ^b
20 mM	4	2.75±2.36 ^{ab}
30 mM	4	3.12±1.41 ^a

^{a,b} Different in the column there were statistically significant differences ($P<0.05$).

3. การเสริม Ascorbic acid ในระดับที่ต่างกัน คือ 0, 10, 20 และ 30 mM ในน้ำยาเจือจางต่อคุณภาพน้ำเชื้อแบบเหลว ที่เก็บในอุณหภูมิ 4°C. เป็น

ระยะเวลา 48 ชั่วโมง ให้การเคลื่อนที่แบบหมู่ของตัวอสุจิ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) (Table 4)

Table 4 Effects of ascorbic acid supplementation on mass movement of fresh diluted semen stored at 4°C for a period of 48 hours (mean±S.D.)

Treatment (Ascorbic acid)	Replication	Mass movement
0 mM	4	1.62±0.47
10 mM	4	1.87±0.62
20 mM	4	2.37±0.47
30 mM	4	2.50±0.57

4. การเสริม Ascorbic acid ในระดับที่ต่างกัน คือ 0, 10, 20 และ 30 mM ในน้ำยาเจือจางต่อคุณภาพน้ำเชื้อแบบเหลว ที่เก็บในอุณหภูมิ 4°C. เป็นระยะเวลา 72 ชั่วโมง ให้การเคลื่อนที่แบบหมู่ของตัวสุมิ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) (Table 5)

Table 5 Effects of ascorbic acid supplementation on mass movement of fresh diluted semen stored at 4°C for a period of 72 hours (mean±S.D.)

Treatment (Ascorbic acid)	Replication	Mass movement
0 mM	4	1.25±0.28
10 mM	4	1.25±0.28
20 mM	4	1.62±0.25
30 mM	4	1.62±0.25

วิจารณ์ผลการวิจัย

1. จากการทดลองการเสริม Ascorbic acid ในระดับที่ต่างกันคือ 0, 10, 20 และ 30 mM ในน้ำยาเจือจางต่อคุณภาพน้ำเชื้อแบบสด ให้การเคลื่อนที่แบบหมู่ของตัวสุมิ ร้อยละของตัวสุมิที่เคลื่อนที่ตรงไปข้างหน้า ร้อยละของตัวสุมิที่มีชีวิต และความเข้มข้นของตัวสุมิ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Mariane *et al.* (2016) ที่ทำการศึกษาเรื่องผลของการเสริมสารต้านอนุมูลอิสระและกรดไขมันต่อคุณภาพของน้ำเชื้อแบบสดแบบเหลวและแบบแช่แข็งในม้า การศึกษาดังกล่าวได้ประเมินผลของการเสริมสารต้านอนุมูลอิสระและกรด

ไขมันที่เกี่ยวข้องกับการสร้างสเปิร์ม (L-carnitine, ซีลีเนียม วิตามินอี โอเมก้า 3 Andomega-6) ต่อคุณภาพน้ำเชื้อของม้า โดยแบ่งสัตว์ออกเป็นกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 สำหรับการทดลอง 30 สัปดาห์ มีการประเมินความเข้มข้นของตัวสุมิ และความสมบูรณ์ของ Plasma membrane ของน้ำเชื้อแบบสด แบบเหลว (เป็นเวลา 24, 36 และ 48 ชั่วโมง) และแบบแช่แข็ง พบว่าการเคลื่อนที่โดยรวม ความเร็วในการเคลื่อนที่ ตลอดจนความสมบูรณ์ของ Plasma membrane และ Acrosomal membrane ของตัวสุมิ จากน้ำเชื้อแบบสด แบบเหลว และแบบแช่แข็ง และความเข้มข้นของตัวสุมิ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ทั้งนี้เนื่องมาจากน้ำเชื้อแบบสดที่ยังไม่ได้ผ่านกระบวนการเก็บ

รักษา จึงทำให้เซลล์อสุจิเสื่อมสภาพน้อย และหากเป็นการเก็บรักษาน้ำเชื้อแบบแช่เย็นที่เก็บรักษายาวนาน จะเสื่อมสภาพรุนแรงกว่าน้ำเชื้อที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลาสั้น ส่วนน้ำเชื้อแบบแช่แข็งนั้น จะมีระดับความเสียหายที่รุนแรงกว่าน้ำเชื้อสดและน้ำเชื้อแช่เย็นมาก (Vongpralub, 2008)

2. การเสริม Ascorbic acid ในระดับที่ต่างกัน คือ 0, 10, 20 และ 30 mM ในน้ำยาเจือจางต่อคุณภาพน้ำเชื้อแบบเหลว ที่เก็บในอุณหภูมิ 4°C. เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง ให้การเคลื่อนที่แบบหมู่ของอสุจิ พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) แต่เมื่อทำการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 48 และ 72 ชั่วโมง ให้การเคลื่อนที่แบบหมู่ของอสุจิ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Sexton (1988) ที่ศึกษาการผสมเทียมของไก่วงว่ ภายหลังการเก็บรักษาน้ำเชื้อที่อุณหภูมิ 5°C. พบว่าการผสมเทียมภายหลังการรีดน้ำเชื้อให้ผลการผสมติดสูง และการผสมติดจะลดลงเมื่ออายุการเก็บรักษานานขึ้น แสดงให้เห็นถึงแนวโน้มของการเสื่อมสภาพของเซลล์อสุจิภายใต้การเก็บรักษา ซึ่งสามารถเก็บรักษาคุณภาพน้ำเชื้อได้ในช่วงระยะเวลาสั้น ๆ เท่านั้น ปัจจุบันยังไม่ประสบความสำเร็จในการเก็บรักษาน้ำเชื้อให้มีคุณภาพติดได้ยาวนานกว่า 48 ชั่วโมง น้ำเชื้อที่เก็บรักษาในสภาพเหลวนี้ คุณภาพจะเสื่อมถอยเป็นลำดับ โดยการเสื่อมสภาพจะรุนแรงขึ้นภายหลังผ่านการเก็บรักษา 24 ชั่วโมงไปแล้ว โดยปรากฏผลประจักษ์ชัดจากอัตราการผสมติดและความยาวนานของอัตราไขมีเชื้อภายหลังการผสมเทียม การเสื่อมสภาพของน้ำเชื้อมีสาเหตุมาจากหลายปัจจัย ได้แก่ กระบวนการเมตาบอลิซึม (Metabolism) ของตัวอสุจิ การเสื่อมของเยื่อหุ้มเซลล์อสุจิ การปนเปื้อนจากสิ่งแปลกปลอม และระบบภูมิคุ้มกัน

สรุปผลการทดลอง

การศึกษาถึงระดับที่เหมาะสมในการเสริม Ascorbic acid ต่อคุณภาพน้ำเชื้อแบบสด และแบบเหลวของพ่อพันธุ์ไก่พื้นเมือง (ประจวบคีรีขันธ์) พบว่าผลของการเสริม Ascorbic acid ในระดับที่ต่างกันคือ 0, 10, 20 และ 30 mM ในน้ำยาเจือจางต่อคุณภาพน้ำเชื้อแบบสดต่อการเคลื่อนที่แบบหมู่ของตัวอสุจิ ร้อยละของตัวอสุจิที่เคลื่อนที่ตรงไปข้างหน้า และร้อยละของตัวอสุจิที่มีชีวิต พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) แต่ผลของการเสริม Ascorbic acid ในระดับที่ต่างกัน ในน้ำยาเจือจางต่อคุณภาพน้ำเชื้อแบบเหลวที่เก็บในอุณหภูมิ 4°C. เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง ต่อการเคลื่อนที่แบบหมู่ของอสุจิ พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) แต่เมื่อเก็บในอุณหภูมิ 4°C. เป็นระยะเวลา 48 และ 72 ชั่วโมง ให้การเคลื่อนที่แบบหมู่ของอสุจิไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) แสดงให้เห็นถึงน้ำเชื้อมีการเสื่อมสภาพในเวลาต่อมาเป็นลำดับ อาจเนื่องมาจากสาเหตุการปนเปื้อนทั้งมาจากบริเวณทวารร่วมและการมีเซลล์ที่เกี่ยวข้องกับภูมิคุ้มกัน การเสื่อมที่มีสาเหตุมาจากของเสียจากกระบวนการเมตาบอลิซึมและอนุมูลอิสระ ตลอดจนองค์ประกอบของเยื่อหุ้มเซลล์อสุจิที่มีกรดไขมันไม่อิ่มตัวสายยาว (Polyunsaturated fatty acid) ในสัดส่วนที่สูง อันเป็นเป้าหมายการเข้าทำลายของอนุมูลอิสระ ซึ่งมีผลทำให้เซลล์เสื่อมสภาพอย่างรวดเร็ว ดังนั้นแนวทางการศึกษาเพื่อยืดอายุการเก็บรักษาน้ำเชื้อ อาจทำการศึกษาในประเด็นต่าง ๆ เช่น การกำจัดสิ่งปนเปื้อนและเซลล์ที่ไม่พึงประสงค์ในน้ำเชื้อ การเสริมสารที่มีฤทธิ์ของสารต้านอนุมูลอิสระในน้ำเชื้อ การเสริมสารต้านอนุมูลอิสระในอาหาร และการเสริมสารต้านอนุมูลอิสระในน้ำยาเจือจาง

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ สาขาวิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตร
และอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์
ที่สนับสนุนในการทำวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- Chalah, T., F. Seigneurin, E. Blesbosis and J.P. Brillard. 1999. *In Vitro* comparison of fowl sperm viability in ejaculated frozen by three different techniques and relationship with subsequent fertility in vivo. **Cryobiology** 39: 185-191.
- Chetna, G., S.D. Kharche, R. Ranjan, S. Kumar, A.K. Goel, S.K. Jindal and S.K. Agarwal. 2015. Effect of vitamin C supplementation on freezability of Barbari buck semen. **Small Ruminant Research** 129: 104-107.
- Duangdee, N. 2018. **Antioxidant**. [Online]. Available https://www.dss.go.th/images/starticle/cp_2_2551_Antioxidant.pdf (13 November 2020).
- Esmat, M., A.R. Talebi, M. Anvari, F. Taheri, M. Vatanparast, T. Rahiminia and A. Hosseini. 2018. Vitamin C attenuates negative effects of vitrification on sperm parameters, chromatin quality, apoptosis and acrosome reaction in neat and prepared normozoospermic samples. **Taiwanese Journal of Obstetrics & Gynecology** 57:200-204.
- Jafaroghli, M., H.A. Benemar, M.J. Zamiric, B. Khalilid, A. Farshade and A.A. Shadparvar. 2014. Effects of dietary n-3 fatty acids and vitamin C on semen characteristics, lipid composition of sperm and blood metabolites in fat-tailed Moghani rams. **Animal Reproduction Science** 147: 17-24.
- Long, J.A. 2006. Avian semen cryopreservation: What are the biological challenges? **Poultry Science** 85: 232-236.
- Margherita, M., C. Annelisse, S. Simona, C. Lorenzo, R. Silvia, R. Isabella and F. Antonio. 2013. A proteomic approach to identify seminal plasma proteins in roosters (*Gallus gallus domesticus*). **Animal Reproduction Science** 140: 216-223.
- Mariane L.F., S.B. Cristiano, A.P. Tatiana, J.G. Francisco, A.O. Marco and A.O. Rodrigo. 2016. Quality of fresh, cooled, and frozen semen from stallions supplemented with antioxidants and fatty acids. **Journal of Equine Veterinary Science** 46: 1-6.
- Mohsen, G.A. 2021. Use of antioxidants to augment semen efficiency during liquid storage and cryopreservation in livestock animals: a review. **Journal of King Saud University-Science** 33: 101226.

- Mustafa, S., A.F. Farrag, A.E. Almadaly, A.H. Ghoneim, S.A. Hafez, K. Soad, A. Jaouni, A.S. Mousa and A.H. El-Far. 2020. Transcriptomic and biochemical effects of pycnogenol in ameliorating heat stress-related oxidative alterations in rats. **Journal of Thermal Biology** 93: 102683.
- Sajeda, M.E. 2016. Effect on post-cryopreserved semen characteristics of Holstein bulls of adding combinations of vitamin C and either catalase or reduced glutathione to Tris extender. **Animal Reproduction Science** 167: 1-7.
- Sexton, T.J. 1988. Influence of damage spermatozoa on the fertility of turkey semen stored 24 h at 5°C. **Poultry Science** 67: 1483-1485.
- Vongpralub, T. and Y. Phasuk. 2007. **Cryopreservation and Artificial Insemination in Thai Native Chicken**. Khon Kaen: Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University. 62 p. [in Thai]
- Vongpralub, T. 2008. Development of semen cryopreservation and artificial insemination techniques in Thai native Chicken. 129 p. *In* Thai National Research. Bangkok: The Thailand Research Fund (TRF). [in Thai]
- Yaemkong, S. 2014. Diversity of phenotypic characteristics of Thai indigenous chicken in Phitsanulok province. **Rajabhat J. Sci. Humanit. Soc. Sci.** 15(2): 63-73. [in Thai]

การศึกษาการเจริญเติบโตในการผสมข้ามพันธุ์ของปลาลูกผสมบึกสยาม ปลาเทโพ และปลาเทพา

A Study on Growth Performance of Interspecific Crosses-hybrid Catfish Species:

Buk Siam Hybrid Catfish (Male *Pangasianodon gigas* x Female *P. hypophthalmus*)

Pangasius larnaudii and *Pangasius sanitwongsei*

นิสรา กิจเจริญ* กนกวรรณ นาคขำ และเกรียงศักดิ์ เม่งอำพัน

Nissara Kitcharoen*, Kanokwan Nakkham and Kriangsak Mengumphan

คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290

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

*Corresponding author: nissara@mju.ac.th

Abstract

Received: June 23, 2020

Revised: June 24, 2021

Accepted: July 22, 2021

A study on the growth of 3 hybrid catfish species for commercial aquaculture and community enterprise, comprising of PL (*Pangasius larnaudii*) weight 3-5 kg, aged 5-6 years; PGPH (BukSiam hybrid catfish weight 2-3 kg, aged 2-3 years, male *Pangasianodon gigas* x female *P. hypophthalmus*) and PS (*Pangasius sanitwongsei*) weight 3-5 kg, aged 5-6 years. Mating was as follows: female PL x male PL, female PGPH x male PGPH, female PGPH x male PL, female PL x male PGPH and female PGPH x male PH. It was found that, at age 8 months, the final body weight and total length of different strains were highly significantly different ($p < 0.01$). Body weight and total length of female PL x male PGPH were the highest: 28.74 ± 11.16 g and 15.34 ± 15.85 cm; body weight and total length of female PGPH x Male PL were 25.18 ± 13.62 g and 13.48 ± 25.68 cm; body weight and total length of female PGPH x male PS were 22.04 ± 6.74 g and 13.06 ± 12.47 cm; body weight and total length of female PGPH x male PGPH were 19.00 ± 16.52 g and 13.50 ± 25.43 cm; body weight and total length of female PS x male PS was lowest: 12.12 ± 5.08 g and 11.01 ± 12.46 cm, respectively. Average Daily Gain (ADG: g/day) female PL x male PL, female PGPH x male PGPH, female PGPH x male PL, female PL x male PGPH and female PGPH x male PH were 0.04, 0.06, 0.07, 0.09 and 0.07, respectively. The heterosis of female PL x male PGPH was the highest at 84.70 %; followed by female PGPH x Male PL which was 61.83%, respectively. These results imply the potential of the production of 3 hybrid fish species between female *P. larnaudii* x male BukSiam hybrid catfish for increasing of hybrid catfish production in the aquaculture system in order to add value and healthy food to community enterprises.

Keywords: BukSiam hybrid catfish, *Pangasius larnaudii*, *Pangasius sanitwongsei*, growth, heterosis

บทคัดย่อ

การศึกษาการเจริญเติบโตของปลาหนังลูกผสม 3 สายพันธุ์ เพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำเชิงพาณิชย์และวิสาหกิจชุมชน โดยทำการผสมพันธุ์ปลาเทโพขนาดน้ำหนักตัว 3-5 กก. อายุ 5-6 ปี ปลาลูกผสมบิกสยามน้ำหนักตัว 2-3 กก. อายุ 2-3 ปี และปลาเทพาน้ำหนักตัว 3-5 กก. อายุ 5-6 ปี ดังนี้ แม่เทโพ × พ่อเทโพ แม่บิกสยาม × พ่อบิกสยาม แม่บิกสยาม × พ่อเทโพ แม่เทโพ × พ่อบิกสยาม และแม่บิกสยาม × พ่อเทโพ พบว่าการเจริญเติบโตของปลาหนังลูกผสมในแต่ละสายพันธุ์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) โดยที่อายุ 8 เดือน คู่ผสมสายพันธุ์แม่เทโพ × พ่อบิกสยาม มีน้ำหนักและความยาวสูงที่สุดมีค่าเท่ากับ 28.74 ± 11.16 กรัม และ 15.34 ± 15.85 ซม. รองลงมาเป็นคู่ผสมสายพันธุ์แม่บิกสยาม × พ่อเทโพ มีน้ำหนักและความยาวเท่ากับ 25.18 ± 13.62 กรัม และ 13.48 ± 25.68 ซม. คู่ผสมสายพันธุ์แม่บิกสยาม × พ่อเทพา มีน้ำหนักและความยาวเท่ากับ 22.04 ± 6.74 กรัม และ 13.06 ± 12.47 ซม. คู่ผสมสายพันธุ์แม่บิกสยาม × พ่อบิกสยาม มีน้ำหนักและความยาวเท่ากับ 19.00 ± 16.52 กรัม และ 13.50 ± 25.43 ซม. และคู่ผสมสายพันธุ์แม่เทโพ × พ่อเทโพ มีน้ำหนักและความยาวน้อยที่สุดมีค่าเท่ากับ 12.12 ± 5.08 กรัม และ 11.01 ± 12.46 ซม. โดยมีค่าน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นต่อวัน (ADG: กรัม/วัน) ในปลาแต่ละสายพันธุ์; แม่เทโพ × พ่อเทโพ แม่บิกสยาม × พ่อบิกสยาม แม่บิกสยาม × พ่อเทโพ แม่เทโพ × พ่อบิกสยาม และแม่บิกสยาม × พ่อเทพา เท่ากับ 0.04, 0.06, 0.07, 0.09 และ 0.07 ตามลำดับ จากการศึกษายังพบว่าค่าเฮตเทอโรซิสของคู่ผสม แม่เทโพ × พ่อบิกสยาม มีค่าสูงที่สุด โดยมีค่าอยู่ที่ 84.70% รองลงมาคือ แม่บิกสยาม × พ่อเทโพ โดยมีค่าอยู่ที่ 61.83% ตามลำดับ จากการวิจัยในครั้งนี้ชี้ให้เห็นถึงศักยภาพในการผลิตปลาหนังลูกผสม 3 สายพันธุ์ ระหว่างแม่เทโพ × พ่อบิกสยาม

ในการเพิ่มศักยภาพการผลิตปลาหนังลูกผสมในระบบการผลิตสัตว์น้ำเพื่อเพิ่มมูลค่า และอาหารสุขภาพให้กับวิสาหกิจชุมชนต่อไป

คำสำคัญ: ปลาหนังลูกผสมบิกสยาม ปลาเทโพ ปลาเทพา การเจริญเติบโต เฮตเทอโรซิส

คำนำ

ปลาหนังลูกผสมจัดเป็นปลาน้ำจืดชนิดหนึ่งที่ปัจจุบันได้รับความนิยมจากผู้บริโภคเป็นอย่างมาก เนื่องจากเป็นอาหารสุขภาพ มีคุณค่าทางโภชนาการสูง เป็นแหล่งของโปรตีน วิตามิน แร่ธาตุ และกรดไขมันที่ดี เช่น ไขมันกลุ่มโอเมก้า 3 โดยเฉพาะ กรดไขมันชนิด DHA (Docosahexaenoic acid) และ EPA (Eicosapentaenoic acid) ที่มีความสำคัญต่อการพัฒนาของสมอง และช่วยป้องกันการเกิดโรคหลอดเลือดและหัวใจ (Amornlerdpisan *et al.*, 2010) โดยพบว่า ตลาดต่างประเทศ เช่น กลุ่มประเทศแถบยุโรป อเมริกา มาเลเซีย สิงคโปร์ มีความต้องการปลาหนังเนื้อขาวและปลาสวายเนื้อขาวประมาณ 1-2 ล้านตัน/ปี (Mengamphan, 2016) โดยมีมูลค่าหลายแสนล้านบาทในรูปปลาแล่เนื้อ (Fillet) อย่างไรก็ตามในปัจจุบันยังไม่สามารถผลิตปลาหนังลูกผสมเนื้อขาวได้เพียงพอต่อความต้องการที่เพิ่มมากขึ้น

การผสมข้ามชนิดพันธุ์ในปลาจัดเป็นอีกวิธีหนึ่งในการปรับปรุงพันธุ์ที่มีวัตถุประสงค์เพื่อรวมลักษณะที่ดีของปลาต่างชนิดเข้าด้วยกัน และ/หรือหวังผลจากเฮตเทอโรซิส เช่น การผสมข้ามระหว่างปลาดุกอยู่กับปลาดุกยักษ์ มีจุดประสงค์ที่จะรวมลักษณะเนื้อมีรสชาติดีจากแม่ปลาดุกอยู่กับลักษณะโตดีและต้านทานโรคจากปลาดุกยักษ์ ในกรณีปลาลูกผสมบิกสยามแม่โจ้ก็เป็นการรวมลักษณะที่ดีจากพ่อปลาบิกและแม่ปลาสวาย โดยปลาบิกมีการเจริญเติบโตดี เนื้อปลาบิกนอกจากมีรสชาติดีแล้วยังมีคุณค่าทางโภชนาการสูงอีกด้วย ส่วนข้อดีจากแม่ปลาสวาย

คือ การเจริญพันธุ์และความตกไข่ที่ดี (Mengamphan *et al.*, 2013)

ปลาลูกผสมระหว่างพ่อปลาบึกกับแม่ปลาสร้อย และปลาบึกสยาม (พ่อแม่เป็นลูกผสมระหว่างพ่อปลาบึกรุ่นที่ 2 กับแม่ปลาสร้อย) เป็นปลากลุ่มปลาหนังเนื้อขาวอมชมพู ที่ปัจจุบันนี้กำลังเป็นที่นิยมของผู้บริโภค เนื่องจากเป็นอาหารสุขภาพ มีคุณค่าทางโภชนาการ การเจริญเติบโต และต้านทานโรคดี สามารถเลี้ยงได้ทั้งในบ่อดินและกระชัง (Mengamphan and Saengkrachang, 2011; Mengamphan *et al.*, 2013) นอกจากนี้ Mengamphan *et al.* (2017) ยังได้ ทำการศึกษาลักษณะภายนอกของปลาสร้อย ปลาเทโพ และปลาลูกผสมแบบสลับเพศ ขนาดความยาว 6 นิ้ว ซึ่งจากการศึกษาพบว่า สายพันธุ์ปลาลูกผสมสามารถเพิ่มผลผลิต ได้ โดยปลาลูกผสมพ่อสร้อยแม่เทโพมีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน (ADG) สูงกว่าปลาสร้อย ปลาลูกผสมพ่อเทโพแม่สร้อย และปลาเทโพ แต่อัตราการรอดตายของปลาเทโพมีค่าสูงที่สุด และอัตราการเปลี่ยนอาหาร เป็นเนื้อของปลาลูกผสมพ่อสร้อยแม่เทโพมีค่าต่ำที่สุด

การที่ค่าเฉลี่ยของลักษณะในลูกผสมมีค่าสูงกว่า (ดีกว่า) ค่าเฉลี่ยของพ่อแม่ (Chansawang, 1985) จะ แสดงออกมาในรูปร้อยละ (%heterosis) โดยค่าเฮเทอโรซิส อาจจะเป็นค่าบวกหรือลบก็ได้ ถ้าค่าเป็นลบก็หมายความว่าลูกผสมมีลักษณะด้อยกว่าพ่อแม่ ค่าเฮเทอโรซิสจะยิ่ง สูงขึ้นเมื่อพ่อแม่พันธุ์ที่นำมาผสมมีพันธุกรรมแตกต่างกัน มาก (Na-Nakorn, 2000) โดยอิทธิพลของพันธุกรรมที่ ก่อให้เกิดเฮเทอโรซิส คือ อิทธิพลของยีนที่ตำแหน่ง เดียวกัน หรือยีนซ่ม (Dominant genetic effect) หรือ อิทธิพลของปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างยีนต่างตำแหน่ง (Epistasis genetic effect) นักปรับปรุงพันธุ์จึงใช้ค่าเฮ เตอโรซินี้มาใช้เป็นเครื่องมือวัดประสิทธิภาพของระบบ ผสมพันธุ์ โดยนักปรับปรุงพันธุ์จะใช้วิธีผสมข้ามเมื่อเห็นว่า คู่ผสมมีความแตกต่างกันขององค์ประกอบของพันธุกรรม (Gjerde, 1988)

จากการศึกษาที่ผ่านมาเกี่ยวกับการผลิตปลา หนังลูกผสมสายพันธุ์ต่าง ๆ นั้น ยังต้องมีการศึกษาเพิ่มเติม เกี่ยวกับการเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของปลาหนัง ลูกผสมสายพันธุ์ต่าง ๆ ระหว่างปลาบึกลูกผสม (บึกสยาม) ปลาเทโพ และปลาเทพา เพื่อใช้ในการวางแผนผสมพันธุ์ ปลาหนังลูกผสมต่อไป ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงมีความสนใจ อย่างยิ่งในการทำวิจัยเกี่ยวกับแนวทางความรู้พื้นฐาน ที่จำเป็นต่อการต่อยอดเพื่อปรับปรุงพันธุ์ปลาหนังลูกผสม โดยการผสมข้ามชนิดพันธุ์ระหว่างปลาเทโพ เนื่องจากมี ศักยภาพเป็นแม่พันธุ์ ซึ่งเห็นได้จากลูกผสมระหว่าง พ่อสร้อยแม่เทโพมีอัตราการเจริญเติบโตที่มากกว่าปลา ลูกผสมพ่อเทโพแม่สร้อยหรือปลาเทโพ และปลาเทพามี จุดเด่นที่สีเนื้อขาว และปลาลูกผสมบึกสยามแม่โจ้ที่มีการ เจริญเติบโตดี ซึ่งดำเนินการเป็นแนวทางในการเพิ่ม ศักยภาพการผลิตปลาหนังลูกผสมในระบบการผลิต สัตว์น้ำ เพื่อเพิ่มมูลค่าและอาหารสุขภาพให้กับวิสาหกิจ ชุมชนต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

การวางแผนการจับคู่ผสมพันธุ์ปลาหนังลูกผสม สายพันธุ์ต่าง ๆ

1. เตรียมพื้นที่/เตรียมบ่อดินขนาด 1 ไร่ สำหรับ เลี้ยงพ่อแม่พันธุ์แต่ละสายพันธุ์ที่อัตราความหนาแน่น 300-500 ตัวต่อไร่ /วัสดุอุปกรณ์ที่จะใช้เลี้ยงปลาบึก ลูกผสม โดยการปล่อยน้ำเดิมที่มีอยู่ออก ทิ้งให้บ่อแห้ง 1-2 วัน จากนั้นจึงปล่อยน้ำเข้าบ่อโดยมีการกรองน้ำเพื่อกำจัด ศัตรูปลา โดยจะใช้บ่อทดลอง ณ คณะเทคโนโลยีการ ประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เป็น สถานที่ทำการทดลอง

2. จับคู่ผสมพันธุ์ปลาบึกลูกผสม (พ่อปลาบึกและ แม่ปลาสร้อย) ที่มีอายุ 2-3 ปี น้ำหนักตัว 1.5-2 กก. ปลา เทโพสายพันธุ์แท้ อายุ 5-6 ปี ขนาดน้ำหนักตัว 3-5 กก.

ปลาเทพาสายพันธุ์แท้ อายุ 5-6 ปี น้ำหนักตัว 5-7 กก. ปลา
ลูกผสมระหว่างปลาลูกผสมบิกสยามกับปลาเทโพ และ
ปลาลูกผสมระหว่างปลาลูกผสมบิกสยามกับปลาเทพา

อย่างน้อยสายพันธุ์ละ 3-5 คู่ รายละเอียดในการผลิตปลา
สายพันธุ์แท้และลูกผสม ดัง Table 1

Table 1 Mating plan of interspecific crosses-hybrid catfish species: Buk Siam hybrid catfish
(male *Pangasianodon gigas* x female *P. hypophthalmus*), *Pangosius larnaudii*
and *Pangasius sanitwongsei*

Dam \ Sire	AB	C	D
AB	ABAB	ABC	ABD
C	ABC	CC	-
D	ABD	-	DD

AB: BukSiam hybrid catfish; C: *Pangasius larnaudii*; D: *Pangasius sanitwongsei*; ABC or ABD: 3 crosses-hybrid catfish species

ทำการตรวจความสมบูรณ์เพศและความพร้อม
ของไข่และน้ำเชื้อจากพ่อแม่พันธุ์ จากนั้นฉีดฮอร์โมนผสม
เทียม 2 เข็ม ดังนี้ ครั้งที่ 1 ฉีดด้วยฮอร์โมนสกัด (H.C.G.)
ในอัตรา 10 ไมโครกรัม/กิโลกรัม ร่วมกับ Domperidone
(DOM) 10 มิลลิกรัม/กิโลกรัม เว้นระยะ 8-12 ชั่วโมง และ
ครั้งที่ 2 ฉีดด้วย ฮอร์โมนสกัด (H.C.G.) ในอัตรา 20
ไมโครกรัม/กิโลกรัม ร่วมกับ DOM 10 มิลลิกรัม/กิโลกรัม

ทำการผสมโดยรีดไข่จากแม่ปลาที่พร้อมวางไข่ลง
ในกะละมังที่แห้ง และรีดน้ำเชื้อปลาตัวผู้ผสมด้วยไม้ขี้ไก่
แห้ง เติมน้ำโคลนต้มสุกและล้างด้วยน้ำสะอาด 2-3 รอบ
จากนั้นจึงนำไปฟักในกรวยฟักไข่ที่เปิดน้ำไหลผ่านตลอด
โดยทำการแยกไข่จากแต่ละแม่ต่อกรวยฟัก 1 กรวย ใช้
เวลาในการฟักเป็นตัว 36-48 ชั่วโมง

3. เมื่อปลาฟักเป็นตัว อนุบาลลูกปลาหนึ่งลูกผสม
แยกครอบครัวในบ่อปูนขนาด 1x2 ตร.ม. น้ำสูง 0.5 เมตร
บ่อละ 5,000 ตัว โดยอาหารที่ใช้ในช่วงแรก คือ อาร์ทีเมีย
แรกฟัก เป็นระยะเวลา 10 วัน จึงย้ายลูกปลาแต่ละ
ครอบครัวลงอนุบาลแยกกันในกระชังขนาด 1x1 ตร.ม.
กระชังละ 400 ตัว ที่แขวนในบ่อดินขนาด 2 ไร่ คู่ผสมละ

2 กระชัง และให้อาหารเม็ดสำเร็จรูปสำหรับลูกปลาขนาด
เล็ก (โปรตีน 35%) เป็นระยะเวลา 1 เดือน และย้ายไป
อนุบาลแต่ละครอบครัวแยกกันในกระชังขนาด 2x2 ตร.ม.
คู่ผสมละ 2 กระชัง ๆ ละ 50 ตัว จนกระทั่งมีขนาดเฉลี่ย
ประมาณ 10 กรัม (อายุ 4 เดือน) แล้วจึงติดเครื่องหมายไม
โครชิฟเพื่อแยกครอบครัว แล้วเลี้ยงรวมกันในบ่อดินต่อไป

4. เตรียมอาหารอาหารเม็ดสำเร็จรูปสำหรับ
ปลาตุ๊ก (โปรตีน 30%) ใช้เลี้ยงปลาหนึ่งลูกผสม อัตราการ
ให้อาหารตลอดการทดลอง 3-5% ของน้ำหนักตัว/วัน
วันละ 2 ครั้ง (09.00-10.00 น. และ 17.00-18.00 น.)

การเก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

เก็บข้อมูลการเจริญเติบโตของปลาหนึ่งลูกผสม
ในทุกหน่วยการทดลองที่เลี้ยงในกระชัง ได้แก่ น้ำหนัก
ความยาวตัว ที่อายุ 2 เดือน ซึ่งเป็นน้ำหนักปลาเริ่มต้น
ที่ปล่อยลงเลี้ยงในกระชังที่กางในบ่อดิน ที่อายุ 4 เดือนทำ
การติดเครื่องหมายไมโครชิฟและปล่อยปลาเลี้ยงรวมกัน
ในบ่อดิน และที่อายุ 8 เดือนซึ่งเป็นการชั่งวัดน้ำหนัก
สุดท้ายของปลาที่ทดลองเลี้ยง นำข้อมูลการเจริญเติบโต

ของปลาหนึ่งลูกผสมมาวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของตัวแปรโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบแจกแจงทางเดียว (One-way Analysis of Variance: ANOVA) ทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของตัวแปรโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

$$\text{การวิเคราะห์ข้อมูลทางด้านการเจริญเติบโต ดังนี้}$$

$$\text{อัตราการเจริญเติบโต (Average Daily Growth: ADG)} \\ = \frac{(\text{น้ำหนักเมื่อสิ้นสุดการทดลอง} - \text{น้ำหนักเมื่อเริ่มทดลอง})}{\text{จำนวนวันที่ทดลอง}}$$

$$\text{การวิเคราะห์หาค่า \%Heterosis}$$

$$= \frac{\text{ค่าเฉลี่ยของลูกผสม}F_1 - \text{ค่าเฉลี่ยของพ่อและแม่}}{\text{ค่าเฉลี่ยของพ่อและแม่}} \times 100$$

ผลการวิจัย

จากการจับคู่ผสมพันธุ์ปลาหนึ่งและปลาหนึ่งลูกผสมทั้ง 5 สายพันธุ์ พบว่าอัตราการผสม (%) และอัตราการฟัก (%) ของคู่ผสมแม่บิกสยาม x พ่อบิกสยาม มีอัตราการผสมสูงสุด โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 67-90.5% ในขณะที่มีอัตราฟักมีค่าอยู่ระหว่าง 17.50-57.50% รองลงมาเป็นแม่เทโพ x พ่อบิกสยาม ซึ่งมีอัตราการผสมอยู่ระหว่าง 43.00-82.50% และมีอัตราฟักอยู่ระหว่าง 8.00-77.50% และคู่ผสมแม่บิกสยาม x พ่อเทโพ ซึ่งมีอัตราการผสมอยู่ระหว่าง 55.00-79.00% มีอัตราฟักอยู่ระหว่าง 9.20-55.00% แม่บิกสยาม x พ่อเทพา มีอัตราการผสมอยู่ระหว่าง 51.50-60.50% และมีอัตราฟักอยู่ระหว่าง 29.00-41.00% ส่วนแม่เทโพ x พ่อเทโพ อัตราการผสมติดมีค่าอยู่ระหว่าง 43.50-56.50% และอัตราฟักมีค่าอยู่ระหว่าง 36.5-61.5% ตามลำดับ

การเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของปลาหนึ่งลูกผสมสายพันธุ์ต่างๆ

การเจริญเติบโตของปลาหนึ่งและปลาหนึ่งลูกผสมสายพันธุ์ต่าง ๆ ได้แก่ น้ำหนัก ความยาว น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น และอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน (Table 2)

ที่อายุ 2 เดือน พบว่าการเจริญเติบโตของปลาหนึ่งลูกผสมในแต่ละสายพันธุ์แสดงเป็น ค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Mean $\pm$ S.D.) ของปลาแต่ละสายพันธุ์มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p < 0.01$) โดยคู่ผสมแม่เทโพ x พ่อบิกสยาม มีน้ำหนักและความยาวสูงที่สุด โดยมีน้ำหนักเท่ากับ 8.06 ± 1.98 กรัม และความยาวเท่ากับ 9.74 ± 1.05 ซม. รองลงมาเป็นคู่ผสมแม่บิกสยาม x พ่อเทโพ โดยมีน้ำหนักเท่ากับ 7.94 ± 1.34 กรัม ความยาวเท่ากับ 9.74 ± 1.05 ซม. คู่ผสมแม่บิกสยาม x พ่อบิกสยาม มีน้ำหนักเท่ากับ 5.80 ± 1.94 กรัม ความยาวเท่ากับ 8.44 ± 0.83 ซม. คู่ผสมแม่บิกสยาม x พ่อเทพา มีน้ำหนักเท่ากับ 4.06 ± 1.82 กรัม ความยาวเท่ากับ 8.11 ± 1.09 ซม. และคู่ผสมแม่เทโพ x พ่อเทโพ มีน้ำหนักและความยาวน้อยที่สุด โดยมีน้ำหนักเท่ากับ 2.23 ± 1.04 กรัม ความยาวเท่ากับ 6.41 ± 0.91 ซม. ตามลำดับ

ที่อายุ 4 เดือนยังคงพบว่าการเจริญเติบโตของปลาหนึ่งลูกผสมในแต่ละสายพันธุ์แสดงเป็นค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Mean $\pm$ S.D.) ของปลาแต่ละสายพันธุ์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$) โดยคู่ผสมแม่เทโพ x พ่อบิกสยาม มีน้ำหนักและความยาวสูงที่สุด โดยมีน้ำหนักเท่ากับ 16.52 ± 5.23 กรัม และความยาวเท่ากับ 16.35 ± 6.65 ซม. รองลงมาเป็นคู่ผสมแม่บิกสยาม x พ่อเทโพ โดยมีความยาวเท่ากับ 15.59 ± 5.48 ซม. น้ำหนักเท่ากับ 16.34 ± 10.03 กรัม คู่ผสมแม่บิกสยาม x พ่อบิกสยาม

มีน้ำหนักเท่ากับ 15.71 ± 10.30 กรัม ความยาวเท่ากับ 10.30 ± 3.52 ซม. และคู่ผสมแม่เทโพ × พ่อเทโพ มีน้ำหนักและความยาวเท่ากับ 16.10 ± 7.08 กรัม และน้ำหนักเท่ากับ 12.62 ± 2.80 กรัม ความยาวเท่ากับ 10.30 ± 3.52 ซม. ตามลำดับ

Table 2 Growth performance of *Pangasius larnaudii* (PL) BukSiam hybrid catfish (PGPH; male *Pangasianodon gigas* x female *P. hypophthalmus*), *Pangasius sanitwongsei* (PS) and their reciprocal hybrids: A; female PL x male PL, B; female PGPH x male PGPH, C; female PGPH x male PL, D; female PL x male PGPH, E; female PGPH x PS)

Growth performance	A	B	C	D	E
Initial weight (g): 2 months	2.23 ± 1.04^e	5.80 ± 1.94^c	7.94 ± 1.34^b	8.06 ± 1.98^a	4.60 ± 1.82^d
Initial length (cm): 2 months	6.41 ± 0.91^c	8.44 ± 0.83^{bc}	11.89 ± 0.80^a	9.74 ± 1.05^{ab}	8.11 ± 1.09^b
Weight (g): 4 months	16.10 ± 7.08^c	15.71 ± 10.30^d	15.59 ± 5.48^b	16.52 ± 5.23^a	12.62 ± 2.80^e
Length (cm): 4 months	10.30 ± 3.52^e	12.23 ± 2.00^c	16.34 ± 10.03^b	16.35 ± 6.65^a	11.60 ± 2.28^d
Final weight (g): 8 months	12.12 ± 5.08^e	19.00 ± 16.52^d	25.59 ± 15.48^b	28.74 ± 11.16^a	22.04 ± 6.74^c
Final length (cm): 8 months	11.01 ± 12.46^e	13.50 ± 25.43^b	13.48 ± 25.68^c	15.34 ± 15.85^a	13.06 ± 12.47^d
Weight gain (g)	9.89	13.2	17.24	20.68	17.44
ADG (g/day)	0.04	0.06	0.07	0.09	0.07

Value in the same row with different superscripts are highly significantly different ($p < 0.01$).

A; *Pangasius larnaudii*, B; BukSiam hybrid catfish, C; female BukSiam hybrid catfish x male *P. larnaudii*,

D; female *P. larnaudii* x male BukSiam hybrid catfish, E; *Pangasius sanitwongsei*

จากการเลี้ยงปลาหนังและปลาหนังลูกผสมเป็นระยะเวลา 8 เดือน พบว่าการเจริญเติบโตของปลาหนังลูกผสมในแต่ละสายพันธุ์แสดงเป็นค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Mean $\pm$ S.D.) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) โดยคู่ผสมแม่เทโพ × พ่อบักสยาม มีน้ำหนักและความยาวสูงที่สุด มีน้ำหนักเท่ากับ 28.74 ± 11.16 กรัม ความยาวเท่ากับ 15.34 ± 15.85 ซม. รองลงมาเป็นคู่ผสมแม่บักสยาม × พ่อเทโพ มีน้ำหนักเท่ากับ 25.59 ± 15.48 กรัม ความยาวเท่ากับ 13.48 ± 25.68 ซม.

คู่ผสมแม่บักสยาม × พ่อเทโพ มีน้ำหนักเท่ากับ 22.04 ± 6.74 กรัม ความยาวเท่ากับ 13.06 ± 12.47 ซม. คู่ผสมแม่บักสยาม × พ่อบักสยาม มีน้ำหนักเท่ากับ 19.00 ± 16.52 กรัม ความยาวเท่ากับ 13.50 ± 25.43 ซม. และคู่ผสมแม่เทโพ × พ่อเทโพ มีน้ำหนักและความยาวน้อยที่สุด โดยมีน้ำหนักเท่ากับ 12.12 ± 5.08 กรัม ความยาวเท่ากับ 11.01 ± 12.46 ซม. ตามลำดับ โดยอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (ADG) ของคู่ผสมแม่เทโพ × พ่อบักสยาม มีค่าสูงที่สุดโดยมีค่าเท่ากับ 0.09 กรัม/วัน

รองลงมาเป็นคู่ผสมแม่บิกสยาม × พ่อเทโพ และคู่ผสมแม่บิกสยาม × พ่อเทพา โดยมีค่าเท่ากับ 0.07 กรัม/วัน แม่บิกสยาม × พ่อบิกสยาม มีค่าเท่ากับ 0.06 กรัม/วัน และคู่ผสมแม่เทโพ × พ่อเทโพ มีค่าเท่ากับ 0.04 กรัม/วัน

การวิเคราะห์หา %Heterosis

การวิเคราะห์หา %Heterosis ระหว่างสายพันธุ์แม่บิกสยาม × พ่อเทโพ และแม่เทโพ × พ่อบิกสยาม มีค่าดังแสดงใน Table 2

Table 3 Heterosis of hybrid catfish; female PGPH x male PL and female PL x male PGPH

Strain	Heterosis (%) for weight	Heterosis (%) for length
female PGPH x male PL	61.83	10.00
female PL x male PGPH	84.70	25.12

วิจารณ์ผลการวิจัย

จากการจับคู่ผสมพันธุ์ปลาหนึ่งและปลาหนึ่งลูกผสมทั้ง 5 สายพันธุ์ แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพในการจับคู่ผสมพันธุ์ของลูกผสมบิกสยาม และลูกผสมระหว่างบิกสยามและเทโพ ซึ่งจากการศึกษาการเจริญพันธุ์โดยพิจารณาจากการมีน้ำเชื้อและไข่ของปลาบิกปลาสวายและปลาลูกผสมบิกสยามในช่วง 6 เดือน (พฤษภาคม – ตุลาคม พ.ศ. 2555) จำนวน 12 ครั้งพบว่าปลาลูกผสมทั้งเพศผู้และเพศเมียมีความพร้อมในการขยายพันธุ์มากที่สุด (Panase *et al.*, 2013) ดังนั้นจึงมีความเป็นไปได้ที่จะผสมพันธุ์ระหว่างลูกผสมบิกสยามและปลาเทโพหรือเทพาได้ในช่วงเดือนพฤษภาคม – ตุลาคม

จากผลการศึกษาการเจริญเติบโตของปลาหนึ่งลูกผสมทั้ง 5 สายพันธุ์ ได้แก่ แม่เทโพ × พ่อเทโพ แม่บิกสยาม × พ่อบิกสยาม แม่บิกสยาม × พ่อเทโพ แม่เทโพ × พ่อบิกสยาม และแม่บิกสยาม × พ่อเทพา พบว่าน้ำหนักและความยาวของปลาหนึ่งลูกผสมทุกสายพันธุ์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$) โดยคู่ผสมระหว่าง แม่เทโพ × พ่อบิกสยาม มีประสิทธิภาพการเจริญเติบโตดีที่สุด โดยมีค่าน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น และค่า ADG สูงที่สุด เท่ากับ 20.68 กรัม และ 0.09 กรัม/ตัว/วัน ตามลำดับ โดยน้ำหนักและความยาวตัวในแต่ละช่วงอายุ 2, 4 และ 8 เดือน ปลาหนึ่งและปลาลูกผสมแต่ละ

สายพันธุ์มีการเจริญเติบโตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$) โดยคู่ผสมแม่เทโพ × พ่อบิกสยาม มีน้ำหนักและความยาวสูงที่สุด รองลงมาเป็นคู่ผสมแม่บิกสยาม × พ่อเทโพ คู่ผสมแม่บิกสยาม × พ่อเทพา คู่ผสมแม่บิกสยาม × พ่อบิกสยาม และคู่ผสมแม่เทโพ × พ่อเทโพ มีน้ำหนักและความยาวน้อยที่สุด ตามลำดับ เป็นไปในทิศทางเดียวกันกับรายงานการวิจัยของ Mengumphan *et al.* (2017) ที่ทำการศึกษาการเจริญเติบโตของปลาสวาย ปลาเทโพ และปลาลูกผสมแบบสลับเพศ (Reciprocal hybrids) พบว่าปลาหนึ่งลูกผสมระหว่างแม่เทโพ × พ่อสวาย มีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น ADG และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (SGR) สูงที่สุด เท่ากับ 21.04 กรัม 0.21 กรัม/ตัว/วัน และ 1.95% ตามลำดับ ทั้งนี้ประสิทธิภาพการเจริญเติบโตและค่าเฮตเทอโรซิส ของปลาลูกผสมระหว่างแม่เทโพ × พ่อบิกสยาม มีค่าสูงที่สุด ซึ่งแสดงให้เห็นว่าได้รับอิทธิพลพันธุกรรมจากแม่เทโพ และปลาสวายจากพ่อพันธุ์ลูกผสมบิกสยาม (พ่อบิก × แม่สวาย) เนื่องจากปลาบิกสยามเกิดจากการผสมข้ามสายพันธุ์ระหว่างแม่สวาย × พ่อบิก ซึ่งจากการศึกษาการเจริญพันธุ์พบว่าจำนวนไข่และปริมาณน้ำเชื้อเฉลี่ยของปลาลูกผสมบิกสยามมีจำนวนสูงที่สุด โดยปลาบิกสยามเมื่อนำมาเลี้ยงด้วยอาหารผสมสาหร่ายเตา 10% และน้ำมันปลาน้ำจืด 1.5% พบว่ามีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น และ ADG สูงที่สุด เท่ากับ 573.73 กรัม และ 4.78 กรัม/ตัว/วัน ตามลำดับ (Sattang *et al.*, 2018)

จากผลการศึกษาด้านการผสมข้ามสายพันธุ์ของปลาหนังลูกผสมระหว่าง แม่เทโพ x พ่อบิกสยาม (ลูกผสม แม่สวาย x พ่อบิก) พบว่ามีค่าเฮเทอโรซิสของน้ำหนักตัว สูงที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยของปลาลูกผสมแบบ สลับเพศ (Reciprocal hybrids) และปลาสายพันธุ์แท้ โดยมีค่า % เฮเทอโรซิสของน้ำหนักและความยาว เท่ากับ 84.70 และ 61.83 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยการผสมข้ามสายพันธุ์เป็นการปรับปรุงพันธุ์สัตว์น้ำที่มี วัตถุประสงค์เพื่อใช้ประโยชน์จากการที่ลูกผสมแสดง คุณสมบัติที่ดีกว่าค่าเฉลี่ยของพ่อและแม่ หรือที่เรียกว่า ค่าเฮเทอโรซิส (Heterosis) และเป็นการรวบรวม ลักษณะที่ดีของปลาต่างสายพันธุ์เข้าไว้ด้วยกัน โดย กระทำร่วมกับการคัดพันธุ์ก่อนแล้วผสมข้ามหรือผสมข้าม โดยตรง ซึ่งการผสมข้ามเป็นการสร้างสายพันธุ์ใหม่ที่มีการ เจริญเติบโตที่ดีและช่วยเพิ่มผลผลิต (Tave, 1986) โดย จะเห็นได้ว่าลูกผสมระหว่างแม่เทโพ x บิกสยาม (ลูกผสม แม่สวาย x พ่อบิก) เป็นการรวมลักษณะที่ดีจากสามสาย พันธุ์ ได้แก่ แม่เทโพ และพ่อบิกสยาม (ลูกผสมระหว่างแม่ สวาย x พ่อบิก) ที่มีลักษณะที่ดี ได้แก่ การเจริญเติบโตดี น้ำหนักและความยาวมีค่าสูงที่สุดในแต่ละช่วงอายุที่ ทำการศึกษา เช่นเดียวกับรายงานวิจัยของ Ndimele *et al.* (2011) ศึกษาการผสมข้ามระหว่างปลาหนัง *C. gariepinus* (เพศเมีย) และ *H. bidorsalis* (เพศผู้) พบว่า ปลาลูกผสมฯ ที่ได้มีน้ำหนักเพิ่มขึ้นและอัตราการ เจริญเติบโตจำเพาะ (SGR) สูงที่สุด สอดคล้องกับรายงาน การวิจัยของ Owodeinde *et al.* (2017) ซึ่งศึกษาการ ผสมข้ามระหว่างปลา *C. gariepinus* (เพศเมีย) และ *H. bidorsalis* (เพศผู้) พบว่ามีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น และอัตราการ เจริญเติบโตจำเพาะ (SGR) สูงที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับ สายพันธุ์แท้

จากการศึกษาการผสมข้ามสายพันธุ์แบบ สลับเพศ (Reciprocal) ระหว่างปลาหนัง พบว่า ประสิทธิภาพการเพาะขยายพันธุ์ที่ดีที่สุดในคู่ผสมระหว่าง *P. hypophthalmus* (เพศเมีย) กับ *P. nasutus* (เพศผู้) ซึ่งมีค่าปฏิสนธิ 81.17% และอัตราการฟัก 83.06 %

(Hassan *et al.*, 2011) ส่วนปลาลูกผสมปลาบิก (เพศผู้) กับปลาลูกผสม (พ่อบิก x แม่สวาย) (เพศเมีย) พบว่ามี อัตราการปฏิสนธิ อัตราการฟัก และอัตราการรอดตาย 6 วันหลังการฟัก เท่ากับ 98.60, 58.00 และ 6.50% ตามลำดับ (Panase *et al.*, 2013) โดย Falconer (1981) กล่าวว่า การผสมข้ามนั้นควรมีการผสมระหว่างประชากร หรือสายพันธุ์แท้ (Pure breed lines) 2 สายพันธุ์ขึ้นไป และดำเนินการปรับปรุงลักษณะที่ดีของสายพันธุ์แท้นั้น โดยวิธีการคัดเลือกจนได้ลักษณะที่ดีที่เสียก่อนแล้วจึง ทำการผสมข้ามสายพันธุ์เพื่อหาลักษณะที่ดี ซึ่งเป็นการ เพิ่มเฮเทอโรไซด์ในประชากรลูกผสมรุ่นที่ 1 ด้วย ซึ่งมี อยู่หลายวิธีการ เช่น Two way cross, Backcross, Three-way cross, Four-way cross (Double cross) และ Rotational crossing เป็นต้น

สรุปผลการวิจัย

จากการจับคู่ผสมพันธุ์ปลาหนังและลูกผสมปลา หนังแต่ละสายพันธุ์ และการเปรียบเทียบการเจริญเติบโต ในแต่ละสายพันธุ์ พบว่าการเจริญเติบโตของปลาหนัง ลูกผสมแต่ละสายพันธุ์มีความแตกต่างกันมีนัยสำคัญยิ่ง ทางสถิติ โดยสายพันธุ์แม่เทโพ x พ่อบิกสยาม มีการ เจริญเติบโตดีที่สุด รองลงมาคือ สายพันธุ์แม่บิกสยาม x พ่อเทโพ สายพันธุ์แม่บิกสยาม x พ่อเทโพ มีการ เจริญเติบโตต่ำที่สุด จากการศึกษาพบว่าค่า %Heterosis ของสายพันธุ์แม่เทโพ x พ่อบิกสยาม มีค่าสูงที่สุด โดยมี ค่าอยู่ที่ 84.70% รองลงมาคือ แม่บิกสยาม x พ่อเทโพ มีค่า อยู่ที่ 61.83%

จากการวิจัยในครั้งนี้ชี้ให้เห็นถึงศักยภาพในการ ผลิตปลาหนังลูกผสมสามสายพันธุ์ระหว่างแม่เทโพ x พ่อบิกสยาม ในการเพิ่มศักยภาพการผลิตปลาหนังลูกผสม ในระบบการผลิตสัตว์น้ำเพื่อเพิ่มมูลค่า และอาหาร สุขภาพให้กับวิสาหกิจชุมชนต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ผ่านทางสำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ประจำปีงบประมาณ 2562 และขอขอบคุณคณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ ที่อนุเคราะห์สถานที่ และอำนวยความสะดวกในการทำงานวิจัยในครั้งนี้จนงานสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- Amornlerdpisan, D., K. Mengumphan, N. Lailert, A. Pongchaiadcha, W. Suphawikhiyakorn, C. Srimarerng and W. Wangcharoen. 2010. **Potential of fish oil from freshwater catfish as nutraceutical product** 14 p. *In* Research Report. Chiangmai: Maejo University. [in Thai]
- Chansawang, S. 1985. **Animal Breeding**. Bangkok: Department of Animal Sciences, Faculty of Agriculture, Kasetsart University. 512 p. [in Thai]
- Falconer, D.S. 1981. **Introduction to Quantitative Genetics**. 2nded. London: Longmans. 340 p.
- Gjerde, B. 1988. Complete diallele cross between six inbred groups in rainbow trout, *Salmon gairdneri*. **Aquaculture** 75: 71-87.
- Hassan, A., M.A. Ambak and A.P. Samad. 2011. Crossbreeding of *Pangasianodon hypophthalmus* (Sauvage, 1878) and *Pangasius nasutus* (Bleeker, 1863) and their larval development. **Journal of Sustainability Science and Management** 6(1): 28-35.
- Mengamphan, K. 2016. **Mekong Giant Calfish for Commercial and Community**. Chiang Mai: Maejo University. 134 p. [in Thai]
- Mengamphan, K. and J. Saengkrachang. 2011. **Growth and genetics of catfish and new hybrid to increase value and support exports**. 30 p. *In* Research Report. Chiangmai: Maejo University. [in Thai]
- Mengumphan, K., D. Amornlerdpisan, S. Tongsir, D. Thiammuang and N. Kitcharoen. 2013. **Giant Catfish Culture and Hybrid Catfish (Buk Siam Maejo) to be a Guideline for the Development of Community Enterprise**. Chiangmai: Maejo University. 72 p. [in Thai]
- Mengumphan, K., S. Sattang and D. Amornlerdpisan. 2017. Growth performances survival rate and external characteristics of *Pangasianodon hypophthalmus*, *Pangasius larnaudii* and their reciprocal hybrids. **Journal of Agri. Research & Extension** 34(2): 25-35. [in Thai]

- Na-nakorn, U. 2000 . **Aquatic Animal Genetics**. 2nded. Bangkok: Kasetsart University. 203 p. [in Thai]
- Ndimele, P.E., F.G. Owodeinde, C.A. Kumolu-Johnson, A.A. Jimoh, O.O. Whenu and O.B. Onyenania. 2011. Growth performance of the reciprocal hybrids of *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) and *Heterobran chusbidorsalis* (Valenciennes, 1840). **Current Research Journal of Biological Science** 3(1): 137-140.
- Owodeinde F.G., P.E. Ndimele, K.A. Fakoya, M.A. Adewolu and M.A. Anetekhai. 2017. Growth performances of *Clarias gariepinus*, *Heterobranchus bidorsalis* and their hybrid (*Hyteteroclarias*) in earthen ponds in Badagry, Southwest, Nigerio Nigerian. **Journal of Fisheries and Aquaculture** 5(2): 122-131.
- Panase, P., D. Amornlerdpisan and K. Mengumphan. 2013. Sexual maturity and breeding efficiency of 3 catfish; *Pangasianodon gigas*, *Pangasianodon hypophthalmus*, their hybrid (Male *P. gigas* x Female *P. hypophthalmus*) and hybrid using backcross technique. **Journal of Fisheries Technology Research** 7(2): 27-37. [in Thai]
- Sattang, S., S. Tongsir, D. Amornlerdpisan and K. Mengumphan. 2018. Effect of fish oil and *spirogyra* sp. supplement on the flesh quality and maturity of Buk Siam hybrid catfish (*Pangasianodon gigas* Chevey, 1930 x *Pangasianodon hypophthalmus* Sauvage, 1878). **Journal of Agri. Research & Extension** 35(2): 1-10. [in Thai]
- Tave, D. 1986. **Genetic for Fish Hatchery Managers**. Westport: AVI Publishing Co. 299 p.

การส่งเสริมและพัฒนาการเพาะเลี้ยงปลากัด: กรณีศึกษากลุ่มเกษตรกรผู้เพาะเลี้ยงปลากัด
ตำบลบางม่วง อำเภอมือง จังหวัดนครสวรรค์

Promotion and Development of Fighting Fish Culture: A Case Study
Siamese Fighting Fish Farmers Group, Bang Muang Sub-district, Mueang District
Nakhon Sawan Province

จามรี เครือหงษ์^{1*} จงดี ศรีนพรัตน์วัฒน¹ สุรกี ประชุมพล¹ และปริญญ์ พันบุญมา²

Jamree Krueahong, Chongdee Srinoparatawatana, Surapee Prasoompon and Parinya Panboonma²

¹ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ นครสวรรค์ 60000

²กลุ่มพัฒนาและส่งเสริมอาชีพการประมง สำนักงานประมงจังหวัดตาก 63000

¹Department of Agricultural Technology, Faculty of Agricultural Technology and Industrial Technology
Nakhon Sawan Rajabhat University, Nakhon Sawan, Thailand 60000

²Fisheries Development and Extension Group, Tak Fisheries Provincial Office, Tak, Thailand 63000

*Corresponding author: jamree.k@nsru.ac.th

Abstract

Received: October 25, 2020

Revised: August 10, 2021

Accepted: November 01, 2021

The objectives of this study was to study the guidelines for promotion and development of fighting fish culture: a case study of Siamese fighting fish farmers group, Bang Muang subdistrict, Mueang district, Nakhon Sawan province. A set of questionnaires was used for data collection administered to a population of 55 farmers. Obtained data were analyzed by using descriptive statistics, as performed by statistical software were package, statistically analyzed using frequency distribution, percentage, mean and standard deviation. The results showed that the average age of famers were 64.45 years old. The average household labor used in the fish culture was 2.39 persons. The average monthly household income was 36,189 Baht. The average culture area was 532.14 m² which included concrete pond 12.78 ponds and plastic buckets, average 1,424 buckets. The results revealed that frequent problems included lack and/or discontinuity of support from the government, unknown causes of fish death, fish diseases and undersold price. The need for promotion and development of fighting fish culture at a high level was prevention and treatment of disease. There was individual promotion and development of fighting fish culture, and the officials in government should have visited their farm and given them suggestions regularly.

Keywords: promotion and development, fighting fish culture

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการส่งเสริมและพัฒนาการเพาะเลี้ยงปลากัด กรณีศึกษากลุ่มเกษตรกรผู้เพาะเลี้ยงปลากัด ตำบลบางม่วง อำเภอมือง จังหวัดนครสวรรค์ โดยเก็บข้อมูลด้วยแบบสอบถามจากเกษตรกรผู้เพาะเลี้ยงปลากัดจำนวน 55 คน วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนาด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป ได้แก่ การแจกแจงความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการศึกษาพบว่า เกษตรกรผู้เพาะเลี้ยงปลากัดมีอายุเฉลี่ย 64.45 ปี มีแรงงานที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงปลาเฉลี่ย 2.39 คนต่อครัวเรือน รายได้ของครัวเรือนเฉลี่ย 36,189 บาทต่อเดือน พื้นที่ในการเพาะเลี้ยงปลากัดโดยเฉลี่ย 532.14 ตารางเมตร ซึ่งมีการใช้บ่อปูนซีเมนต์กลม จำนวนเฉลี่ย 132.78 บ่อ และถึงพลาสติก จำนวนเฉลี่ย 1,424 ถัง ปัญหาที่พบมากในการเพาะเลี้ยงปลากัด ได้แก่ เจ้าหน้าที่รัฐไม่ให้การสนับสนุนและมีการส่งเสริมไม่ต่อเนื่อง ปลาตายไม่ทราบสาเหตุ ปลาเป็นโรค และถูกกดราคา ส่วนความต้องการส่งเสริมและพัฒนาการเพาะเลี้ยงปลากัดในระดับมาก คือ การป้องกันและรักษาโรค ให้มีการส่งเสริมและพัฒนาเป็นรายบุคคล และให้เจ้าหน้าที่ภาครัฐมาเยี่ยมฟาร์มและให้คำแนะนำอย่างสม่ำเสมอ

คำสำคัญ: การส่งเสริมและพัฒนา การเพาะเลี้ยงปลากัด

คำนำ

ปลากัด มีชื่อสามัญว่า Siamese fighting fish หรือมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Betta splendens* เป็นปลาสวยงามพันธุ์พื้นเมืองของไทยที่อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำตื้น นิยมเลี้ยงเพื่อใช้ประโยชน์ในด้านการกีฬาและความเพลิดเพลิน (Jaroensutasinee and Jaroensutasinee, 2001; Meejui *et al.*, 2005) ปลากัดเป็นปลาส่งออกอันดับ 1 ของไทย ปริมาณการส่งออก 93,890,632 ตัว

มูลค่าการส่งออกกว่า 529 ล้านบาท ตลาดปลาสวยงามสำคัญที่นำเข้าปลากัดจากไทย ได้แก่ ประเทศสหรัฐอเมริกา จีน สิงคโปร์ อิหร่าน ไต้หวัน ฝรั่งเศส ตามลำดับ (Department of Fisheries, 2016) และปลากัดได้รับความนิยมมากขึ้นจากปรากฏการณ์ภาพถ่ายปลากัดสู่การประชาสัมพันธ์ทั่วโลกผ่าน iPhone 6s และ iPhone 6s plus (Sermwatanakul, 2018) และเมื่อปี พ.ศ. 2562 คณะรัฐมนตรีได้ให้ปลากัดเป็นสัตว์น้ำประจำประเทศไทย ยิ่งทำให้ปลากัดได้รับความนิยมมากขึ้น (Saksornchai, 2019) ประกอบกับความต้องการปลาสวยงามของตลาดต่างประเทศ ทำให้มีการเพาะเลี้ยงปลากัดอย่างแพร่หลาย แต่กระบวนการผลิตของเกษตรกรยังเป็นการเพาะเลี้ยงแบบชาวบ้านมีเพียงการให้อาหารมีชีวิตเป็นหลัก (Monvises *et al.*, 2009) จังหวัดนครสวรรค์ถือเป็นแหล่งเลี้ยงปลากัดขนาดใหญ่ที่มีชื่อเสียงแห่งหนึ่งของประเทศ และปลากัดได้ถูกพัฒนาสายพันธุ์ให้มีขนาดใหญ่ขึ้น มีสีสันที่สวยงามและหลากหลายขึ้น เรียกว่า “ปลากัดหม้อ” นิยมเลี้ยงในภาชนะขนาดเล็กและแคบ เช่น ขวดโหล ขวดน้ำอัดลม เป็นต้น อีกทั้งยังได้พัฒนาสายพันธุ์ในแง่ของความเป็นปลาสวยงามพร้อมกับดัดสายพันธุ์ปลากัดหลายสายพันธุ์ เช่น ปลากัดจีน ที่มีเครื่องครีบบาวหรือปลากัดแฟนซี ที่มีสีสันหลากหลายสวยงาม ปลากัดคราวน์เทล หรือปลากัดฮาร์ฟมูน เป็นต้น มาผสมพันธุ์แบบไขว้เพื่อหาพันธุ์ใหม่ที่มีลักษณะสวยงามตามความชอบปริมาณอาหารที่ให้

เกษตรกรในเขตตำบลบางม่วง อำเภอมือง จังหวัดนครสวรรค์ มีผู้เพาะเลี้ยงปลากัดมากกว่า 60 ราย มีการผลิตลูกปลามากกว่า 2,000 บ่อ ปลาที่มีราคาจำหน่าย ปลาเกรดเอ ตัวละ 300 บาท ขนาดรองลงมา ตัวละ 200 บาท ตลาดขายส่งอยู่ที่ตลาดนัดจตุจักร มีทั้งแบบมารับเอง ไปส่ง หรือบางครั้งไปขายเอง ตลาดปลากัดสวยงามยังมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น เนื่องจากนิยมเลี้ยงกันอย่างแพร่หลาย โดยเฉพาะตลาดต่างประเทศที่สนใจและมีกำลังซื้อปลามาก จะเห็นได้จากรายงานของ Department of Fisheries (2021) ในช่วง 2 ไตรมาส

แรกของปี พ.ศ. 2564 สามารถส่งออกปลากัดเป็นอันดับ 1 ของปลาสวยงาม มากกว่าเดือนละ 1.5 ล้านตัว มีมูลค่ากว่า 16 ล้านบาทต่อเดือน แต่ส่วนมากเกษตรกรผู้เพาะเลี้ยงปลากัดประสบปัญหาในเรื่อง การเพาะและการอนุบาลลูกปลามีอัตราการรอดตายต่ำ อาหารมีชีวิตไม่เพียงพอ โรคและการรักษาโรคปลา ความรู้ทางด้านธุรกิจและการส่งจำหน่ายต่างประเทศ เป็นต้น ดังนั้นการพัฒนาและส่งเสริมการเพาะเลี้ยงปลากัดในจังหวัดนครสวรรค์จึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง เพื่อเป็นแนวทางในการในการพัฒนาและส่งเสริมกลุ่มเกษตรกรผู้เพาะเลี้ยงปลากัดดังกล่าว สามารถนำไปแก้ไขปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อให้ฟาร์มเข้าสู่ระบบที่ได้มาตรฐาน เป็นที่ยอมรับในประเทศและต่างประเทศ รวมทั้งสร้างความมั่นใจในด้านมาตรฐานการผลิตที่สามารถแข่งขันในตลาดได้อย่างยั่งยืน ตลอดจนเป็นแหล่งเรียนรู้ที่สำคัญเพื่อเผยแพร่ให้แก่เกษตรกรผู้เพาะเลี้ยงปลากัดรุ่นใหม่ รวมถึงเกษตรกรผู้เพาะเลี้ยงปลากัดกลุ่มอื่น ๆ ทั้งในจังหวัดนครสวรรค์และใกล้เคียง

อุปกรณ์และวิธีการ

วิธีการดำเนินการวิจัย

การศึกษาได้กำหนดระเบียบการศึกษาโดยการศึกษเชิงปริมาณ (Quantitative research) ในการศึกษาครั้งนี้ประกอบด้วย ประชากร เครื่องมือในการศึกษา วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

ประชากร

ประชากรที่ศึกษา คือ เกษตรกรผู้เพาะเลี้ยงปลากัดในตำบลบางม่วง จังหวัดนครสวรรค์ จำนวน 55 ราย

เครื่องมือในการศึกษา

1) ชนิดของเครื่องมือ การศึกษาครั้งนี้ใช้แบบสัมภาษณ์เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล ซึ่งมีการสัมภาษณ์ 4 ขั้นตอน คือ

ขั้นตอนที่ 1 ลักษณะพื้นฐานทางเศรษฐกิจและสังคมของเกษตรกรผู้เพาะเลี้ยงปลากัด

ขั้นตอนที่ 2 สภาพการเพาะเลี้ยงปลากัดของเกษตรกร

ขั้นตอนที่ 3 สภาพปัญหาการเพาะเลี้ยงปลากัดของเกษตรกร

ขั้นตอนที่ 4 ความต้องการในการส่งเสริมและพัฒนาการเพาะเลี้ยงปลากัด

- ความต้องการด้านความรู้ในการเพาะและเลี้ยงปลากัด

- รูปแบบการส่งเสริมและพัฒนาการเพาะเลี้ยงปลา

2) ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือ การสร้างเครื่องมือในการศึกษามีขั้นตอน ดังนี้

2.1) ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ของการศึกษา ขอบเขตการศึกษา วรรณกรรม และผลการวิจัยเพื่อใช้เป็นแนวทางในการกำหนดเนื้อหาของแบบสัมภาษณ์

2.2) จัดทำแบบสัมภาษณ์ ซึ่งประกอบด้วยคำถามและคำตอบที่ได้จากเนื้อหาและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

2.3) นำแบบสัมภาษณ์ให้ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบ เพื่อขอคำชี้แนะและปรับปรุงแก้ไข

2.4) ก่อนการเก็บรวบรวมข้อมูลภาคสนามทำการทดสอบเครื่องมือ (Pre-test) โดยนำแบบสัมภาษณ์ไปทดสอบกับประชากรที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 ราย เพื่อพิจารณาความง่ายและความเหมาะสมของภาษา และข้อเสนอแนะเพิ่มเติมจากผู้ให้สัมภาษณ์ เพื่อความสมบูรณ์ของแบบสัมภาษณ์และข้อมูลที่ต้องการ

2.5) ปรับปรุงแก้ไขแบบสัมภาษณ์ที่ยังไม่สมบูรณ์ และให้ผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาตรวจสอบก่อนนำไปใช้เก็บข้อมูล และได้ผ่านจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์จากคณะกรรมการจริยธรรมในมนุษย์เครือข่ายภูมิภาคมหาวิทยาลัยนเรศวร RREC No. 060/62

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บข้อมูลโดยการประสานกับหน่วยงานเจ้าหน้าที่ภาครัฐที่เกี่ยวข้อง เพื่อชี้แจงวัตถุประสงค์ และจัดเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ องค์การบริหารส่วนตำบลบางม่วง ประมงจังหวัด ประมงอำเภอในพื้นที่ นัตหมายเกษตรกรเพื่อรวบรวมข้อมูลโดยการสัมภาษณ์พบกันระหว่างเกษตรกรและผู้สัมภาษณ์ โดยใช้ผู้วิจัยและนักศึกษาจำนวน 4 คน เป็นผู้สัมภาษณ์

การวิเคราะห์ข้อมูล

เมื่อเก็บข้อมูลโดยการสัมภาษณ์เกษตรกรแล้วทำการตรวจสอบความถูกต้องและความสมบูรณ์ของข้อมูลในแบบสัมภาษณ์แต่ละชุด จากนั้นนำข้อมูลมาวิเคราะห์สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive statistics) ได้แก่ การแจกแจงความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป

ผลการวิจัย

ลักษณะพื้นฐานทางสังคมของเกษตรกรผู้เพาะเลี้ยงปลากัดพบว่า เกษตรร้อยละ 90.91 เป็นเพศชาย ส่วนที่เหลือร้อยละ 9.09 เป็นเพศหญิง อายุเกษตรกร

ร้อยละ 38.81 มีอายุ 61 ปีขึ้นไป รองลงมาร้อยละ 32.73 มีอายุ 51-60 ปี เกษตรกรอายุ 20-30 ปี มีเพียงร้อยละ 5.45 อายุเฉลี่ยของเกษตรกร 65.45 ปี การศึกษาเกษตรกรร้อยละ 85.45 จบการศึกษาประถมศึกษา ส่วนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย และระดับมหาวิทยาลัยเท่ากันคือ ร้อยละ 3.64 จำนวนสมาชิกในครัวเรือนเฉลี่ย 3.65 คน (Table 1)

สภาพทางเศรษฐกิจ มีจำนวนแรงงานในครัวเรือนในการเลี้ยงปลากัด มากที่สุดคือ 1-2 คน คิดเป็นร้อยละ 58.18 รองลงมาคือ 3-5 คน คิดเป็นร้อยละ 30.91 ส่วน 5 คนขึ้นไปน้อยที่สุดเพียงร้อยละ 10.91 จำนวนแรงงานเฉลี่ย 2.39 คนต่อครัวเรือน กรรมสิทธิ์ในพื้นที่ส่วนมากเป็นที่ดินของตนเอง คิดเป็นร้อยละ 90.91 ส่วนร้อยละ 9.09 มีที่ดินตนเองไม่เพียงพอจำเป็นต้องเช่าบางส่วน รายได้ของครัวเรือน มากกว่า 15,000 บาทต่อเดือน มากที่สุดร้อยละ 94.55 และมีรายได้ 10,000-15,000 บาทต่อเดือน ร้อยละ 5.45 จากการสอบถามพบมีรายได้สูงสุดถึงเดือนละ 2-3 แสนบาท รายได้ของครัวเรือนต่อเดือนเฉลี่ย 36,189 บาท การกู้ยืมเงินเพื่อนำมาเลี้ยงปลากัด เกษตรกรส่วนมากไม่ได้กู้ยืมเงินเพื่อนำมาเลี้ยงปลากัด มีเพียงการกู้ยืมมาสร้างบ่อในช่วงเริ่มต้นทำฟาร์มเท่านั้น (Table 1)

Table 1 Frequency and percentage of farmers classified by social and economic condition (n=55)

Social and economic condition	Frequency	%
1. Sex		
Male	5	9.09
Female	50	90.91
2. Age		
20-30	3	5.45
31-40	4	7.37
41-50	9	16.36
51-60	18	32.73
>61	21	38.81
The youngest was 21, the highest was 79, the mean age was 65.45 years old.		
3. Education		
Primary school	47	85.45
Secondary School	4	7.27
High school	2	3.64
Bachelor's degree	2	3.64
4. Household labor (persons)		
1-2	32	58.18
3-5	17	30.91
>5	6	10.91
5. Land ownership		
Own	50	90.91
Own and rent	5	9.09
6. Monthly household income (Baht)		
<10,000	0	0.00
10,001-15,000	3	5.45
> 15,000	52	94.55
Mean monthly household income 36,189 Baht		
7. Loan from financial institutions		
No	45	81.82
Yes	10	18.18

สภาพการเลี้ยงปลากัดในพื้นที่เพาะเลี้ยงปลากัดพื้นที่ในการเพาะเลี้ยงปลากัดโดยเฉลี่ย 532.14 ตารางเมตร ซึ่งมีการใช้บ่อปูนเหลี่ยมจำนวนเฉลี่ย 132.78 บ่อ ถึงพลาสติกจำนวนเฉลี่ย 1,424 ถัง พ่อแม่พันธุ์จำนวนเฉลี่ย 125.76 ตัวต่อฟาร์ม อนุบาล (ในโรงปูน) อยู่ 46.78 รุ่นต่อปี พ่อแม่พันธุ์แหล่งที่มาจากการเพาะเองจำนวนเฉลี่ย 143.89 ตัว ซื้อจากฟาร์มอื่น ๆ จำนวนเฉลี่ย 55.89 ตัว ราคาพ่อแม่พันธุ์ราคาตัวผู้เฉลี่ยตัวละ 237.98 บาท ราคาตัวเมียตัวละ 165.73 บาท ความถี่ในการซื้อ 1 ปีต่อครั้ง ปริมาณการซื้อครั้งละ ตัวผู้ 15.45 ตัว ตัวเมีย 20.45 ตัว อายุการใช้งานพ่อแม่พันธุ์ปลากัดใช้เพาะ 2 ครั้ง ห่างกันครั้งละ 60 วัน การจัดการพ่อแม่พันธุ์เมื่อปลาปลดระวางแล้ว พ่อพันธุ์ขายต่อ 59.90 บาทต่อตัว แม่พันธุ์ขายต่อ 69.89 บาทต่อตัว

การเพาะพันธุ์ ปลากัด เกษตรกรมีการเทียบคู่จำนวน 14 วัน ปกติเพาะรุ่นละ 46.89 คู่ เพาะได้ผลปลาออกไข่ 39.89 คู่ ในการเพาะแต่ละรุ่นพ่อแม่ตายประมาณ 5.78 ตัวต่อรุ่น ระยะเวลาในการเพาะตั้งแต่ปล่อยพ่อแม่พันธุ์จนถึงระยะเวลานำลูกปลาไปอนุบาลในบ่อปูน 15.35 วัน

การอนุบาลลูกปลากัดนิยมอนุบาลในบ่อปูนกลม (โรงปูน) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.5-2 เมตร ปล่อยลูกปลาบ่อละ 3-4 ชิ้นเพาะ อนุบาลรุ่นละ 30 บ่อ ระยะเวลาในการอนุบาล 45 วัน (ตั้งแต่ปล่อยลูกปลาลงบ่อถึงแยกเพศได้)

มีการขยายบ่อในระหว่างอนุบาล 1 ครั้ง ขยายลูกปลาจาก 1 บ่อ เป็นอีก 1 บ่อ รวมทั้งหมดเป็น 2 บ่อ บ่อที่ขยายใหม่มีขนาดเท่าเดิม แยกเพศได้เมื่ออนุบาลลูกปลาในโรงปูนได้ 45 วัน ในแต่ละรุ่นจะได้เพศปลาเป็นอัตราส่วนโดยประมาณ เพศผู้ 30 เปอร์เซ็นต์ เพศเมีย 70 เปอร์เซ็นต์ คัดไว้เป็นแม่พันธุ์ 20 ตัวต่อรุ่น

สภาพการเลี้ยงปลากัด นิยมเลี้ยงในถังพลาสติกกลม (ถังสี) มีราคาต้นทุนถังละ 30-40 บาท ระยะเวลาในการเลี้ยงประมาณ 1 เดือน ก่อนจับจำหน่าย อาหารที่ใช้เป็นไรแดงที่หาได้จากธรรมชาติ และจากบ่อบำบัดน้ำเสียจากฟาร์มหมูในอำเภอเมืองและใกล้เคียงจังหวัดนครสวรรค์ ประมาณ 6-10 แห่ง จากนั้นจะให้อาหารเม็ดสาขุขนาดเล็ก

ควบคู่กับการให้ไรแดง แห่งน้ำที่ใช้ในการเลี้ยงเป็นน้ำประปาหมู่บ้าน ส่วนมากไม่ได้มีบ่อพักน้ำ

เกษตรกรผู้เพาะเลี้ยงปลากัดที่สำรวจทุกคนเคยประสบปัญหาด้านโรคในระหว่างการเลี้ยงที่พบมาก คือ โรคตัวและครีบเปื่อย มีเกษตรกรเคยพบร้อยละ 34.25 และสามารถรักษาโรคให้หายได้ร้อยละ 63.42 ช่วงเดือนที่เกิดโรคมมากที่สุด คือ ช่วงเปลี่ยนแปลงฤดูกาลจากฤดูฝนเป็นฤดูหนาว เกษตรกรผู้เพาะเลี้ยงปลากัดร้อยละ 95.43 มีการใช้ยาและสารเคมีในการอนุบาลและเลี้ยงปลากัด ยาและสารเคมีที่เกษตรกรนิยมใช้ คือ เกลือ ออกซิเตตราซัยคลิน (Oxytetracycline) ยาเหลือง เป็นต้น

การจำหน่ายมีพ่อค้าคนกลางมารับซื้อ ซึ่งเป็นพ่อค้าที่ติดต่อกันเป็นระยะเวลานานมากกว่า 10 ปี ราคาส่วนมากจะกำหนดเองในกลุ่มและมีการนัดหมายล่วงหน้า เวลาจะจับปลาอย่างน้อย 3 วัน ซึ่งราคาจะแตกต่างกันในแต่ละรุ่น เฉลี่ยขายส่งตัวละ 50-100 บาท ถือว่ามีราคาดีและมีความพอใจกับราคาปลาในปัจจุบัน ส่วนค่าใช้จ่ายในการจำหน่าย เกษตรกรทุกรายจะขายให้พ่อค้าส่งหรือผู้รวบรวมปลา ไม่มีค่าใช้จ่ายในการจำหน่าย พ่อค้าจะจัดอุปกรณ์ในการบรรจุปลา คือ กระบอกพลาสติก กล่องโฟม มาในวันจับ ซึ่งเกษตรกรจะถ่ายปลากัดจากในขวดมาบรรจุในกระบอกพลาสติกกระบอกละ 1 ตัว และเรียงกระบอกพลาสติกลงในกล่องโฟม ก่อนที่จะขนส่งไปจำหน่ายต่อไป ซึ่งเกษตรกรร้อยละ 96.78 เป็นผู้เลี้ยงปลากัดเพียงอย่างเดียวไม่ได้เป็นผู้รวบรวมปลากัดจำหน่าย

รายจ่ายของเกษตรกรมีประเด็นสำคัญ คือ ค่าเตรียมบ่อในโรงปูนเฉลี่ยบ่อละ 500 บาท บ่อขนาด 2x2 เมตร 2,700 บาท ค่าวัสดุอุปกรณ์ ได้แก่ กระซอน สวิง กระละมั่ง 200 บาท ค่าน้ำมันเชื้อเพลิงสำหรับการขับไปหาไรแดงเดือนละประมาณ 2,000 บาท ค่าอาหารปลาเดือนละ 600 บาท ส่วนรายได้มากขึ้นตามปริมาณบ่อที่ใช้ในการเลี้ยง รายได้เฉลี่ยต่อเดือนของเกษตรกรผู้เพาะเลี้ยงปลากัด คือ 35,467.65 บาท

สภาพปัญหาการเพาะเลี้ยงปลากัดของเกษตรกร เป็นข้อคำถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) ที่ผู้ตอบแสดงความคิดเห็น 3 ระดับ คือ 1 = เห็นด้วย 2 = ไม่แน่ใจ และ 3 = ไม่เห็นด้วย เกณฑ์การแปลความหมายของคะแนนเฉลี่ยปัญหาการเพาะเลี้ยงปลากัดของเกษตรกร โดยประยุกต์มาจากเกณฑ์ของ Ketsing (1995) แบ่งเป็น 3 ระดับ

คะแนนเฉลี่ย 2.34 - 3.00 หมายถึง มีปัญหา อยู่ในระดับมาก

คะแนนเฉลี่ย 1.67 - 2.33 หมายถึง มีปัญหา อยู่ในระดับปานกลาง

คะแนนเฉลี่ย 1.00 - 1.66 หมายถึง มีปัญหา อยู่ในระดับน้อย

สภาพปัญหาในระดับมาก คือ เจ้าหน้าที่รัฐไม่ให้การสนับสนุนและส่งเสริมอย่างต่อเนื่อง ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการงานด้านการส่งเสริมของหน่วยงานภาครัฐมีหลายอย่าง ประกอบกับจังหวัดนครสวรรค์เป็นจังหวัดที่สามารถผลิตปลาสำหรับการบริโภคเป็นอันดับต้น ๆ ของประเทศ ทำให้กลุ่มปลากัดอาจไม่ได้ถูกเลือกในการพัฒนาและส่งเสริมดังกล่าว พบปัญหาในระดับปานกลาง คือ ปลาตายไม่ทราบสาเหตุ ปลาเป็นโรค ลูกปลารอดน้อย ขาดแคลนเงินลงทุน และถูกกดราคา เนื่องจากเกษตรกรที่มีประสบการณ์สูง มีผลผลิตสูง และมีรายได้สูง อาจประสบปัญหาดังกล่าวน้อย แต่สำหรับเกษตรกรที่มีประสบการณ์น้อยอาจยังมีปัญหาดังกล่าวอยู่ ส่วนที่ไม่พบปัญหาเลยหรือมีปัญหาน้อยมาก คือ ด้านความรู้ในการเพาะพันธุ์และประสบการณ์ไม่เพียงพอ เนื่องจากการสอบถามพบว่าเกษตรกรส่วนใหญ่มีความรู้และประสบการณ์มากกว่า 10 ปีขึ้นไป ตลอดจนในเรื่องน้ำท่วมที่ประสบปัญหา มาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2554 และไม่พบปัญหาน้ำท่วมอีกเลย

จากประเด็นสภาพปัญหา ได้แก่ เจ้าหน้าที่รัฐไม่ให้การสนับสนุนและการส่งเสริมไม่ต่อเนื่อง ปัญหาในเรื่องปลาตายไม่ทราบสาเหตุ ถูกกดราคา ปลาเป็นโรค ลูกปลารอดน้อย น้ำเน่าเสีย เป็นต้น จึงได้เสนอแนวทางในแก้ปัญหาการเพาะเลี้ยงปลากัดดังต่อไปนี้

1) เจ้าหน้าที่รัฐไม่ให้การสนับสนุนและการส่งเสริมไม่ต่อเนื่อง หน่วยงานภาครัฐหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรมีการสนับสนุนในเรื่องของความรู้ และอาจมีการสนับสนุนปัจจัยการผลิตต่าง ๆ เช่น วัสดุและอุปกรณ์ อาหารปลา ยา และสารเคมี เป็นต้น โดยการของบประมาณในส่วนของภาครัฐที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนมีการจัดทำคู่มือการเพาะเลี้ยงปลากัด โดยเน้นในประเด็นของการป้องกันและรักษาโรคปลากัด หรือจัดทำเป็นวิดีโอทัศน์ เพื่อให้เกษตรกรสามารถดูได้ ในช่วงเวลาที่ว่างหลังจากทำงานในฟาร์มเรียบร้อยแล้ว

2) ปลาตายไม่ทราบสาเหตุ ปลาเป็นโรค ลูกปลารอดน้อย เกษตรกรควรหลีกเลี่ยงการเปลี่ยนถ่ายน้ำปลาถ้าไม่จำเป็น ควรหลีกเลี่ยงการเคลื่อนย้ายและขนส่งปลากัด รวมทั้งเกษตรกรควรเพาะเลี้ยงปลากัดให้แข็งแรงโดยการควบคุมคุณภาพน้ำให้เหมาะสมต่อการเลี้ยง มีการคัดเลือกพ่อแม่พันธุ์ที่แข็งแรง มีคุณภาพ และไม่ควรปล่อยลูกปลาอนุบาลในบ่อหนาแน่นมากเกินไป และเจ้าหน้าที่ส่งเสริมต้องจัดทำคู่มือในการตรวจวิเคราะห์โรคปลาอย่างง่าย เพื่อให้เกษตรกรมีความรู้ในการตรวจวิเคราะห์โรคปลาได้เบื้องต้น รวมทั้งการใช้ยาและสารเคมี เพื่อป้องกันและรักษาโรคต่าง ๆ ควรมีการอบรมให้ความรู้แก่เกษตรกร

3) ส่วนน้ำเน่าเสีย เกษตรกรควรให้อาหารมีชีวิตมากกว่าการให้อาหารสำเร็จรูป เพราะจะทำให้เน่าเสียเร็ว หรือหากให้อาหารสำเร็จรูปชนิดลอยน้ำควรให้ในปริมาณน้อยแต่บ่อยครั้ง หรือหากปลากินไม่หมดให้ตักออก และให้มีการเปลี่ยนน้ำเมื่อเกิดน้ำเน่าเสียทันที

ความต้องการความรู้ในการเลี้ยงปลากัดมี 3 ประเด็น คือ ด้านการเพาะและอนุบาลลูกปลากัด การผลิตอาหารปลา การป้องกันและรักษาโรค โดยใช้เกณฑ์เดียวกับปัญหาการเพาะเลี้ยงปลากัด ดังนี้ (Table 2)

1) ด้านการเพาะและอนุบาลลูกปลา จากทั้งหมด 3 ประเด็น ในภาพรวมเกษตรกรมีความต้องการปานกลาง ค่าเฉลี่ย 1.93 ± 0.65 เมื่อพิจารณาเป็นรายประเด็น พบว่ามีความต้องการในระดับปานกลางทุกประเด็น คือ 1) การ

คัดเลือกพ่อแม่พันธุ์ปลากัด ค่าเฉลี่ย 1.91 ± 0.63 2) การคัดเลือกสายพันธุ์ปลากัด ค่าเฉลี่ย 1.96 ± 0.61 3) การเพาะพันธุ์ปลากัด ค่าเฉลี่ย 1.86 ± 0.60 ทั้งนี้เนื่องจากเกษตรกรที่ทำการเพาะเลี้ยงปลากัดมีประสบการณ์ในการเพาะเลี้ยงปลากัดมาแล้ว จึงทำให้ความต้องการความรู้ในเรื่องการเพาะเลี้ยงปลากัด ทั้งการคัดเลือกพ่อแม่พันธุ์ การคัดเลือกสายพันธุ์ ในระดับปานกลาง

2) ด้านการผลิตอาหารปลา จากทั้งหมด 2 ประเด็น ในภาพรวมเกษตรกรมีความต้องการน้อย ค่าเฉลี่ย 1.53 ± 0.48 เมื่อพิจารณาเป็นรายประเด็น พบว่ามีความต้องการน้อยในทุกประเด็น คือ 1) การผลิตอาหารมีชีวิต ค่าเฉลี่ย 1.56 ± 0.64 2) การผลิตอาหารสำเร็จรูป ค่าเฉลี่ย 1.50 ± 0.59 ทั้งนี้เนื่องจากเกษตรกรมีแหล่งในการซื้อไรแดง และไม่มีพื้นที่ในการผลิตไรแดงใช้เอง อีกทั้งขั้นตอนในการผลิตยุ่งยากได้จำนวนไม่เพียงพอต่อการใช้ภายในฟาร์ม ส่วนการผลิตอาหารสำเร็จรูป เกษตรกรสะดวกในการซื้ออาหารสำเร็จรูปมากกว่า เนื่องจากมีเวลาไม่มากพอในการผลิตอาหารใช้

ภายในฟาร์มและการใช้อาหารสำเร็จรูปยังใช้ปริมาณไม่มาก แต่มีบางรายอยากได้ความรู้ในการผลิตอาหารมีชีวิตและสำเร็จรูปไว้ใช้เองภายในฟาร์มเพื่อเป็นการลดต้นทุนในการผลิตเช่นเดียวกัน

3) การป้องกันและรักษาโรค จากทั้งหมด 5 ประเด็น ในภาพรวมเกษตรกรมีความต้องการความรู้มาก ค่าเฉลี่ย 2.44 ± 0.53 เมื่อพิจารณาเป็นรายประเด็น พบว่ามีความต้องการความรู้มาก 4 ประเด็น คือ 1) สาเหตุการเกิดโรค ค่าเฉลี่ย 2.48 ± 0.43 2) อาการปลาป่วย ค่าเฉลี่ย 2.63 ± 0.52 3) การวินิจฉัยปลาป่วย ค่าเฉลี่ย 2.65 ± 0.65 4) การใช้ยาและสารเคมีในการป้องกัน ค่าเฉลี่ย 2.56 ± 0.44 ส่วนที่ความต้องการความรู้ปานกลาง คือ สถานที่หรือหน่วยงานตรวจโรคปลา ค่าเฉลี่ย 1.89 ± 0.56 ทั้งนี้เนื่องจากเกษตรกรต้องการมีความรู้ในการป้องกันและรักษาโรค การใช้ยาและสารเคมี หากมีความรู้จะสามารถป้องกันไม่ให้เกิดโรคในปลากัดได้ ไม่สะดวกในการส่งปลาตรวจไปตามหน่วยงานหรือสถานที่ต่างๆ

Table 2 Knowledge requirements in breeding and raising Siamese fighting fish (n=55)

Knowledge promotion needs	Mean $\pm$ SD	Level of needed
Fish breeding and nursing		
Selection of fish breeding	1.91 ± 0.63	Moderate
Selection of fish species	1.96 ± 0.61	Moderate
Fish breeding	1.86 ± 0.60	Moderate
Mean$\pm$SD	1.93 ± 0.45	Moderate
Fish feed production		
Live feed	1.56 ± 0.64	Low
Diet feed	1.50 ± 0.59	Low
Mean$\pm$SD	1.53 ± 0.48	Low

Table 2 (Continued)

Knowledge promotion needs	Mean±SD	Level of needed
Disease prevention and treatment		
Causes of diseases	2.48±0.43	High
Sick fish appearance	2.63±0.52	High
Diagnostics of diseases in fish	2.65±0.65	High
Preventive use of drugs and chemicals	2.56±0.44	High
A place or a fish disease inspection agency	1.89±0.56	Moderate
Mean±SD	2.44±0.53	High

2.34-3.00 = High; 1.67-2.33 = Moderate; 1.00-1.66 = Low

ความต้องการรูปแบบการส่งเสริมการเพาะเลี้ยงปลากัด ได้ศึกษาใน 3 รูปแบบ คือ 1) การส่งเสริมแบบรายบุคคล 2) การส่งเสริมแบบกลุ่ม 3) การส่งเสริมแบบมวลชน ดังนี้

1) การส่งเสริมแบบรายบุคคล มี 7 รูปแบบ ในภาพรวมเกษตรกรมีความต้องการในระดับปานกลาง มีความต้องการในระดับมาก 2 รูปแบบ คือ 1) เจ้าหน้าที่ส่งเสริมมาเยี่ยม 1 ครั้งต่อเดือน ค่าเฉลี่ย 2.61±0.56 2) การติดต่อผ่านเกษตรกรผู้นำ ค่าเฉลี่ย 2.57±0.64 เกษตรกรที่มีความต้องการในระดับน้อย 2 ประเด็น คือ 1) ไปพบเจ้าหน้าที่ส่งเสริม ระดับค่าเฉลี่ย 1.59±0.52 2) การใช้จดหมายติดต่อส่วนตัว ค่าเฉลี่ย 1.21±0.45 ทั้งนี้เนื่องจากเกษตรกรมีกิจกรรมภายในฟาร์ม ได้แก่ การเปลี่ยนถ่ายน้ำ ให้อาหาร ทำให้ไม่มีเวลาเข้าไปติดต่อเจ้าหน้าที่เพื่อขอคำปรึกษาหรือคำแนะนำต่าง ๆ จึงอยากให้เจ้าหน้าที่ส่งเสริมมาเยี่ยมเดือนละประมาณ 1 ครั้ง หากต้องการติดต่อสามารถติดต่อประสานงานกับเกษตรกรผู้นำ

2) การส่งเสริมแบบกลุ่ม มี 3 รูปแบบ ในภาพรวมเกษตรกรมีความต้องการในระดับปานกลาง ค่าเฉลี่ย 1.87±0.64 เกษตรกรมีความต้องการในระดับปานกลาง จำนวน 2 รูปแบบ คือ 1) การฝึกอบรม ค่าเฉลี่ย 2.06±0.78 2) ดูงาน 1 ครั้งต่อปี ค่าเฉลี่ย 2.01±0.56 ความต้องการในระดับน้อย จำนวน 1 รูปแบบ คือ การบรรยาย ระดับค่าเฉลี่ย

1.45±0.63 จากการศึกษาพบว่า เกษตรกรส่วนมากไม่ค่อยมีเวลาในการฝึกอบรม และหากจะมีการฝึกอบรมควรอบรมระยะเวลาสั้น และไม่กระทบต่อการทำงานในฟาร์มปลากัด

3) การส่งเสริมแบบมวลชน มี 6 รูปแบบ ในภาพรวมเกษตรกรมีความต้องการในระดับปานกลาง ค่าเฉลี่ย 2.05±0.62 เกษตรกรมีความต้องการในระดับมาก จำนวน 2 รูปแบบ คือ 1) ได้รับเอกสารสิ่งพิมพ์ ค่าเฉลี่ย 2.45±0.63 2) วิดีทัศน์ ระดับค่าเฉลี่ย 2.67±0.76 ความต้องการในระดับปานกลาง 3 รูปแบบ คือ 1) โทรทัศน์ ระดับค่าเฉลี่ย 2.05±0.86 2) การประกวดปลากัด ระดับค่าเฉลี่ย 2.05±0.52 3) วิทยู ระดับค่าเฉลี่ย 1.69±0.72 และรูปแบบที่ความต้องการน้อยมี 2 รูปแบบ คือ 1) การชมนิทรรศการ ระดับค่าเฉลี่ย 1.38±0.68 จากการศึกษาพบว่า เกษตรกรส่วนมากไม่ค่อยมีเวลาในการชมนิทรรศการต่าง ๆ หากจะมีนิทรรศการควรเอาไปรวมกับการจัดอบรมต่าง ๆ และไม่กระทบต่อการทำงานในฟาร์มปลากัด

รูปแบบการส่งเสริมที่เหมาะสม คือ การไปพบเกษตรกรเป็นรายบุคคล เจ้าหน้าที่ควรไปพบปะเกษตรกรอย่างน้อยเดือนละ 1 ครั้ง หรืออาจมีการติดต่อผ่านผู้นำกลุ่มเกษตรกร เพื่อไม่รบกวนเวลาในการทำงานของเกษตรกร ตลอดจนเจ้าหน้าที่ส่งเสริมทราบปัญหาและแก้ไขปัญหาร่วมกับเกษตรกรได้ทันทั่วทั้งที่ ส่วนการส่งเสริมแบบกลุ่มอาจเป็นการอบรมเชิงปฏิบัติการในการทำอาหารมีชีวิตและ

อาหารสำเร็จรูปเพื่อลดต้นทุนในการผลิต การวินิจฉัยโรค
อย่างง่ายรวมถึงการป้องกันและรักษาโรคปลากัด จะต้องใช้
เวลาในการจัดอบรมน้อย และเป็นช่วงเวลาที่เกษตรกรว่าง
จากการทำงานภายในฟาร์ม และจัดทำคู่มือ เอกสารสิ่งพิมพ์

เอกสารเผยแพร่ต่าง ๆ และวิดีโอในเรื่องที่เกษตรกรสนใจ
และประสบปัญหา เพื่อเกษตรกรสามารถศึกษาได้เมื่อมีเวลา
ว่าง และนำมาทบทวนได้หลายครั้ง

Table 3 Fighting fish farmers needs in extension methods (n=55)

Extension method	Mean±SD	Level of needed
Individual promotion needs		
Go to the Agricultural Extension Officer	1.59±0.52	Low
Visiting the farm 1 times/month	2.61±0.56	High
Letter	1.21±0.45	Low
Phone	1.79±0.45	Moderate
Village leaders	1.69±0.39	Moderate
Leading farmers	2.57±0.64	High
Agricultural Extension Officer	1.63±0.35	Moderate
Mean±SD	1.87±0.43	Moderate
Group promotion		
Training	2.01±0.78	Moderate
Lecturing	1.45±0.63	Low
Field trip 1 times/year	2.01±0.56	Moderate
Mean±SD	1.87±0.64	Moderate
Mass promotions		
Exhibition	1.38±0.68	Low
Printed documents	2.45±0.63	High
Radio	1.69±0.72	Moderate
TV	2.05±0.86	Moderate
VDO	2.67±0.76	High
Betta competition	2.05±0.52	Moderate
Mean±SD	2.05±0.62	Moderate

2.34-3.00 = High; 1.67-2.33 = Moderate; 1.00-1.66 = Low

วิจารณ์ผลการวิจัย

จากความต้องการส่งเสริมและพัฒนาการเลี้ยงปลากัดของเกษตรกรบางม่วง จังหวัดนครสวรรค์ พบประเด็นที่น่าสนใจ คือ เกษตรกรอยากให้ภาครัฐสนับสนุน เช่น กรมประมง องค์การบริหารส่วนตำบล หรือมหาวิทยาลัย เป็นต้น ด้านความรู้ในเรื่องโรคและการป้องกันโรค รวมถึงปัจจัยในการผลิต ได้แก่ ถึงพลาสติกในการเลี้ยงลูกปลา รวมถึงอุปกรณ์อื่น ๆ ในการเพาะเลี้ยงปลากัด อาหารปลา ปุ๋ยเคมีสำหรับการผลิตคลอเรลลา เพื่อเป็นอาหารไรแดง ยาและสารเคมี เพื่อเกษตรกรมีวัสดุอุปกรณ์ในการเพาะเลี้ยงปลากัดเพียงพอ ซึ่งสอดคล้องกับ Chotphuang (2009) ที่ได้ศึกษาแนวทางการเพาะเลี้ยงปลากัดเชิงพาณิชย์ในพื้นที่ดังกล่าว จำนวนฟาร์ม 62 ฟาร์ม ส่วนผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมได้เพียง 55 ฟาร์มเท่านั้น เนื่องจากภาครัฐไม่ได้มีข้อมูลจำนวนฟาร์มของเกษตรกรที่แน่ชัด บางฟาร์มเป็นฟาร์มเล็กและเลี้ยงเพื่อพักผ่อนหย่อนใจเท่านั้น จึงไม่ได้เก็บข้อมูลฟาร์มดังกล่าว

ปัญหาที่พบบ่อยในระดับมากเช่นเดียวกัน คือ การป้องกันและรักษาโรค และด้านอาหารและการให้อาหารแนวทางในการแก้ไขปัญหาดังกล่าว คือ ควรจัดทำคู่มือและอบรมเกษตรกรในเรื่องการวิเคราะห์โรคปลาแบบง่าย การใช้ยา สารเคมี และสมุนไพรไทยในการป้องกันและรักษาโรค ส่วนด้านอาหารปลากัด ควรหาสัตว์น้ำชนิดอื่น ๆ ทดแทนไรแดง เช่น พารามีเซียม การเลือกใช้อาหารสำเร็จรูปลอยน้ำที่เหมาะสม เป็นต้น นอกจากนี้ปัญหาการป้องกันและรักษาโรค ยังสอดคล้องกับ lamratanaalert (2005) ได้กล่าวว่า ปัญหาเรื่องโรคระบาดเป็นปัญหาหลักที่สร้างความเสียหายให้แก่ผู้เพาะเลี้ยงปลากัดและผู้ส่งออกเป็นอย่างมาก ยาปฏิชีวนะมีราคาแพง ไม่คุ้มค่าในการรักษา อีกทั้งฟาร์มยังไม่มีมาตรการจัดการฟาร์มที่ดีพอ

รูปแบบการส่งเสริมในระดับสูง คือ ความต้องการส่งเสริมรายบุคคล อยากให้เจ้าหน้าที่ส่งเสริมมาเยี่ยม 1 ครั้งต่อเดือน สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Chaiya *et al.* (2015) ที่ศึกษาถึงความต้องการวิธีการส่งเสริมการเลี้ยงปลานิลของเกษตรกรผู้เลี้ยงปลานิล ในอำเภอสนทราย จังหวัดเชียงใหม่ ต้องการส่งเสริมแบบรายบุคคล และวิธีการเยี่ยมเยียนที่บ้านหรือฟาร์มมีความต้องการในระดับมากที่สุด ส่วนการจำหน่ายในระบบออนไลน์ผู้วิจัยได้สอบถามเบื้องต้นแต่ยังไม่ได้รับความสนใจ เนื่องจากผู้เพาะเลี้ยงปลากัดส่วนใหญ่เป็นผู้สูงอายุไม่สนใจในเรื่องของเทคโนโลยี จะมีเพียงครอบครัวที่มีวัยรุ่นที่จะสนใจการจำหน่ายในระบบออนไลน์

นอกจากนี้จากการศึกษางานวิจัยเรื่องนี้ทำให้ทราบว่า อาชีพการเพาะเลี้ยงปลากัดเป็นอาชีพที่น่าสนใจ และสามารถสร้างรายได้ให้เกษตรกรเป็นอย่างมาก เนื่องจากมีรายได้ค่อนข้างสูงและใช้พื้นที่น้อย เกษตรกรผลิตได้น้อยไม่เพียงพอต่อความต้องการของผู้ซื้อ นอกจากนี้สถิติการส่งออกสัตว์น้ำสวยงามน้ำจืดของ Department of Fisheries (2021) ในช่วง 2 ไตรมาสแรกของปี พ.ศ. 2564 ปลากัดยังเป็นอันดับ 1 และสามารถส่งออกได้มากกว่าเดือนละ 1.5 ล้านตัว มีมูลค่ามากกว่า 16 ล้านบาทต่อเดือน แต่ความสนใจอาชีพนี้จากคนรุ่นใหม่มีน้อย ทำให้ในอนาคตหากไม่มีผู้สืบทอดกิจการต่อ อาจจะทำให้อาชีพนี้หายไปจากชุมชนได้ในอนาคต ดังนั้น จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่หน่วยงานภาครัฐจะต้องช่วยกันส่งเสริมและพัฒนา โดยช่วยเหลือเกษตรกรที่ยังมีปัญหาในเรื่องการผลิต ทั้งในเรื่องของความรู้และปัจจัยการผลิตต่าง ๆ โดยเฉพาะเกษตรกรรุ่นใหม่ที่ยังไม่มีประสบการณ์ อาจมีการเผยแพร่องค์ความรู้จากเกษตรกรรุ่นเก่าที่ประสบผลสำเร็จในรูปแบบเอกสาร คู่มือ หรือ วิดีทัศน์ ให้เป็นที่น่าสนใจของคนรุ่นใหม่ จะทำให้มีอาชีพที่มั่นคงและสามารถสืบทอดกิจการของครอบครัวต่อไป

สรุปผลการวิจัย

การส่งเสริมและพัฒนาการเพาะเลี้ยงปลาของกลุ่มเกษตรกรผู้เพาะเลี้ยงปลากัด ตำบลบางม่วง อำเภอมือง จังหวัดนครสวรรค์ เจ้าหน้าที่ภาครัฐควรพบปะเกษตรกรอย่างน้อยเดือนละ 1 ครั้ง หรืออาจมีการติดต่อผ่านผู้นำกลุ่มเกษตรกร เพื่อให้สามารถพูดคุย ช่วยเหลือแก้ปัญหา ตลอดจนเป็นที่ปรึกษาให้แก่เกษตรกร ทั้งนี้อาจจัดเอกสารสิ่งพิมพ์ คู่มือ วิทยุทัศน์ ที่เน้นในเรื่องการป้องกันและรักษาโรคปลากัด หรืออาจเป็นรูปแบบของการส่งเสริมแบบกลุ่ม เป็นการอบรมเชิงปฏิบัติการ การผลิตอาหารสำเร็จรูปและอาหารมีชีวิตเพื่อลดต้นทุนในการผลิต การป้องกันและรักษาโรคปลากัด เป็นต้น แต่ทั้งนี้ควรจัดในช่วงที่มีเวลาว่างจากการทำงานภายในฟาร์ม ภาครัฐควรสนับสนุนปัจจัยในการผลิตต่าง ๆ เพื่อเกษตรกรจะได้มีวัสดุอุปกรณ์เพียงพอเพื่อเพาะเลี้ยงปลากัด ให้ได้ผลผลิตต่อเนื่องและเพียงพอต่อผู้บริโภคทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยนี้ได้รับเงินทุนวิจัยมุ่งเป้าเพื่อเผยแพร่ในระดับชาติและนานาชาติ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2563 จากสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ ขอขอบคุณนักศึกษาศาสาเกษตรศาสตร์ (เทคโนโลยีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ) คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ เจ้าหน้าที่ประมงจังหวัดนครสวรรค์ เจ้าหน้าที่องค์การบริหารส่วนตำบลบางม่วงและเกษตรกรผู้เพาะเลี้ยงปลากัดบางม่วงทุกท่าน ที่ช่วยเหลือและให้ข้อมูลที่ใช้ในการทำวิจัยจนสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- Chaiya, C., N. Rungkawat, P. Sakkatat and S. Fongmul. 2015. Needs for Tilapia Culture Extension Methods of Tilapia Farmers in San Sai District Chiangmai Province. pp. 141-152. *In Proceedings of the 7th Academic National and International Conference*. Bangkok: Suan Sunandha Rajabhat University. [in Thai]
- Chotphuang, B. 2009. *The Direction of Culture of Siamese Fighting Fish for Commercial Purpose in Bang Muang Subdistrict, Muang District, Nakhon Sawan Province*. Master Thesis. Nakhon Sawan Rajabhat University. 135 p. [in Thai]
- Department of Fisheries. 2016. *Report on the Import and Export of Beautiful Aquatic Animals at the Suvarnabhumi Airport Marine Inspection Fiscal Year 2016*. Samut Prakan: Fishquarantine at Suvarnabhumi, Department of Fisheries. 156 p. [in Thai]
- Department of Fisheries. 2021. *Report on the Import and Export of Beautiful Aquatic Animals at the Suvarnabhumi Airport Marine Inspection Fiscal, January-June 2021*. Samut Prakan: Fishquarantine at Suvarnabhumi, Department of Fisheries. 22 p. [in Thai]

- Iamratanaalert, L. 2005. **Development of Ornamental Fish Exports.** Special Problem. Burapha University. 93 p. [in Thai]
- Jaroensutasinee, M. and J. Jaroensutasinee. 2001. Bubble nest habitat characteristics of wild Siamese fighting fish. **J. Fish Biol.** 58: 1311-1319.
- Ketsing, W. 1995. Mean and interpretation. **Educational Research News** 18(3): 8-11. [in Thai]
- Meejui, O., S. Sukmanomon and U. Na-Nakorn. 2005. Allozyme revealed substantial genetic diversity between hatchery stocks of Siamese fighting fish, *Betta splendens*, in the province of Nakornpathom, Thailand. **Aquaculture** 250: 110-119.
- Monvises, A., B. Nuangsaeng, N. Sriwattanothai and B. Panijpan. 2009. The Siamese fighting fish: well-known generally but little-known scientifically. **ScienceAsia** 35(1): 8-16.
- Saksornchai, J. 2019. **The Siamese fighting fish is now the national aquatic animal.** [Online]. Available <https://www.khaosodenglish.com/news/2019/02/05/the-siamese-fighting-fish-is-now-the-national-aquatic-animal/> (23 October 2020).
- Sermwatanakul, A. 2018. Developing of Siamese fighting fish (*Betta splendens*) to Thai National aquatic animal. **Electronic Thai Fisheries Gazette.** 1: 160-198. [in Thai]

การยอมรับระบบการผลิตข้าวอินทรีย์ของเกษตรกรรายย่อยในจังหวัดมหาสารคาม
Small-scale Farmers' Acceptance of Organic Rice Production System
in Maha Sarakham Province

อรวรรณ ศรีโสมพันธ์* กาญจนา ทองสุข และพีระยศ แข็งขัน

Orawan Srisompun*, Kanjana Tongsook and Phirayot Khaengkhan

คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม มหาสารคาม 44150

Faculty of Technology, Mahasarakham University, Maha Sarakham, Thailand 44150

*Corresponding author: orawan.s@msu.ac.th

Abstract

Received: June 23, 2020

Revised: March 03, 2021

Accepted: May 25, 2021

This study analyzed the factors influencing the acceptance of organic rice cultivation by farmers in Maha Sarakham province and provided guidelines for the extension of organic rice production. Data were gathered via interviews, which were administered in 160 farmer households that cultivate organic (80 households) and conventional (80 households) rice in the province during the 2018/2019 crop year. Purposive and random sampling was used to recruit a sample group of farmers, and the data obtained were analyzed by a logistic regression model. The dependent variable was the acceptance of organic rice cultivation, and the independent variables were farm size, distance from farm to home, non-agricultural income, price attitude, age, education level, gender, number of household members, health attitude, membership in agricultural organizations, mobile phones applied, field trips attendance, and extension attitude. The analysis revealed that the following factors had a positive influence on the adoption of organic rice cultivation: health attitude, promotion attitude, education level, number of household members, agricultural organization membership and field trip attendance. Farmers who had a non-agricultural source of income were less likely to adopt organic approaches. To increase organic rice production, future policy recommendations included educating farmers about the use of chemicals that were dangerous to health, focusing on groups whose main source of income came from rice cultivation, and encouraging field trip activity.

Keywords: acceptance, organic agriculture, small-scale farmers, sustainable livelihood

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการยอมรับการปลูกข้าวอินทรีย์ของเกษตรกรในจังหวัดมหาสารคาม และเสนอแนะแนวทางการส่งเสริมการผลิตข้าวอินทรีย์ที่เหมาะสม โดยใช้วิธีการสัมภาษณ์และเก็บแบบสอบถาม จากเกษตรกรผู้ปลูกข้าว จังหวัดมหาสารคาม ปีการเพาะปลูก พ.ศ. 2561/2562 เป็นเกษตรกรที่ปลูกข้าวแบบอินทรีย์จำนวน 80 ครัวเรือน และข้าวทั่วไปจำนวน 80 ครัวเรือน รวมจำนวนตัวอย่าง 160 ครัวเรือน ใช้การสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจงร่วมกับการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย และวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้แบบจำลอง Logistic regression ตัวแปรตาม คือ การยอมรับการปลูกข้าวอินทรีย์ ส่วนตัวแปรอิสระ ได้แก่ ขนาดพื้นที่เพาะปลูกของเกษตรกร และระยะทางจากบ้านถึงแปลงนา รายได้นอกภาคการเกษตร ทัศนคติด้านราคา อายุ ระดับการศึกษา เพศ จำนวนสมาชิกในครัวเรือน ทัศนคติด้านสุขภาพ การเป็นสมาชิกกลุ่มองค์กรทางการเกษตร การใช้โทรศัพท์มือถือในการรับข่าวสาร การไปทัศนศึกษาดูงานนอกสถานที่ และทัศนคติด้านการส่งเสริม ผลการศึกษาพบว่า ปัจจัยที่มีอิทธิพลเชิงบวกต่อการยอมรับการปลูกข้าวอินทรีย์ ได้แก่ ทัศนคติด้านสุขภาพ ทัศนคติด้านการส่งเสริม ระดับการศึกษา จำนวนสมาชิกในครัวเรือน การเป็นสมาชิกกลุ่มองค์กรทางการเกษตร และการศึกษาดูงานนอกสถานที่ ในขณะที่เกษตรกรที่มีรายได้จากนอกภาคการเกษตรมากจะมีแนวโน้มในการยอมรับการผลิตข้าวอินทรีย์ลดลง ข้อเสนอแนะสำคัญจากผลการศึกษา คือ การกำหนดนโยบายเพื่อเพิ่มจำนวนผลผลิตข้าวอินทรีย์ ควรคำนึงถึงรูปแบบการสื่อสารกับเกษตรกร โดยเฉพาะประเด็นอันตรายของสารเคมีต่อสุขภาพ เน้นกลุ่มเป้าหมายที่มีรายได้หลักมาจากการปลูกข้าว ร่วมกับการจัดกิจกรรมศึกษาดูงานนอกสถานที่ จะช่วยให้การดำเนินนโยบายดังกล่าวบรรลุตามวัตถุประสงค์

คำสำคัญ: การยอมรับ เกษตรอินทรีย์ เกษตรกรรายย่อย การดำรงชีวิตอย่างยั่งยืน

คำนำ

ข้าวเป็นธัญพืชที่สำคัญที่สุดหนึ่งในสามชนิดของโลก โดยพื้นที่เพาะปลูกข้าวทั่วโลกมีประมาณ 158.8 ล้านไร่ (Statista, 2019) นอกจากนี้ ข้าวยังเป็นอาหารหลักของประชากรมากกว่าครึ่งหนึ่งของโลกโดยเฉพาะประชากรในประเทศที่มีรายได้ น้อยถึงปานกลาง (Ricepedia, 2019) สำหรับประเทศไทยนอกจากข้าวจะเป็นธัญพืชหลักแล้วยังเป็นพืชเศรษฐกิจอันดับ 1 ในแง่ของพื้นที่เพาะปลูกและจำนวนเกษตรกร ซึ่งไม่เพียงแต่ข้าวจะสำคัญต่อความมั่นคงทางอาหารของครัวเรือน (Chanoun, 2014) และในช่วงกว่ายี่สิบปีที่ผ่านมาประเทศไทยยังกลายเป็นประเทศผู้ส่งออกข้าวที่สำคัญและมีรายได้จากการส่งออกข้าวอย่างต่อเนื่อง (Dana, 2014) อย่างไรก็ตาม ปัญหาสำคัญของเกษตรกรผู้ปลูกข้าวของไทย คือ เป็นเกษตรกรรายย่อยมีพื้นที่เพาะปลูกขนาดเล็ก ส่งผลให้อัตราการยอมรับเทคโนโลยีสมัยใหม่ และการเข้าถึงทรัพยากรการผลิตมีจำกัด (Eber *et al.*, 2017) เกษตรกรมีผลตอบแทนจากการผลิตน้อยและรายได้ต่ำ ซึ่งปัจจุบันเกษตรกรส่วนหนึ่งปรับตัวหันมาปลูกข้าวหอมมะลิอินทรีย์เพื่อเพิ่มมูลค่า ซึ่งจากกระแสการรักสุขภาพของผู้บริโภคและความกังวลต่อปัญหาสิ่งแวดล้อม ส่งผลให้ราคาข้าวอินทรีย์เพิ่มขึ้นตอบสนองต่ออุปสงค์ของข้าวอินทรีย์ที่เพิ่มขึ้นดังกล่าว (Sangkumchaliang and Huang, 2012) ดังนั้น ข้าวอินทรีย์ให้ผลตอบแทนสูงกว่าข้าวทั่วไป และเกษตรกรมีรายได้สูงกว่าเกษตรกรทั่วไป เนื่องจากสามารถขายผลผลิตได้ในราคาสูงกว่าในขณะที่มีต้นทุนการผลิตต่ำกว่า (Ketpirune, 2012; Srisompun *et al.*, 2019a) นอกจากนี้ ผลการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการยังพบว่า ข้าวอินทรีย์มีคุณภาพดีกว่าข้าวหอมมะลิทั่วไปทั้งในด้าน

คุณภาพการสีและความหอมของข้าว ดังนั้นการส่งเสริมระบบการผลิตข้าวหอมมะลิอินทรีย์น่าจะเป็นแนวทางสำคัญของการรักษาตลาดข้าวคุณภาพของไทย (Srisompun *et al.*, 2019b)

รูปแบบเกษตรอินทรีย์ยังเป็นระบบการผลิตที่มีเป้าหมายเพื่อเสริมสร้างสุขภาวะที่ดีของระบบนิเวศและสิ่งมีชีวิต มุ่งเน้นที่จะผลิตอาหารที่มีคุณภาพสูงและมีคุณค่าทางโภชนาการ อีกทั้งยังเป็นการส่งเสริมการค้า โดยเฉพาะการค้าระหว่างประเทศให้มีความยั่งยืนมากขึ้น ด้วยเหตุนี้เกษตรกรอินทรีย์จึงเลือกที่จะปฏิเสธการใช้ปุ๋ยเคมี สารเคมีกำจัดศัตรูพืช เวชภัณฑ์สัตว์ และสารปรุงแต่งอาหารที่อาจมีอันตรายต่อสุขภาพ (Panyakul, 2006) ที่ผ่านมารัฐบาลไทยมีนโยบายส่งเสริมการผลิตข้าวหอมมะลิในระบบอินทรีย์อย่างต่อเนื่อง เช่น การสนับสนุนปัจจัยการผลิต เครื่องจักรกลการเกษตร และเทคโนโลยีการผลิต ส่งเสริมการรวมกลุ่มเกษตรกรอินทรีย์ การอบรมความรู้ถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตแบบอินทรีย์ สนับสนุนการขอใบรับรองอินทรีย์ของเกษตรกร (Pongsrihadulchai, 2020) อย่างไรก็ตามอัตราการยอมรับระบบการผลิตข้าวอินทรีย์ยังอยู่ในระดับต่ำกว่า 2 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่เพาะปลูกข้าวทั้งหมด (Panyakul, 2016) แตกต่างจากการเพิ่มขึ้นของพื้นที่เพาะปลูกผักอินทรีย์ สาเหตุสำคัญอาจมาจากราคาข้าวหอมมะลิอินทรีย์และข้าวหอมมะลิทั่วไปไม่แตกต่างกันมากนัก เกษตรกรมีตลาดจำกัดแม้ว่าจะปลูกข้าวอินทรีย์แต่ก็ขายให้กับโรงสีเหมือนเดิม แสดงถึงราคาที่ไม่จูงใจ (Chiengkul, 2017) นอกจากนี้อุปสรรคสำคัญของการยอมรับระบบเกษตรอินทรีย์เกี่ยวข้องกับประเด็นด้านกระบวนการผลิต ซึ่งขั้นตอนการปฏิบัติของระบบเกษตรอินทรีย์ยากกว่าระบบการผลิตทั่วไป (Lukrak and Sindecharak, 2013; Veldstra *et al.*, 2014) ในขณะที่ปัญหาเรื่องการคุกคามของโรคและแมลง ซึ่งไม่มีสารกำจัดโรคและแมลงอินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ ยังเป็นอีกปัจจัยสำคัญที่ส่งผลให้อัตราการยอมรับเกษตรอินทรีย์ลดลง (Penvern, 2014)

นอกจากที่กล่าวมาข้างต้น มีการศึกษาหลายงานวิจัยที่ระบุว่าปัจจัยสำคัญในการยอมรับการผลิตข้าวอินทรีย์ ได้แก่ ปัจจัยด้านการส่งเสริมจากรัฐบาล จำนวนแรงงานในครัวเรือน ปัจจัยด้านการศึกษา หรือปัจจัยส่วนบุคคลของเกษตรกร (Pornpratansombat *et al.*, 2011; Thapa and Rattanasuteerakul, 2011; Jierwiryapant *et al.*, 2012; Pattanapant and Shivakoti, 2013) แต่การกำหนดแบบจำลองในการวิเคราะห์การยอมรับการผลิตข้าวอินทรีย์ของไทยตามกรอบแนวคิดการดำรงชีวิตที่ยั่งยืน (Sustainable Livelihood Approach: SLA) จะครอบคลุมการตัดสินใจของครัวเรือนเกษตรกรอย่างรอบด้านมากขึ้น ซึ่ง SLA หมายถึง ความสามารถ ทรัพยากร และกิจกรรมในวิถีของการดำรงชีวิต (Ashley and Carney, 1999) โดยกรอบแนวคิด SLA เหมาะสำหรับการศึกษาในครั้งนี้ เนื่องจากการผลิตข้าวเป็นองค์ประกอบสำคัญของการดำรงชีวิตในชนบทของประเทศไทย ครัวเรือนจะเลือกกลยุทธ์ในการดำรงชีวิตตามระดับของการเข้าถึงแหล่งทุนหรือทรัพยากรที่มีอยู่เพื่อปรับปรุงคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น (Eber *et al.*, 2017) โดยสำหรับจังหวัดมหาสารคาม มีเกษตรกรที่ปลูกข้าวประมาณ 141,841 ครัวเรือน (Department of Agricultural Extension, 2016) เป็นเกษตรกรที่ปลูกข้าวหอมมะลิอินทรีย์จำนวน 338 ราย หรือคิดเป็นสัดส่วนประมาณ 0.23% ของจำนวนเกษตรกรที่ปลูกข้าวในจังหวัด ซึ่งแม้ว่าจังหวัดมหาสารคามจะเป็นแหล่งผลิตข้าวหอมมะลิที่สำคัญและประชากรส่วนใหญ่เป็นเกษตรกรผู้ปลูกข้าว แต่สัดส่วนของจำนวนเกษตรกรที่ปลูกข้าวอินทรีย์ยังมีน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มเกษตรกรที่ปลูกข้าวทั่วไป ดังนั้นการศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการยอมรับระบบการผลิตข้าวหอมมะลิอินทรีย์ของเกษตรกรในจังหวัดมหาสารคาม เพื่อเสนอแนะแนวทางในการส่งเสริมการผลิตข้าวหอมมะลิอินทรีย์ในจังหวัดมหาสารคามและในพื้นที่อื่น ๆ ต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรและการสุ่มตัวอย่าง

ประชากรในการศึกษาครั้งนี้แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ 1) เกษตรกรผู้ปลูกข้าวหอมมะลิอินทรีย์ ในจังหวัดมหาสารคาม จำนวน 338 ครัวเรือน และ 2) เกษตรกรผู้ปลูกข้าวหอมมะลิทั่วไปในจังหวัดมหาสารคาม จำนวน 141,692 ครัวเรือน การกำหนดขนาดตัวอย่างใช้วิธีการกำหนดขนาดตัวอย่างตามสัดส่วนประชากร โดยกำหนดค่าความคลาดเคลื่อนของกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 10% (Janjarean, 2011) จะได้ขนาดตัวอย่างผู้ปลูกข้าวอินทรีย์ จำนวน 78 ราย สำหรับเกษตรกรที่ปลูกข้าวทั่วไปจะสุ่มตัวอย่างจำนวนเท่ากับกลุ่มเกษตรกรที่ปลูกข้าวอินทรีย์ และปรับจำนวนตัวอย่างเกษตรกรในแต่ละอำเภอให้เท่ากัน ดังนั้นกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาทั้งหมดจำนวน 160 ครัวเรือน เป็นเกษตรกรที่ปลูกข้าวหอมมะลิอินทรีย์และข้าวหอมมะลิทั่วไป จำนวนกลุ่มละ 80 ครัวเรือน

สำหรับวิธีการสุ่มตัวอย่าง ใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน (Multi-stage sampling) ร่วมกับการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย โดยเลือกอำเภอที่มีหมู่บ้านอย่างน้อย 1 หมู่บ้าน มีจำนวนเกษตรกรที่ปลูกข้าวอินทรีย์มากกว่า 20 ราย จำนวน 5 อำเภอ ได้อำเภอตัวอย่าง 5 อำเภอ ได้แก่ นาหว้า พยัคฆภูมิพิสัย เขียงยืน เมืองมหาสารคาม และโกสุมพิสัย หลังจากนั้นเลือกพื้นที่ศึกษาระดับตำบล และระดับหมู่บ้านโดยใช้หลักการเดียวกัน หากมีตำบลหรือหมู่บ้านที่มีคุณลักษณะตรงกับหลักเกณฑ์ที่กำหนด จะใช้วิธีการสุ่มพื้นที่ศึกษาโดยใช้วิธีการจับสลาก สำหรับการสุ่มตัวอย่างเกษตรกรผู้ปลูกข้าวอินทรีย์จะสุ่มจากรายชื่อเกษตรกรที่ขึ้นทะเบียนการปลูกข้าวอินทรีย์ของกรมวิชาการ ส่วนเกษตรกรผู้ปลูกข้าวทั่วไปใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย โดยเกษตรกรตัวอย่างต้องเต็มใจให้ข้อมูลและสามารถให้ข้อมูลเกี่ยวกับการตัดสินใจของครัวเรือน และการใช้ปัจจัยการผลิตในการปลูกข้าวได้ เกษตรกรที่ไม่สามารถให้ข้อมูลได้ครบถ้วนจะถูกตัดออก

เครื่องมือวิจัย

เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบสอบถาม แบ่งออกเป็น 6 ตอน ได้แก่ 1) สถานะภาพทั่วไปของครัวเรือน 2) รายได้และแหล่งที่มาของรายได้ครัวเรือน 3) แหล่งความรู้และการเป็นสมาชิกกลุ่มองค์กรทางการเกษตร 4) ลักษณะทางกายภาพของฟาร์ม 5) ทักษะคิดต่อระบบการผลิตแบบอินทรีย์ ได้แก่ ทักษะคิดด้านราคา ทักษะคิดด้านสุขภาพ และทักษะคิดด้านการส่งเสริม และ 6) ปัญหาและอุปสรรคในการปลูกข้าว

แบบจำลองและตัวแปร

การกำหนดตัวแปรอิสระที่มีผลต่อการยอมรับรูปแบบการปลูกข้าวอินทรีย์ของเกษตรกรในจังหวัดมหาสารคามครั้งนี้ ใช้แนวทางการดำรงชีวิตที่ยั่งยืน (SLA) ซึ่งพัฒนามาจากแนวคิดเกี่ยวกับวิธีการที่คนจนและกลุ่มเปราะบางใช้ในการดำรงชีวิต (Serrat, 2017) ซึ่งกรอบการดำรงชีวิตนี้ประกอบด้วยองค์ประกอบที่เชื่อมโยงกัน 3 องค์ประกอบ ได้แก่ รูปแบบการดำรงชีวิต กลยุทธ์การดำรงชีวิต และผลลัพธ์การดำรงชีวิต โดยรูปแบบการดำรงชีวิต ประกอบด้วยทุนธรรมชาติ ทุนทางกายภาพ ทุนมนุษย์ ทุนทางการเงิน และทุนทางสังคม (Eber *et al.*, 2017) ดังนั้น ตัวแปรอิสระที่ใช้ในการศึกษาแบ่งเป็น 4 กลุ่ม ตามรูปแบบการดำรงชีวิต ตามแนวคิด SLA ได้แก่ 1) ปัจจัยด้านด้านทุนทางธรรมชาติ ได้แก่ ขนาดพื้นที่เพาะปลูกของเกษตรกร และระยะทางจากบ้านถึงแปลงนา 2) ปัจจัยด้านทุนทางการเงิน ได้แก่ รายได้นอกภาคการเกษตร และทักษะคิดด้านราคา 3) ปัจจัยด้านทุนมนุษย์ ได้แก่ อายุ ระดับการศึกษา เพศ จำนวนสมาชิกในครัวเรือน และทักษะคิดด้านสุขภาพ และ 4) ปัจจัยด้านทุนทางสังคม ได้แก่ การเป็นสมาชิกกลุ่มองค์กรทางการเกษตร การใช้โทรศัพท์มือถือในการรับข่าวสาร การไปทัศนศึกษาดูงานนอกสถานที่ และทักษะคิดด้านการส่งเสริม (Sujaritturakarn and Tanapanyaratchawong, 2010; Leklang *et al.*, 2011; Eber *et al.*, 2017; Rittinon and Uruyos, 2017; Siriwiriyasomboon *et al.*, 2016; Xiong *et al.*,

2016; Sierra *et al.*, 2008) ส่วนตัวแปรตามคือการยอมรับการปลูกข้าวแบบอินทรีย์ มีค่าเท่ากับ 1 และ 0 โดย 1 แทนเกษตรกรที่ปลูกข้าวแบบอินทรีย์ และ 0 แทนเกษตรกรที่ปลูกข้าวทั่วไป (Table 1)

Table 1 Variables, definition and description

Variables	Variable definition/description/unit
Dependent variable	
Acceptance of organic rice production	Acceptance of organic rice production; 1 if the farmer adoption organic rice production, 0 otherwise
Independent variables	
1) Natural capital factors	
Rice farm size	Rice farm size (rai)
Distance to farm	Average distant from rice field to home (km)
2) Financial capital factors	
Price attitude	Average score of price attitude (5 level of Likert scale)
Non-agricultural income	Non-agricultural income of farm household (TH Baht/year)
3) Human capital factors	
Age	Age of farmers (year)
Education	Farmers' education level (year)
Gender	Dummy of gender (0 = male, 1 = female)
Number of household member	Amount of household member (person)
Health attitude	Average score of health attitude (5 level of Likert scale)
4) Social capital factors	
Member of a farmer group	Dummy of famer member group; 1 if the farmer was the member of farmer group, 0 otherwise
Mobile phone adoption	Dummy of mobile phone applied; 1 if the farmer has mobile phone, 0 otherwise
Field trip	Dummy of field trip; 1 if the farmer attends the field trip, 0 otherwise
Extension attitude	Average score of extension attitude (5 level of Likert scale)

สำหรับการวิเคราะห์อิทธิพลของตัวแปรอิสระต่อการยอมรับการปลูกข้าวอินทรีย์ของเกษตรกรตัวอย่างใช้แบบจำลอง Binary logistic regression ซึ่งเป็นการวิเคราะห์การถดถอยในกรณีที่ตัวแปรตามมีความไม่ต่อเนื่อง (Chaowagul *et al.*, 2016) และประมาณค่าแบบจำลองโดยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ STATA เวอร์ชัน 15

ผลการวิจัยและวิจารณ์

ผลการประมาณค่าสัมประสิทธิ์และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการยอมรับการปลูกข้าวอินทรีย์ของเกษตรกร ดัง Table 2 พบว่าค่า Pseudo R^2 เท่ากับ 0.3803 และ ค่า Prob χ^2 แสดงให้เห็นว่าแบบจำลองนี้สามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตามได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% โดยพบว่าปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการยอมรับการปลูกข้าวอินทรีย์ของเกษตรกรในพื้นที่ศึกษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติมี 7 ตัวแปร ได้แก่ รายได้นอกภาคการเกษตร ระดับการศึกษา จำนวนสมาชิกในครัวเรือน ทักษะด้านสุขภาพ การเป็นสมาชิกกลุ่มองค์กรทางการเกษตร การไปทัศนศึกษาดูงานนอกสถานที่ และทัศนคติด้านการส่งเสริม ส่วนปัจจัยที่ไม่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจยอมรับรูปแบบการผลิตข้าวแบบอินทรีย์ของเกษตรกรในจังหวัดมหาสารคามมี 6 ตัวแปร ได้แก่ ขนาดพื้นที่เพาะปลูกของเกษตรกร ระยะทางจากบ้านถึงแปลงนา ทักษะด้านราคา อายุ เพศ และการใช้โทรศัพท์มือถือในการรับข่าวสาร

เมื่อพิจารณาผลการศึกษาดังกล่าวแล้วพบว่า ปัจจัยด้านทุนทางธรรมชาติทั้งสองตัวแปร ไม่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจยอมรับระบบการผลิตข้าวแบบอินทรีย์ของเกษตรกรในจังหวัดมหาสารคามอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งโดยทั่วไปแล้วขนาดพื้นที่เพาะปลูกจะมีอิทธิพลทางลบต่อการยอมรับการปลูกข้าวแบบอินทรีย์ เพราะฟาร์มขนาดเล็กสามารถจัดการได้ง่ายกว่า ต้องการเงินทุนน้อยกว่า และมีความต้องการใช้แรงงานน้อยกว่าฟาร์มขนาดใหญ่ (Suwanmaneepong *et al.*, 2020) อย่างไรก็ตามการที่ตัวแปรในกลุ่มนี้ไม่มีอิทธิพลต่อการยอมรับระบบการผลิตข้าวอินทรีย์ของเกษตรกร สะท้อนให้เห็นว่าข้อจำกัดของปัจจัยด้านทุนทางธรรมชาติไม่เป็นอุปสรรคต่อการตัดสินใจยอมรับระบบการผลิตข้าวอินทรีย์ของเกษตรกรในจังหวัดมหาสารคาม

สำหรับปัจจัยด้านทุนการเงินนั้น ตัวแปรด้านรายได้ของครัวเรือนเป็นปัจจัยสำคัญในการตัดสินใจยอมรับ เนื่องจากเกษตรกรที่มีรายได้สูงมีแนวโน้มที่จะนำเทคโนโลยีหรือยอมรับความเสี่ยงได้มากกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับผู้ที่มีรายได้น้อย (Sarker *et al.*, 2009) ยิ่งไปกว่านั้นเกษตรกรที่มีรายได้มากขึ้น จะมีเงินทุนในการจ้างแรงงานและสามารถซื้อปัจจัยการผลิตได้มากขึ้น (Ebers *et al.*, 2017) อย่างไรก็ตามผลการศึกษพบว่า รายได้นอกภาคการเกษตรมีอิทธิพลทางลบต่อการยอมรับการปลูกข้าวอินทรีย์ของเกษตรกรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 กล่าวคือ เกษตรกรที่มีรายได้นอกภาคการเกษตรเพิ่มมากขึ้นส่งผลให้ความน่าจะเป็นของการยอมรับการผลิตอินทรีย์ลดลง เนื่องจากการทำอาชีพนอกภาคเกษตรส่งผลให้เวลาที่จัดสรรสำหรับการผลิตในฟาร์มลดลง เกษตรกรที่มีกิจกรรมนอกภาคการเกษตรจึงมีเวลาสำหรับการทำฟาร์มน้อยลง (Villano and Fleming, 2006) ส่วนทัศนคติด้านราคาไม่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจของเกษตรกรในพื้นที่ เนื่องจากระดับราคาของข้าวอินทรีย์ไม่สูงและเกษตรกรมีตลาดจำกัด แม้ว่า จะปลูกข้าวอินทรีย์แต่ก็ขายให้กับโรงสี และได้รับราคาไม่แตกต่างจากข้าวทั่วไป (Chiengkul, 2017)

ปัจจัยด้านทุนมนุษย์พบว่า เป็นกลุ่มตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจยอมรับระบบการปลูกข้าวแบบอินทรีย์ของเกษตรกรในพื้นที่ศึกษาเช่นกัน โดยตัวแปรระดับการศึกษา จำนวนสมาชิกในครัวเรือน และทัศนคติด้านสุขภาพ มีอิทธิพลเชิงบวกต่อการยอมรับระบบการผลิตข้าวอินทรีย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดย เกษตรกรที่มีระดับการศึกษาสูงขึ้น จะทำให้เกษตรกรยอมรับการปลูกข้าวอินทรีย์เพิ่มมากขึ้น เนื่องจากการศึกษาสะท้อนถึงความสามารถในการเรียนรู้นวัตกรรมใหม่ที่เกิดขึ้น ทำให้เกษตรกรสังเกต ติดตาม และประเมินผล จนนำนวัตกรรมมาใช้ในการทำการเกษตรของตนเอง (Rittinon and Uryos, 2017; Siriwiriyasomboon *et al.*, 2016)

ในขณะที่ตัวแปรจำนวนสมาชิกในครัวเรือนของเกษตรกรมีผลในเชิงบวก เช่นเดียวกับกับระดับการศึกษา เนื่องจากการผลิตอินทรีย์ไม่มีการใช้สารเคมีในแปลงปลูกได้ จึงจำเป็นต้องมีแรงงานในการดูแลรักษา และกำจัดวัชพืชในแปลง ซึ่งสอดคล้องกับ Rittinon and Uruyos (2017) ระบุว่าในการทำเกษตรอินทรีย์ไม่สามารถใช้สารเคมีดูแลพืชผลได้ ดังนั้นการทำเกษตรอินทรีย์จึงมีความต้องการในการใช้แรงงานเป็นจำนวนมากในการดูแล การกำจัดวัชพืชและศัตรูพืช สำหรับทัศนคติด้านสุขภาพ ซึ่งมีอิทธิพลในทางบวกต่อการยอมรับการปลูกข้าวอินทรีย์ของ

เกษตรกรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 ซึ่งเกษตรกรส่วนใหญ่คำนึงถึงผลกระทบของการใช้สารเคมีทางการเกษตรในปัจจุบันที่ส่งผลกระทบต่อทั้งผู้ผลิตและผู้บริโภค สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Jiumpanyarach (2017) ที่พบว่าสาเหตุหลักที่ทำให้เกษตรกรผู้ปลูกผักทั่วไปหันมาปลูกในระบบเกษตรอินทรีย์เนื่องจากคำนึงถึงประเด็นด้านสุขภาพของผู้ผลิตและผู้บริโภคเป็นหลัก และผู้ผลิตตระหนักถึงอันตรายจากสารเคมีที่ส่งผลเสียแก่ร่างกาย

Table 2 Factor affecting to organic rice adoption of sample household in Maha Sarakham province

Variable	Coefficient	SD	P>z
Natural capital factors			
Rice farm size	-0.011776 ^{ns}	0.0204289	0.564
Distance to farm	-0.015366 ^{ns}	0.028742	0.593
Financial capital factors			
Price attitude	0.0466268 ^{ns}	0.5365998	0.931
Non-agricultural income	-0.00000254 ^{**}	0.00000102	0.012
Human capital factors			
Age	0.0310767 ^{ns}	0.0300229	0.301
Education	1.22766 ^{***}	0.352556	0.000
Gender	-0.692281 ^{ns}	0.4534316	0.127
Number of household member	0.3853922 ^{**}	0.1607965	0.017
Health attitude	3.259685 ^{***}	0.8060064	0.000
Social capital factors			
Member of a farmer group	3.206628 ^{**}	1.54451	0.038
Mobile phone adoption	1.944342 ^{ns}	1.887717	0.303
Field trip	1.383098 ^{**}	0.4791725	0.004
Extension attitude	1.533475 ^{**}	0.662771	0.021
Prob χ^2	0.0000 ^{***}		
Pseudo R ²	0.3803		

*, **, *** indicate statistical significance at the 90, 95, and 99% levels, respectively; ^{ns} indicated non-significant difference

ปัจจัยด้านสังคม ผลการประมาณค่าตัวแปรในกลุ่มนี้ พบว่า ทักษะด้านการส่งเสริมมีอิทธิพลเชิงบวกต่อการยอมรับการปลูกข้าวอินทรีย์ของเกษตรกรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เนื่องจากการได้รับการส่งเสริมจากภาครัฐทำให้เกษตรกรสนใจที่จะหันมาปลูกข้าวอินทรีย์เพิ่มมากขึ้น เพราะการผลักดันทางนโยบายอินทรีย์และเงินอุดหนุนโดยตรงจากรัฐบาลเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจต่อการปรับเปลี่ยนมาปลูกอินทรีย์ (Veldstra *et al.*, 2014) นอกจากนี้การเป็นสมาชิกกลุ่มองค์กรทางการเกษตรและการไปทัศนศึกษาดูงานนอกสถานที่ มีอิทธิพลในเชิงบวกต่อการตัดสินใจยอมรับการปลูกข้าวอินทรีย์ของเกษตรกรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เนื่องจากเกษตรกรที่เป็นกลุ่มสมาชิกกับองค์กรทางการเกษตร ได้แลกเปลี่ยนความรู้เกี่ยวกับการปลูกข้าวกับเกษตรกรรายอื่นในกลุ่มที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับการทำเกษตรของตนเอง สอดคล้องกับ Siriwiriyasomboon *et al.* (2016) ที่พบว่า การเป็นสมาชิกกับกลุ่มองค์กรทางการเกษตรเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการยอมรับการปลูกข้าวอินทรีย์ของเกษตรกร เพราะสมาชิกมีโอกาสได้รับการอบรมและถ่ายทอดเทคโนโลยีใหม่ ๆ มากกว่าเกษตรกรรายอื่น และยังมีโอกาสได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเกษตรกรคนอื่นมากกว่า นอกจากนี้การไปทัศนศึกษาดูงานนอกสถานที่มีผลในทางบวกต่อการยอมรับการปลูกข้าวอินทรีย์ของเกษตรกรเช่นกัน เนื่องจากเกษตรกรที่ได้ไปทัศนศึกษาดูงานจะมีโอกาสได้เรียนรู้และได้รับความรู้มากกว่าเกษตรกรรายอื่น และสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปปรับใช้ในการทำเกษตรอินทรีย์ของตนเองได้เช่นกัน

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการยอมรับการปลูกข้าวอินทรีย์ของเกษตรกรในพื้นที่ศึกษาอย่างมีนัยสำคัญทาง

สถิติ ได้แก่ รายได้นอกภาคการเกษตร ระดับการศึกษา จำนวนสมาชิกในครัวเรือน ทักษะด้านสุขภาพ การเป็นสมาชิกกลุ่มองค์กรทางการเกษตร การไปทัศนศึกษาดูงานนอกสถานที่ และทัศนคติด้านการส่งเสริม โดยผลการศึกษาที่สำคัญ มีดังนี้

1) ปัจจัยด้านทุนธรรมชาติ ทั้งขนาดพื้นที่เพาะปลูกของเกษตรกร และระยะทางจากบ้านถึงแปลงนา ไม่มีอิทธิพลต่อการยอมรับระบบการผลิตข้าวแบบอินทรีย์ของเกษตรกรในพื้นที่ศึกษา

2) ปัจจัยด้านทุนทางการเงิน พบว่าเกษตรกรที่มีรายได้นอกภาคการเกษตรมากขึ้นมีความน่าจะเป็นของการยอมรับการผลิตข้าวอินทรีย์ลดลง เพราะการประกอบอาชีพนอกภาคเกษตรอาจจะส่งผลให้เวลาที่จัดสรรสำหรับการผลิตในฟาร์มลดลง ส่วนทัศนคติด้านราคาไม่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจของเกษตรกร เพราะราคาข้าวอินทรีย์ที่เกษตรกรขายได้ไม่แตกต่างจากราคาข้าวทั่วไป

3) ปัจจัยด้านทุนมนุษย์ ได้แก่ ระดับการศึกษา จำนวนแรงงาน และทัศนคติด้านสุขภาพเป็นตัวแปรที่สำคัญที่สุดในการตัดสินใจยอมรับระบบการผลิตข้าวอินทรีย์ของเกษตรกรในพื้นที่ ซึ่งเกษตรกรที่มีระดับการศึกษาที่สูงขึ้น และมีแรงงานครัวเรือนมากขึ้นมีความน่าจะเป็นในการยอมรับการผลิตข้าวอินทรีย์มากกว่า เพราะการผลิตข้าวอินทรีย์จำเป็นต้องมีแรงงานในการดูแลรักษา นอกจากนี้ปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อการยอมรับของเกษตรกร คือ ประเด็นด้านสุขภาพ ซึ่งเกษตรกรผู้ปลูกข้าวตระหนักถึงอันตรายจากสารเคมีที่ส่งผลเสียแก่ร่างกาย

4) ปัจจัยด้านสังคม พบว่าการใช้โทรศัพท์มือถือไม่มีผลต่อการยอมรับการปลูกข้าวอินทรีย์ของเกษตรกร แต่ตัวแปรอื่น ๆ ทั้ง 3 ตัวแปร ได้แก่ ทักษะด้านการส่งเสริม การเป็นสมาชิกกลุ่มองค์กรทางการเกษตร และการไปทัศนศึกษาดูงานนอกสถานที่มีอิทธิพลในทางบวกต่อการตัดสินใจยอมรับการปลูกข้าวอินทรีย์ของเกษตรกรในพื้นที่

จากผลการศึกษาที่มีข้อเสนอแนะที่สำคัญ 3 ประเด็น ได้แก่

1) ควรให้ความรู้ เกี่ยวกับผลกระทบจากการใช้สารเคมีแก่เกษตรกรผู้ปลูกข้าวทั่วไป เนื่องจากผลการศึกษาพบว่าทัศนคติต่อสุขภาพเป็นประเด็นสำคัญที่สุดต่อการยอมรับระบบเกษตรแบบอินทรีย์ของเกษตรกร

2) ภาครัฐควรให้การสนับสนุนในเชิงการจัดตั้งกลุ่มองค์กรทางการเกษตรและการไปทัศนศึกษาดูงานนอกสถานที่ ซึ่งเป็นกลไกสำคัญที่สามารถเพิ่มจำนวนเกษตรกรผู้ปลูกข้าวอินทรีย์ตามนโยบายของจังหวัด เนื่องจากผลการศึกษาดูงานส่งผลให้เกษตรกรมีการยอมรับการปลูกข้าวอินทรีย์มากขึ้น

3) การส่งเสริมการผลิตข้าวอินทรีย์ของกรมส่งเสริมการเกษตร ควรเน้นกลุ่มเกษตรกรซึ่งปลูกข้าวเป็นอาชีพหลัก และมีรายได้หลักมาจากภาคการเกษตร เนื่องจากผลการศึกษาได้บอกภาคการเกษตรส่งผลให้ความน่าจะเป็นของการยอมรับระบบการผลิตข้าวอินทรีย์ลดลง โดยการจัดเวทีชุมชนหรือประชาคมของหมู่บ้านจะเป็นกลไกสนับสนุนการคัดเลือกเกษตรกรเป้าหมายในการส่งเสริมที่มีประสิทธิภาพสอดคล้องกับลักษณะของครัวเรือนที่เหมาะสม

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ เกษตรกรผู้ผลิตข้าวในจังหวัดมหาสารคาม ที่สละเวลาอันมีค่าเพื่อให้ข้อมูลกับคณะวิจัย ทำให้ได้องค์ความรู้ที่เป็นประโยชน์ต่อการวิจัยและการพัฒนานโยบาย เพื่อส่งเสริมการผลิตข้าวอินทรีย์ในอนาคต รวมทั้งนิสิตภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ที่ช่วยในกระบวนการจัดเก็บข้อมูลภาคสนามอย่างตั้งใจจนบรรลุตามวัตถุประสงค์

เอกสารอ้างอิง

- Ashley, C. and D. Carney. 1999. **Sustainable Livelihoods: Lessons from Early Experience**. London: DFID. 64 p.
- Chanoun, N. 2014. **Thailand Food Security**. [Online]. Available http://library.senate.go.th/document/Ext7091/7091777_0002.PDF (16 January 2020).
- Chaowagul, M., S. Rungsipathra, O. Sirisompun, and C. Choesawan. 2016. **The Adaptation to Drought of Rice Farmers in Irrigated Areas with Evaluation on Integrated Mitigation Project to Farmers Affected by Drought Project**. Bangkok: Thailand Research Fund. 306 p. [in Thai]
- Chiengkul, P. 2017. **The Political Economy of the Agri-Food System in Thailand—Hegemony, Counter-Hegemony, and Co-Optation of Oppositions**. Routledge: Oxford Press. 216 p.
- Dana, L.P. 2014. **Asian Models of Entrepreneurship: from the Indian Union and Nepal to the Japanese Archipelago: Context, Policy and Practice**. Second Edition. Singapore: World Scientific. 424 p.
- Department of Agricultural Extension. 2016. **Farmer map: Maha Sarakham**. [Online]. Available <https://ssnet.doae.go.th/wpcontent/uploads/2016/05/mahasarakham-24-05-59.pdf> (19 January 2021). [in Thai]

- Ebers, A., T.T. Nguyen and U. Grotz. 2017. Production efficiency of rice farms in Thailand and Cambodia: a comparative analysis of Ubon Ratchathani and Stung Treng provinces. **Paddy Water and Environment** 15: 79-92.
- Janjarean, K. 2011. **Identifying Population and Sampling**. [Online]. Available https://www.ict.up.ac.th/surinthips/ResearchMethodology_2554/.PDF (19 January 2021). [in Thai]
- Jierwiriapant, P., O. Liangphansakul, W. Chulaphun and T. Pichaya-Satrapongs. 2012. Factors affecting organic rice production adoption of farmers in Northern Thailand. **Chiang Mai University Journal of Natural Sciences** 11(1): 327-333.
- Jiumpanyarach, W. 2017. Sustainable impacts on organic farmers in Thailand: lessons from small-scale farmers. **Journal of Social Sciences Srinakharinwirot University** 20: 199-215. [in Thai]
- Ketpirune, O. 2012. Persuasion in planting organic rice with research. **Journal of Community Development Research** 5(1): 113-124. [in Thai]
- Leklang, S., P. Mankeb and T. Limunggura. 2011. Factors Affecting the Decision Making on Organic Rice Production of Farmers in Surin Province. 157 p. *In Proceedings of 49th Kasetsart University Annual Conference: Agricultural Extension and Home Economics*. Bangkok: Kasetsart University. [in Thai]
- Lukrak, N. and D.A.T. Sindecharak. 2013. Problems and barriers in changing to organic vegetable production of ratchaburi farmers who qualified in the organic farming development project. **Thai Journal of Science and Technology** 2(2): 125-133.
- Panyakul, V. 2006. **Organic Rice and Sustainable Trade Economy**. Bangkok: Thailand Research Fund. 114 p. [in Thai]
- _____. 2016. **Overview of the organic situation of Thailand in 2016**. [Online]. Available <http://www.greennet.or.th/article/411/> (16 January 2020).
- Pattanapant, A. and G.P. Shivakoti. 2013. Opportunities and constraints of organic agriculture in Chiang Mai province, Thailand. **Asia-Pacific Development Journal** 5(1): 115-147.
- Penvern, S. 2014. Agroecological Crop Protection in Organic Farming: Relevance and Limits. pp. 101-130. *In* Bellon S., and S. Penvern (eds.). **Organic Farming, Prototype for Sustainable Agricultures**. Heidelberg: Springer.
- Pongsrihadulchai, A. 2020. **PGR: roadmap to promote organic agriculture for smallholder in Thailand**. [Online]. Available <https://ap.fftc.org.tw/article/1869> (16 March 2021).
- Pornpratansombat, P., B. Bauer and H. Boland. 2011. The adoption of organic rice farming in Northeast Thailand. **Journal of Organic Systems** 36(3): 4-25.

- Ricepedia. 2019. **The global staple**. [Online]. Available <http://ricepedia.org/rice-as-food/the-global-staple-rice-consumers> (15 January 2020).
- Rittinon, C. and M. Uruyos. 2017. Effect of leadership on organic farming adoption decision. **Applied Economics Journal** 24(1): 37-23. [in Thai]
- Sangkumchaliang, P. and W.C. Huang. 2012. Consumers' perceptions and attitudes of organic food products in Northern Thailand. **International Food and Agribusiness Management Review** 15(1): 87-102.
- Sarker, M.A., Y. Itohara and M. Hoque. 2009. Determinants of adoption decisions: The case of organic farming (OF) in Bangladesh. **Extension Farming Systems Journal** 5(2): 39-46.
- Serrat, O. 2017. **The sustainable livelihood approach**. [Online]. Available http://doi.org/10.1007/978-981-10-0983-9_5 (30 January 2020).
- Sierra, L., K. Klonsky, R. Storchlic, S. Brodt and R. Molinar. 2008. **Factors Associated with Deregistration among Organic Farmers in California**. California: Institute for Rural Studies, Department of Agricultural and Resource Economics, UC Davis University of California Cooperative Extension. 24 p.
- Siriwiriyasomboon, N., T. Mekhora and S. Limunggura. 2016. Alternative: factor affecting farmers' adoption of safety vegetable in Bangyai district, Nonthaburi province. **King Mongkut's Agricultural Journal** 30(2): 59-67. [in Thai]
- Srisompun, O., S. Simla and S. Boontang. 2019a. Production efficiency and household income of conventional and organic jasmine rice farmer with different farm size. **Khon Kaen Agriculture Journal** 47(Suppl.1): 857-862.
- _____. 2019b. Storage decision of Jasmine rice farmer in Thailand. **Journal of the International Society for Southeast Asian Agricultural Sciences** 25(1): 80-91.
- Statista. 2019. **World rice acreage from 2008/2009 to 2016/2017 (in million hectares)**. [Online]. Available <https://www.statista.com/statistics/271969/world-rice-acreage-since-2008/> (15 January 2020).
- Sujaritturakarn, W. and J. Tanapanyaratchawong. 2010. Factors influencing the adoption of production techniques and applications of organic fertilizer for farmers in Hatyai district, Songkhla province. **Suranaree Journal of Social Science** 4(1): 29-44. [in Thai]

- Suwanmaneepong, S., C. Kerdsriserm, K. Iyapunya and U. Wongtragoon. 2020. Farmers' adoption of organic rice production in Chachoengsao province, Thailand. **Journal of Agricultural Extension** 24(4): 71-79.
- Thapa, G. and K. Rattanasuteerakul. 2011. Adoption and extent of organic vegetable farming in Mahasarakham province, Thailand. **Applied Geography** 31(1): 201-209.
- Veldstra, M., A. Corinne and M. Maria. 2014. To certify or not to certify? Separating the organic production and certification decisions. **Food Policy** 49: 429-426.
- Villano, R. and E. Fleming. 2006. Technical inefficiency and production risk in rice farming: evidence from Central Luzon Philippines. **Asian Economics Journal** 20(1): 29-46.
- Xiong Y., X. Li and P. He. 2016. Farmers' adoption of pollution-free vegetable farming in China: economic, informational, or moral motivation? **Cogent Food & Agriculture** 2(1): 1-16.

การวิเคราะห์ห่วงโซ่อุปทานของเงาะโรงเรียนนาสาร จังหวัดสุราษฎร์ธานี:

กรณีศึกษาสหกรณ์การเกษตรบ้านนาสาร จำกัด

The Supply Chain Analysis of Rong-Rean Nasan Rambutan in Surat Thani Province: The Case Study of Ban Nasan Agricultural Cooperative Limited

ชมพูนุท ต้วงจันทร์^{1*} สุทธิจิตต์ เชิงทอง¹ สิริภัทร์ โชติช่วง¹ และสุชาติ เชิงทอง²

Chompunoot Duangjan¹, Suthijit Choengthong¹, Siripat Chodchuang¹ and Suchart Choengthong²

¹คณะศิลปศาสตร์และวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี 84000

²โครงการจัดตั้งคณะนวัตกรรมการเกษตรและประมง มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี 84000

¹Faculty of Liberal Arts and Management Sciences, Prince of Songkla University, Surat Thani Campus, Thailand 84000

²Faculty of Innovative Agriculture and Fisheries (Establishment Project), Prince of Songkla University
Surat Thani Campus, Thailand 84000

*Corresponding author: chompunoot.d@psu.ac.th

Received: February 05, 2021

Revised: July 27, 2021

Accepted: January 28, 2022

Abstract

The SCOR Model was employed for this research to analyze the supply chain of Rong-Rean Nasan rambutan under the Ban Nasan Agricultural Cooperative Limited. The value-added creation was additionally recommended for GAP-certified rambutans. The qualitative research was conducted and the data collection was through an in-depth interview method being derived from the semi-structured interview. The key informants included eight cooperative members who were its chairperson, committees and members. Non-participants' observation was also performed by organizing operational meetings among personnel being related to the value-added chain of GAP-certified rambutans. The findings showed that the key issue was the planning and procurement of raw materials to meet market demands. Further, the cooperative wanted to expand its market size but encountered a problem of raw material insufficiency which was most farmers did not possess enough motivation to produce GAP-certified rambutans that subsequently heightened the price. Those farmers were also unclear about the cost of producing GAP-certified rambutans as they perceived the unworthiness when compared with selling price, not to mention the limit purchasing volume. The method of value added was, therefore, recommended to increase marketing channels of online and contract farming to increase the sales volume of GAP certified rambutans.

Keywords: supply chain management, rambutan, agricultural cooperative

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ทำการวิเคราะห์ห่วงโซ่อุปทานของเงาะโรงเรียนนาสารของสหกรณ์ฯ ด้วย SCOR Model ตลอดจนเสนอแนวทางการสร้างมูลค่าเพิ่มเงาะคุณภาพ GAP ของสหกรณ์ฯ เป็นงานวิจัยเชิงคุณภาพ โดยเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยวิธีการสัมภาษณ์เชิงลึก ผ่านเครื่องมือแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง โดยกลุ่มผู้ให้ข้อมูลหลัก คือ ประธานกลุ่ม คณะกรรมการกลุ่มสหกรณ์ฯ และสมาชิกสหกรณ์ฯ จำนวน 8 คน นอกจากนี้คณะผู้วิจัยใช้การสังเกตแบบไม่มีส่วนร่วมจากการจัดประชุมเชิงปฏิบัติการของกลุ่มผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับการยกระดับห่วงโซ่อุปทานของเงาะคุณภาพ GAP ผลการศึกษาพบว่า ประเด็นปัญหาหลัก คือ การวางแผนและการจัดหาผลผลิตให้ได้ตามความต้องการของตลาด อีกทั้งสหกรณ์ฯ มีความต้องการในการขยายตลาดเงาะคุณภาพ GAP แต่ก็ประสบปัญหาการขาดแคลนผลผลิต เนื่องจากเกษตรกรยังไม่เกิดแรงจูงใจในการผลิตเงาะคุณภาพ GAP เพื่อให้ได้ราคาที่สูงขึ้น ขาดความเข้าใจในเรื่องต้นทุนของการผลิตเงาะคุณภาพ GAP นั้นอาจไม่คุ้มค่างบราคาที่ได้รับ มีการรับซื้อปริมาณน้อย ดังนั้นจึงได้เสนอแนะแนวทางการเพิ่มช่องทางการตลาดออนไลน์และตลาดข้อตกลง เพื่อเพิ่มปริมาณการรับซื้อเงาะตามคุณภาพของ GAP

คำสำคัญ: การจัดการห่วงโซ่อุปทาน เงาะ
สหกรณ์การเกษตร

คำนำ

สหกรณ์การเกษตรบ้านนาสาร จำกัด เป็นสหกรณ์ฯ ทำหน้าที่รวบรวมผลผลิตไม้ผลของเกษตรกรสมาชิกเพื่อจำหน่ายเป็นเวลามากกว่า 50 ปี โดยเฉพาะเงาะ ซึ่งเป็นผลไม้ที่มีถิ่นกำเนิดและมีชื่อเสียงของอำเภอบ้านนาสาร จังหวัดสุราษฎร์ธานี สหกรณ์ฯ มีนโยบายพัฒนาการผลิตเงาะเข้าสู่ระบบการผลิตทางการเกษตร

ที่ถูกต้องและเหมาะสมภายใต้ระบบการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีที่เหมาะสม (Good Agricultural Practices: GAP) ตามมาตรฐานของกรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ และสอดคล้องกับทิศทางการพัฒนาการผลิตไม้ผลของจังหวัดสุราษฎร์ธานี ที่มุ่งจัดการคุณภาพการผลิต โดยพัฒนามาตรฐานแปลงปลูกและคุณภาพเงาะ ให้เกิดความปลอดภัยในระดับมาตรฐานสากลแก่ผู้บริโภค และช่วยสร้างมูลค่าเพิ่มสินค้าโดยมุ่งตอบสนองความต้องการของตลาดเป้าหมายถือเป็นหนึ่งในยุทธศาสตร์ด้านเกษตรที่สำคัญของจังหวัดสุราษฎร์ธานี (Surat Thani Provincial Development Strategy Committee, 2017) ประกอบกับยุทธศาสตร์การพัฒนาการเกษตรในช่วงแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560-2564) มีเป้าหมายเพื่อสร้างความเข้มแข็งให้กับเกษตรกรและสถาบันเกษตรกร ทำให้สหกรณ์ฯ มีบทบาทสำคัญในการดำเนินธุรกิจรวบรวมเงาะของสมาชิกเพื่อจำหน่าย อย่างไรก็ตามการทำธุรกิจเงาะคุณภาพ GAP ที่ผ่านมาของสหกรณ์ฯ ยังประสบปัญหาขาดตลาดรองรับที่ชัดเจน โดยเงาะคุณภาพที่ผ่านการรับรองมาตรฐาน GAP แล้ว ได้ถูกจำหน่ายในช่องทางและราคาเดียวกับเงาะทั่วไป เนื่องจากยังไม่มีการบริหารจัดการห่วงโซ่อุปทานเงาะคุณภาพ GAP ที่แยกออกจากเงาะทั่วไป ทำให้ราคาเงาะคุณภาพ GAP ที่เกษตรกรผลิตได้รับราคาขายที่ยังไม่สะท้อนคุณภาพ ทั้งนี้ข้อมูลของสำนักงานวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 7 จังหวัดสุราษฎร์ธานี ระบุว่าในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2562 มีแปลงปลูกเงาะจำนวน 1,440 ไร่ ได้รับการพัฒนาจนนำไปสู่การได้รับการรับรองมาตรฐาน GAP แล้ว โดยพื้นที่ปลูกเงาะคุณภาพ GAP ร้อยละ 98.16 อยู่ในอำเภอบ้านนาสาร (Surat Thani Provincial Agriculture and Cooperatives Office, 2020)

แนวคิดของการพัฒนาห่วงโซ่อุปทานเงาะโรงเรียนนาสารโดยการยกระดับการผลิตเงาะโรงเรียนนาสารเข้าสู่การผลิตตามมาตรฐานเงาะคุณภาพ GAP ผ่านระบบสหกรณ์ฯ เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มของเงาะจังหวัด

สุราษฎร์ธานี จึงเป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยพัฒนาการผลิตและการตลาดเงาะให้ตอบสนองนโยบายการพัฒนาการเกษตรทั้งในระดับจังหวัดและระดับประเทศ สร้างช่องทางการตลาดที่ชัดเจน เพื่อสร้างความน่าเชื่อถือให้แก่ผู้บริโภค จึงเป็นประโยชน์ทั้งในระดับชุมชน และระดับจังหวัด ซึ่งการจัดการช่องทางการกระจายเงาะคุณภาพที่ผ่านการรับรองมาตรฐาน GAP ให้แยกจากเงาะทั่วไปผ่านกลไกของกลุ่มหรือสถาบันเกษตรกร ให้เป็นช่องทางจำหน่ายสินค้าคุณภาพที่ชัดเจนด้วยระบบการค้าออนไลน์ ซึ่งเป็นช่องทางการจำหน่ายที่กำลังได้รับความนิยมจากกลุ่มผู้บริโภคมากขึ้น ตลอดจนการจำหน่ายเงาะคุณภาพ GAP เข้าสู่ตลาดที่ผู้ซื้อให้ความสำคัญกับการบริโภคสินค้าที่มีความปลอดภัยผ่านระบบตลาดซื้อตกลอง จะทำให้เกิดช่องทางการกระจายสินค้าที่แตกต่างจากการขายผ่านในระบบตลาดแบบเดิม อีกทั้งจะทำให้ผู้บริโภคเกิดการรับรู้และเกิดความเชื่อมั่นต่อคุณภาพผลผลิตเงาะคุณภาพ GAP โดยอาศัยการบริหารจัดการผ่านระบบสหกรณ์ฯ เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มและยกระดับราคาขายเงาะคุณภาพ GAP ของเงาะจังหวัดสุราษฎร์ธานีทำให้เกิดการกระจายรายได้สู่เกษตรกร สร้างแรงจูงใจให้เกษตรกรหันมาสนใจผลิตเงาะคุณภาพ GAP มากขึ้น ตลอดจนสร้างความเข้มแข็งในการทำหน้าที่ด้านการตลาดและยกระดับมูลค่าการค้าเงาะของสหกรณ์ฯ ให้เพิ่มมากขึ้น และช่วยผลักดันแผนพัฒนาจังหวัดสุราษฎร์ธานีไปสู่เป้าหมาย ดังนั้นวัตถุประสงค์งานวิจัยนี้ได้แก่ 1) วิเคราะห์ห่วงโซ่อุปทานของเงาะโรงเรียนนาสาร สหกรณ์การเกษตรบ้านนาสาร จำกัด ด้วย Supply Chain Operations Reference (SCOR) Model และ 2) เพื่อเสนอแนะแนวทางการสร้างมูลค่าเพิ่มเงาะคุณภาพ GAP ของสหกรณ์ฯ

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้กระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมผ่านการสัมภาษณ์เชิงลึก และการสังเกตแบบไม่มีส่วนร่วม โดยกลุ่มผู้ให้ข้อมูลหลัก คือ ผู้มีส่วน

เกี่ยวข้องกับการยกระดับห่วงโซ่อุปทานของเงาะคุณภาพ GAP ระยะเวลาการทํารวจช่วงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2562 – มิถุนายน พ.ศ. 2563 โดยมีรายละเอียดและขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การลงพื้นที่กลุ่มเป้าหมายสหกรณ์ฯ เพื่อทราบถึงสภาพปัญหา และทรัพยากรที่มีอยู่ของสหกรณ์ฯ รวมทั้งบริบทโดยรวมของพื้นที่โดยรอบ

ขั้นตอนที่ 2 การสำรวจโดยใช้แบบสัมภาษณ์เชิงลึกในประเด็นการจัดการห่วงโซ่อุปทานของเงาะโรงเรียนนาสารของสหกรณ์ฯ โดยใช้แนวทางกระบวนการ SCOR model 5 ด้าน (Supply Chain Council, 2010) ซึ่งคณะผู้วิจัยใช้การกำหนดเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจงจากประธานกลุ่มและคณะกรรมการกลุ่มสหกรณ์ฯ และสมาชิกสหกรณ์ฯ จำนวน 8 คน ในการสัมภาษณ์เชิงลึก โดยใช้แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง

ขั้นตอนที่ 3 จัดประชุมเชิงปฏิบัติของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในห่วงโซ่อุปทานของสินค้าเงาะโรงเรียนนาสาร โดยมีผู้เข้าร่วมประกอบด้วย ประธานกลุ่มและคณะกรรมการกลุ่มสหกรณ์ฯ สมาชิกสหกรณ์ฯ และผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง อาทิเช่น ตัวแทนผู้ส่งออก เกษตรกรตัวอย่าง หน่วยงานของรัฐ

ขั้นตอนที่ 4 การพัฒนาโมเดลธุรกิจ เพื่อให้ทราบถึงแนวทางในการยกระดับมูลค่าเพิ่มเงาะคุณภาพ GAP

ขั้นตอนที่ 5 นำเสนอแนวทางการสร้างมูลค่าเพิ่มเพื่อยกระดับเงาะคุณภาพ GAP ของกลุ่มสหกรณ์ฯ

ขั้นตอนที่ 6 สรุปผลการศึกษา โดยให้คณะกรรมการสหกรณ์ฯ เข้ามามีส่วนร่วมด้วยการให้ข้อมูลย้อนกลับ

ผลการวิจัย

ตอนที่ 1 การวิเคราะห์ห่วงโซ่อุปทานเงาะโรงเรียนนาสารของสหกรณ์การเกษตรบ้านนาสาร จำกัด

โดยใช้การศึกษาห่วงโซ่อุปทานของเงาะโรงเรียนนาสารที่มีความเชื่อมโยงกับสหกรณ์ฯ ตั้งแต่ต้นน้ำจนถึงปลายน้ำ นอกจากนี้ทำการวิเคราะห์การดำเนินงานของ

สหกรณ์ฯ ในโซ่อุปทานของเงาะโรงเรียนนาสาร ตามแนวทาง SCOR Model เพื่ออธิบายปัญหาของสหกรณ์ฯ ผู้รวบรวมผลผลิต ในโซ่อุปทานของเงาะโรงเรียนนาสาร ดังนี้

1.1 การศึกษาความเชื่อมโยงในโซ่อุปทานเงาะโรงเรียนนาสารของสหกรณ์การเกษตรบ้านนาสาร จำกัด

จากการศึกษาพบว่า ความสัมพันธ์ของกระบวนการจัดการห่วงโซ่อุปทานเงาะโรงเรียนนาสาร ตั้งแต่ต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำ สามารถสรุปได้ ดังนี้

กระบวนการต้นน้ำ คือ เกษตรกรผู้ปลูกเงาะโรงเรียนนาสาร ทำหน้าที่เพาะปลูกและดูแลรักษาเงาะ กิจกรรมของเกษตรกรประกอบด้วย การจัดหาปัจจัยการผลิต เช่น ดินกล้าพันธุ์ ปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ สารป้องกันโรค และแมลง ฮอร์โมนในการสร้างดอกตัวผู้ ยากำจัดวัชพืช และอุปกรณ์การเกษตรต่าง ๆ สำหรับการเก็บเกี่ยวและการคัดแยกเกรด พบว่า มี 3 รูปแบบคือ 1) เจ้าของสวนเก็บเกี่ยวและคัดเกรดเองโดยใช้แรงงานในครัวเรือน 2) จ้างเก็บเกี่ยวเหมารวมการคัดเกรด จ่ายเป็นกิโลกรัม 3) ผู้ซื้อเก็บเกี่ยวเองเพราะซื้อแบบเหมาสวน และการขนส่งเพื่อนำผลผลิตไปยังสหกรณ์ฯ นิยมใช้รถกระบะสี่ล้อเป็นหลัก ซึ่งสามารถบรรทุกได้ประมาณ 2-3 ตันต่อคันต่อเที่ยว โดยจะบรรจุเงาะในตะกร้าพลาสติกหรือบางรายอาจจ้างผู้อื่นขนส่ง

กระบวนการกลางน้ำ คือ สหกรณ์ฯ ทำการจัดซื้อจากเกษตรกรผ่านการจัดสรรตะกร้าตามเกรดคุณภาพเงาะ ราคาจะพิจารณาจากราคาตลาดในขณะนั้น โดยทั่วไป สหกรณ์ฯ จะให้ราคาที่ค่อนข้างสูงกว่าตลาดเล็กน้อย ส่วนการคัดเกรดของสหกรณ์ฯ มี 5 เกรดหลักสำหรับการบรรจุหีบห่อ แบ่งออกเป็น 3 รูปแบบ ได้แก่ 1) ตลาดออนไลน์ไปรษณีย์ไทย จะเป็นการบรรจุภัณฑ์แบบกล่องกระดาษ ขนาด 3 กิโลกรัม 2) ห้างค้าปลีกสมัยใหม่ ตลาดค้าส่ง (ตลาดไทและทั่วไป) สหกรณ์ในเครือข่าย และโรงงานแปรรูป จะเป็นการบรรจุภัณฑ์แบบตะกร้าพลาสติก 3) ตลาดส่งออก ใช้บรรจุภัณฑ์แบบกล่องโฟมเพื่ออำนวยความสะดวก โดยผู้ส่งออกจะเป็นผู้บรรจุหีบห่อ

และขนส่งเอง การจัดจำหน่าย สหกรณ์ฯ จะจำหน่ายเงาะตามเกรดที่คู่ค้าปลายทางต้องการ และการขนส่งจากสหกรณ์ฯ ไปยังคู่ค้าปลายทาง สหกรณ์ฯ จะบรรจุเงาะในตะกร้าพลาสติกและมอบให้ผู้รับจ้างขนส่งสินค้าเป็นผู้รับผิดชอบในการขนส่งไปยังปลายทาง

กระบวนการปลายน้ำ คือ การกระจายสินค้าไปยังผู้บริโภคทั้งในและต่างประเทศ สำหรับตลาดภายในประเทศ ได้แก่ ไปรษณีย์ไทย ห้างค้าปลีกสมัยใหม่ ตลาดค้าส่ง สหกรณ์ในเครือข่าย และโรงงานแปรรูป จะทำหน้าที่เป็นผู้รับซื้อเงาะจากสหกรณ์ฯ และส่งจำหน่ายต่อไป สำหรับการส่งออกตลาดต่างประเทศจะเป็นการส่งออกไปยังตลาดมาเลเซีย สิงคโปร์ จีน ผ่านผู้ส่งออกซึ่งจะมารับซื้อและบรรจุผลผลิตเพื่อส่งออก ณ ตลาดกลางของสหกรณ์ฯ

1.2 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพการดำเนินงานโซ่อุปทาน โดยใช้ SCOR Model

1) การวางแผน (Plan)

กระบวนการจัดการ สำหรับการวางแผนการจัดหาผลผลิตโดยให้เจ้าหน้าที่การตลาดของสหกรณ์ฯ ทำการประเมินผลผลิตแปลงเงาะของเกษตรกร เพื่อนำข้อมูลไปใช้ในการวางแผนการตลาดในการรับคำสั่งซื้อจากคู่ค้า และสำหรับการวางแผนการดำเนินงานของสหกรณ์ฯ จะใช้การผลิตตามคำสั่งซื้อ (Make to order)

ปัญหา การที่เกษตรกรยังไม่เน้นการผลิตเงาะคุณภาพ GAP เพื่อให้ได้ราคาที่สูงขึ้น เพราะความเข้าใจของเกษตรกร คือ การผลิตเงาะคุณภาพ GAP มีต้นทุนที่สูงขึ้น ซึ่งอาจไม่สอดคล้องกับราคาที่จะได้รับ ถึงแม้กลุ่มคู่ค้าของสหกรณ์ฯ จะมีความต้องการเงาะคุณภาพ GAP จำนวนมาก แต่เกษตรกรไม่สามารถส่งเงาะคุณภาพ GAP ให้สหกรณ์ฯ ได้ตามความต้องการ ส่งผลให้การกระบวนการวางแผนของสหกรณ์ฯ มีอุปสรรค

2) การจัดหาผลผลิต (Source)

กระบวนการจัดการ การจัดหาเงาะผลสดมีการเชื่อมโยงกับการวางแผนการผลิต โดยมีความแตกต่างกันในแต่ละเกรดเงาะ ซึ่งมีเกณฑ์การคัดคุณภาพ 5 เกรดหลัก

ได้แก่ 1) เกรด AA สำหรับตลาดออนไลน์ไปรษณีย์ไทย และตลาดส่งออก 2) เกรด A1 สำหรับตลาด Top Supermarket 3) เกรด A2 สำหรับตลาด Tesco Lotus และ Makro 4) เกรด B สำหรับตลาดไทและตลาดค้าส่งทั่วไป และ 5) เกรด C สำหรับตลาดโรงงาน

ปัญหา 1) การจัดหาผลผลิต พบว่าผลผลิตเงาะของเกษตรกรส่วนใหญ่ยังไม่ได้เกรดคุณภาพ ทำให้ไม่สามารถขายผลผลิตเงาะในราคาที่สูงได้ ถึงแม้ว่าสหกรณ์ฯ จะสามารถหาตลาดเงาะคุณภาพ GAP มาได้ แต่ในทางปฏิบัติเกษตรกรยังไม่สามารถผลิตได้เพราะยังไม่ให้ความสำคัญกับการผลิตเงาะคุณภาพ GAP ทำให้สหกรณ์ฯ ไม่สามารถจัดหาเงาะคุณภาพ GAP ให้กับบริษัทคู่ค้าของสหกรณ์ฯ ได้อย่างเพียงพอ และ 2) สหกรณ์ฯ ขาดแคลนตะกร้าในการบรรจุเงาะ

3) การผลิต (Make)

กระบวนการจัดการ กระบวนการผลิตหลักของสหกรณ์ฯ เป็นการคัดเกรดและบรรจุ เพื่อเตรียมส่งต่อไป

ปัญหา ในขั้นตอนการคัดเกรดจะมีปัญหาเรื่องเกษตรกรมีการคัดเกรดไม่ตรงตามมาตรฐานของสหกรณ์ฯ และบางครั้งเกษตรกรมีการบรรจุเงาะที่ไม่ได้คุณภาพไว้ใต้ตะกร้า ส่งผลให้บริษัทคู่ค้าของสหกรณ์ฯ ตัดราคา ตัดน้ำหนัก และอาจจะปฏิเสธการรับสินค้าได้

4) การส่งมอบ (Deliver)

กระบวนการจัดการ สำหรับการส่งมอบเงาะของเกษตรกรมายังสหกรณ์ฯ พบว่าเกษตรกรจะเป็นผู้รับผิดชอบในการขนส่ง โดยที่เกษตรกรจะทราบช่วงเวลาชัดเจนในการส่งเงาะมายังสหกรณ์ฯ เพื่อให้ทันขนส่งไปยังบริษัทคู่ค้า และสำหรับการส่งมอบเงาะของสหกรณ์ฯ มายังบริษัทคู่ค้า ได้แก่ 1) ตลาดออนไลน์ไปรษณีย์ไทย สหกรณ์ฯ เป็นผู้รับผิดชอบค่าขนส่ง และการส่งมอบเงาะให้ถึงมือผู้บริโภคภายใน 1-2 วัน 2) ตลาดค้าปลีกสมัยใหม่ ตลาดค้าส่ง และโรงงานแปรรูป

จะมีการจ้างผู้รับจ้างขนส่งสินค้าเป็นรายบุคคลที่ทำการขนส่งสินค้าเป็นประจำให้กับสหกรณ์ฯ และ 3) ตลาดส่งออก ตัวแทนผู้ส่งออก (ล้ง) จะเป็นผู้รับผิดชอบทั้งหมด

ปัญหา ส่วนใหญ่จะมีปัญหาเกี่ยวกับน้ำหนักที่สูญเสียไป เนื่องจากระยะเวลาในการขนส่งทำให้เงาะสุกเร็วขึ้น ทำให้เงาะมีน้ำหนักเบาลง

5) การส่งคืนสินค้ากลับ (Return)

กระบวนการจัดการ สำหรับการส่งคืนสินค้ากลับของสหกรณ์ฯ ไปยังเกษตรกร พบว่าโดยส่วนใหญ่จะไม่มี การคืนกลับและไม่มีการตัดน้ำหนักเงาะของสหกรณ์ฯ ไปยังเกษตรกร แต่จะทำการปรับลดเกรดเงาะทดแทน และสำหรับการส่งคืนสินค้ากลับของบริษัทคู่ค้าไปยังสหกรณ์ฯ พบว่ามีการคืนสินค้าของบริษัทคู่ค้า โดยสหกรณ์ฯ จะหาตลาดเพื่อระบายเงาะที่ตกเกรดต่อไปยังตลาดไทและโรงงาน

ปัญหา สหกรณ์ฯ ไม่สามารถทราบได้แน่ชัดว่าการตัดเปอร์เซ็นต์ความสูญเสียของบริษัทคู่ค้า เพราะเนื่องจากสินค้าเป็นเงาะสดทำให้ไม่คุ้มค่ากับการตีคืนสินค้ากลับมายังสหกรณ์ฯ ทำให้สหกรณ์ฯ ต้องยอมรับผิดชอบต่อสินค้าที่มีปัญหา จากประเด็นนี้ส่งผลให้สหกรณ์ฯ มีอุปสรรคในเรื่องตรวจสอบคุณภาพของเงาะที่ถูกตัดน้ำหนักไป

ตอนที่ 2 แนวทางการสร้างมูลค่าเพิ่มเงาะคุณภาพ GAP ของสหกรณ์การเกษตรบ้านนาสาร จำกัด

จากการวิเคราะห์โซ่อุปทานข้างต้น ทางทีมวิจัยได้เห็นความสำคัญของการพัฒนาระบบตลาดเงาะคุณภาพ GAP ของสหกรณ์ฯ ที่ควรได้รับการเพิ่มช่องทางการจำหน่ายทั้งแบบตลาดออนไลน์และตลาดข้อตกลงของสินค้าเงาะคุณภาพภายใต้ระบบ GAP เพื่อตอบสนองกลุ่มผู้บริโภคเป้าหมาย โดยผ่านกระบวนการสร้างมูลค่าเพิ่ม ดังต่อไปนี้

2.1 การวิเคราะห์โดยใช้โมเดลธุรกิจ BMC (Business Model Canvas) เพื่อให้ทราบถึงแนวทางในการพัฒนาเพื่อยกระดับมูลค่าเพิ่มเจาะคุณภาพ GAP

โดยประยุกต์ใช้กรอบแนวคิด BMC ในการวิเคราะห์เจาะโรงเรียนนาสาร GAP ตามรายละเอียดโมเดลธุรกิจทั้ง 9 ด้าน เพื่อให้ได้เห็นลักษณะการดำเนินงานในแต่ละองค์ประกอบของสินค้าเจาะโรงเรียนนาสาร GAP ดังนี้

คุณค่าที่ส่งมอบให้กับลูกค้า (Value proposition)

เจาะคุณภาพ GAP ที่นำเสนอต่อลูกค้า ซึ่งวิเคราะห์จากลักษณะที่โดดเด่นของสินค้ามี 3 ประเด็น คือ 1) เจาะโรงเรียนนาสารอร่อยที่สุดในโลก 2) ผ่านการรับรองคุณภาพมาตรฐาน GAP และ GMP (Good Manufacturing Practice) ของสินค้า และ 3) มีรสชาติที่เป็นเอกลักษณ์จนได้รับการรับรองสิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ (Geographical Identification: GI)

กลุ่มลูกค้า (Customer segments) การระบุกลุ่มเป้าหมายเป็นหัวใจสำคัญของเจาะคุณภาพ GAP ซึ่งเป็นสินค้าใหม่ในตลาดของสหกรณ์ฯ การกำหนดกลุ่มเป้าหมายที่ตรงตามคุณลักษณะเด่นของสินค้าจะทำให้มีโอกาสประสบความสำเร็จมากขึ้น โดยมีกลุ่มลูกค้าเป้าหมาย 2 กลุ่ม คือ 1) กลุ่มลูกค้าที่มีระดับรายได้ปานกลางถึงสูงที่ต้องการสินค้าเกษตรปลอดภัยมาตรฐาน GAP และ GMP และ 2) ห้างสรรพสินค้าชั้นนำที่สนใจสินค้าเกษตรปลอดภัยมาตรฐาน GAP และ GMP

ช่องทางการจัดจำหน่าย (Channels) ช่องทางในการสื่อสารและจัดจำหน่ายของเจาะคุณภาพ GAP วิเคราะห์ช่องทางที่สามารถตอบสนองลูกค้าได้ทั่วถึงและตรงตามกลุ่มเป้าหมายมี 2 ช่องทาง คือ 1) ออนไลน์โดยตรงผ่าน Facebook, Website และแพลตฟอร์มอีคอมเมิร์ซ Shopee และ DGT Farm และ 2) บริษัทคู่ค้า

การสร้างความสัมพันธ์กับลูกค้า (Customer relationships) การทำให้ลูกค้ารู้สึกประทับใจที่ได้บริโภคเจาะคุณภาพ GAP และมีการบอกต่อ มีความจำเป็นและสำคัญในการดำเนินธุรกิจ ประกอบไปด้วย

- 1) สินค้าได้รับการรับรองมาตรฐานสินค้า GAP/GMP
- 2) ระบบตรวจสอบย้อนกลับ (Traceability system) QR code
- 3) สามารถสั่งซื้อออนไลน์ ติดตามข่าวออนไลน์
- 4) จัดส่งถึงที่/รับประกันคุณภาพ/จัดส่งตรงเวลา และ
- 5) รับฟังความเห็นของลูกค้า

รายได้หลัก (Revenue streams) ที่ได้รับจากการดำเนินธุรกิจเจาะคุณภาพ GAP โดยรายได้หลัก คือ ยอดขายเจาะออนไลน์ GAP และยอดขายเจาะข้อตกลง GAP กับบริษัทคู่ค้า

ทรัพยากรหลัก (Key resources) ในการดำเนินธุรกิจเจาะคุณภาพ GAP ทรัพยากรหลักที่จำเป็นต้องมี คือ 1) ข้อกำหนดและมาตรฐานสินค้าเจาะโรงเรียนนาสารคุณภาพ GAP 2) ข้อกำหนดและมาตรฐานของสหกรณ์ได้รับ GMP ของโรงคัดและบรรจุผลไม้ 3) ระบบการขายออนไลน์ที่น่าเชื่อถือ และ 4) บุคลากรในการคัดเกรดเจาะของสหกรณ์ฯ

กิจกรรมหลัก (Key activities) ที่สำคัญที่ต้องทำในการดำเนินธุรกิจ เนื่องจากเป็นสินค้าใหม่ของสหกรณ์ฯ จึงจะเน้นกิจกรรมที่สร้างการรับรู้และการยอมรับในกลุ่มลูกค้าเป้าหมายโดย 1) กิจกรรมทางการตลาดในการประชาสัมพันธ์ข้อมูลผ่านเว็บไซต์/Facebook 2) ระบบการสั่งซื้อสินค้าออนไลน์ที่น่าเชื่อถือ 3) ระบบมาตรฐาน GMP ของโรงคัดและบรรจุ และ 4) ระบบการรับรองมาตรฐานเจาะคุณภาพ GAP ของเกษตรกร

พันธมิตรหลัก (Key partnerships) ผู้ที่มีส่วนช่วยในการผลิตเจาะคุณภาพ GAP คือ 1) กลุ่มเกษตรกรผู้ผลิตเจาะคุณภาพ GAP 2) บริษัทคู่ค้า 3) ผู้รับจ้างเก็บเกี่ยวผลผลิต 4) ผู้รับจ้างขนส่งสินค้า และ 5) แพลตฟอร์มอีคอมเมิร์ซ

โครงสร้างต้นทุน (Cost structure) ของสินค้าเจาะคุณภาพ GAP ซึ่งเป็นสินค้าที่สหกรณ์ฯ พัฒนาขึ้นมาใหม่ ประกอบไปด้วย ผลผลิต (เจาะคุณภาพ GAP) ค่าจ้างแรงงานคัดเกรด ค่าบรรจุภัณฑ์ ค่าเจาะสูญเสีย/ตกเกรด ค่าใช้จ่ายในการขอรับรองมาตรฐาน

GAP ของสวนหรือเกษตรกร ค่าใช้จ่ายในการขอรับรองมาตรฐาน GMP ของโรงคัดและบรรจุ ค่าประชาสัมพันธ์ ค่าขนส่ง ค่าน้ำ/สาธารณูปโภค และค่าบริหารจัดการ

2.2 แนวทางการสร้างมูลค่าเพิ่ม เพื่อยกระดับ เงาะคุณภาพ GAP ของกลุ่มสหกรณ์ฯ

จากการวิเคราะห์โมเดลทางธุรกิจข้างต้น นำไปสู่การดำเนินการเพื่อพัฒนาสร้างมูลค่าเพิ่มของเงาะโรงเรียนนาสาร เพื่อยกระดับเงาะคุณภาพ GAP ของสหกรณ์ฯ

2.2.1 การอบรมให้ความรู้ด้านการผลิตเงาะ คุณภาพ GAP ให้กับเกษตรกร

การจัดอบรมให้ความรู้ในด้านการผลิตเงาะคุณภาพ GAP แก่เกษตรกรเพิ่มมากขึ้น และการเข้ามาดูแล ลงพื้นที่เยี่ยมเกษตรกรให้มากขึ้น เพื่อสร้างแรงจูงใจให้เกษตรกรมีความต้องการที่จะผลิตเงาะโรงเรียนที่อร่อย มีคุณภาพ และปลอดภัยออกสู่ตลาดเพิ่มมากขึ้นไปด้วย

2.2.2 จัดทำรูปแบบการประชาสัมพันธ์ด้วย การตลาด โดยใช้เนื้อหา (Content marketing)

วางแผนการโฆษณาประชาสัมพันธ์ช่องทางการจัดจำหน่ายและสร้างการรับรู้เงาะโรงเรียนนาสาร ผ่านช่องทาง 2 ช่องทางหลัก คือ 1) ผ่านสื่อ On ground ได้แก่ ร่วมการออกบูท จัด Event marketing จัดทำบูทโรลอัพ และจัดทำแผ่นพับ แผ่นประชาสัมพันธ์ 2) ผ่านสื่อ Online ได้แก่ Facebook Fanpage และ Website

2.2.3 ขยายช่องทางการค้าออนไลน์โดยใช้ ประโยชน์จากเทคโนโลยีสารสนเทศ

การขยายช่องทางการค้าออนไลน์ผ่าน Facebook, Website, Shopee และ DGT farm อีกทั้งยังมีระบบการสั่งซื้อล่วงหน้าให้ลูกค้าจองสินค้าทำให้ลูกค้าเกิดความมั่นใจว่าได้รับสินค้าแน่นอน ส่งผลให้มีแนวโน้มของยอดขายปลีกและขายส่งที่มีปริมาณเพิ่มขึ้นจากเดิม ผลจากการดำเนินกิจกรรมทางการตลาดส่งผลให้กลุ่มลูกค้าเป้าหมายและกลุ่มผู้บุคคลทั่วไปรับรู้ เข้าใจ

และเชื่อมั่นในคุณภาพ และมาตรฐานของเงาะโรงเรียนนาสารเพิ่มมากขึ้นจากการจัดจำหน่ายผ่านสหกรณ์ฯ อีกทั้งยังรับรู้ถึงช่องทางการจัดจำหน่ายผ่านช่องทางออนไลน์ของเงาะโรงเรียนนาสารที่สะดวก รวดเร็ว และง่ายต่อการเข้าถึง

2.2.4 ขยายช่องทางการจัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์ โดยการจับคู่ทางการค้า

การขยายช่องทางการตลาดข้อตกลง ผ่านตลาดข้อตกลงเดอะมอลล์ (THE MALL) จากการเจรจาทางธุรกิจพบว่า บริษัท เดอะมอลล์กรุ๊ป ให้ความสำคัญกับเรื่องคุณภาพสินค้าเป็นอย่างมาก โดยสินค้าที่บริษัทเดอะมอลล์กรุ๊ปจะรับซื้อจะต้องผลิตภายใต้มาตรฐาน GAP และสหกรณ์ฯ ผู้รวบรวมผลผลิตที่ต้องได้รับการรับรองมาตรฐาน GMP จากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุข จึงทำให้บริษัทเดอะมอลล์กรุ๊ปสนใจที่จะรับผลผลิตเงาะคุณภาพ GAP จากสหกรณ์ฯ เพราะทั้งเงาะและผู้รวบรวมผลผลิตมีคุณสมบัติตามที่บริษัทเดอะมอลล์กำหนด แต่ด้วยสถานการณ์ Covid-19 จึงทำให้การดำเนินงานจำเป็นต้องชะลอตัวลง

2.2.5 การสร้างมูลค่าเพิ่มของเงาะโรงเรียน นาสารคุณภาพ GAP ผ่านระบบการตรวจสอบย้อนกลับ

มีการออกแบบระบบตรวจสอบย้อนกลับผ่านการใช้เทคโนโลยีรหัสคิวอาร์ สำหรับเงาะโรงเรียนนาสาร GAP ที่ขายผ่านช่องทางออนไลน์ของสหกรณ์ฯ เพื่อให้ผู้บริโภคสามารถติดตามและตรวจสอบย้อนกลับไปที่สวนของเกษตรกรผู้ผลิตเงาะคุณภาพ GAP ซึ่งผ่านการรับรองมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี ซึ่งเป็นการสร้างความเชื่อมั่นและทำให้เกิดความน่าเชื่อถือให้กับคู่ค้าของสหกรณ์ฯ และผู้บริโภค โดยสามารถตรวจสอบย้อนกลับได้ 2 รูปแบบ คือ การตรวจสอบย้อนกลับผ่านหน้าเว็บไซต์ โดยผู้บริโภคสามารถสแกนบาร์โค้ดจากกล่องพัสดุ เงาะคุณภาพ GAP ที่ได้รับโดยตรงและการตรวจสอบย้อนกลับแบบออฟไลน์

2.3 โครงสร้างโซ่อุปทานเงาะโรงเรียนนาสารของสหกรณ์ฯ หลังจากพัฒนาแนวทางสร้างมูลค่าเพิ่มเงาะคุณภาพ GAP

จากการศึกษาห่วงโซ่อุปทานเงาะโรงเรียนนาสารของสหกรณ์ฯ พบว่าก่อนเริ่มโครงการวิจัยฯ จำหน่ายเงาะในรูปของเงาะทั่วไปเพียงอย่างเดียว ซึ่งสามารถแบ่งห่วงโซ่ที่สำคัญเป็น 3 ส่วน คือ ต้นน้ำ กลางน้ำ ปลายน้ำ โดยมีผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในโซ่อุปทาน ได้แก่ ผู้จัดจำหน่ายปัจจัยการผลิต ผู้รับจ้างเก็บเกี่ยวผลผลิต เกษตรกร สหกรณ์

การเกษตรบ้านนาสาร (ผู้รวบรวม) ผู้รับจ้างขนส่ง ไปรษณีย์ไทย ห้างค้าปลีกสมัยใหม่ (Makro, TESCO Lotus) ผู้ค้าส่ง (ตลาดไทและตลาดทั่วไป) โรงงานแปรรูปเงาะ บริษัทผู้ส่งออก และผู้บริโภค หลังจากนั้นได้พัฒนาระบบตลาดเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มเงาะคุณภาพ GAP ในระบบโซ่อุปทานเงาะโรงเรียนนาสารของสหกรณ์ฯ โดยผ่านการสร้างช่องทางการตลาดสำหรับตลาดออนไลน์และตลาดข้อตกลง (Figure 1)

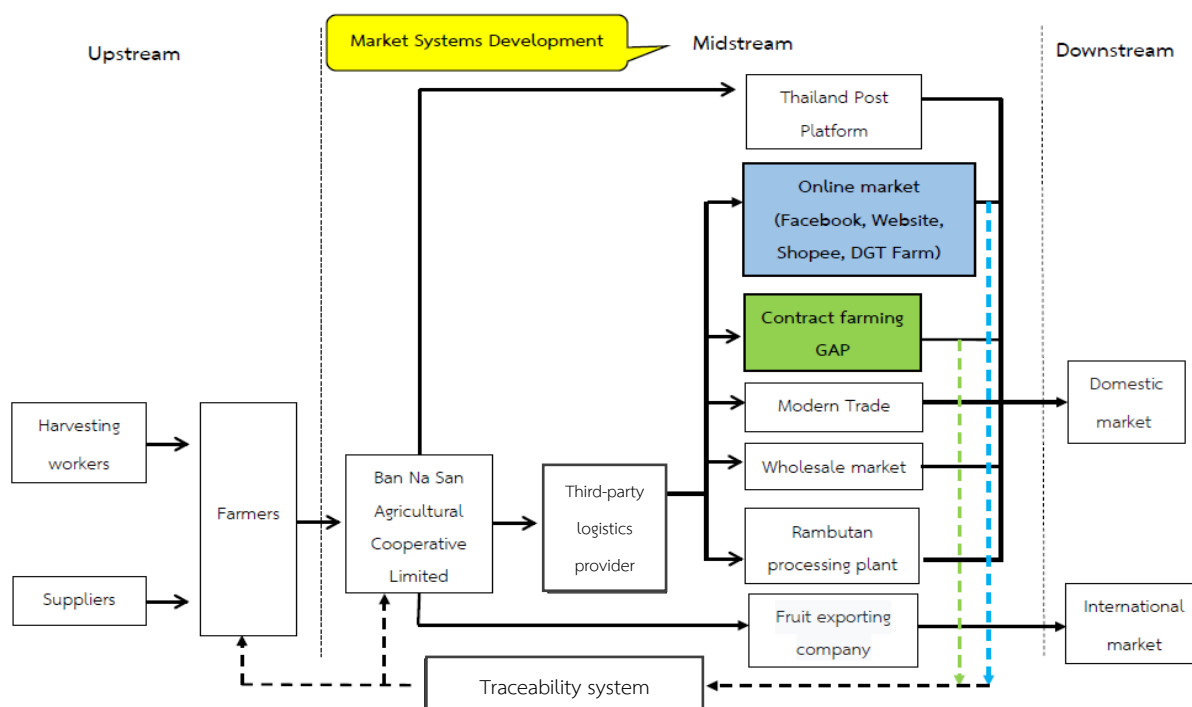


Figure 1 The GAP rambutan supply chain in Surat Thani province

Source: Choengthong *et al.* (2020)

วิจารณ์ผลการวิจัย

1) จากการวิเคราะห์ห่วงโซ่อุปทานเงาะโรงเรียนนาสารของสหกรณ์ฯ ผ่านตัวแบบจำลองอ้างอิงการดำเนินงานโซ่อุปทาน พบว่าประเด็นปัญหาหลัก คือ การวางแผนและการจัดหาผลผลิต ถึงแม้สหกรณ์ฯ ต้องการ

ขายเงาะคุณภาพ GAP แต่เกษตรกรยังไม่เกิดแรงจูงใจในการผลิตเงาะคุณภาพ GAP เพื่อให้ได้ราคาที่สูงขึ้น เนื่องจากความเข้าใจของเกษตรกร คือ การผลิตเงาะคุณภาพ GAP มีต้นทุนที่สูงขึ้น โดยเฉพาะต้นทุนการคัดเกรด ขายได้ในปริมาณน้อย ซึ่งอาจไม่คุ้มค่างบราคาที่จะได้รับ และสำหรับเกษตรกรที่ผลิตเงาะคุณภาพ GAP

ยังประสบปัญหาที่ถูกจำหน่ายรวมกับเงาะทั่วไป ทำให้ราคาที่ได้ไม่แตกต่างกัน ส่งผลต่อการจัดหาผลผลิตได้ยาก ซึ่งเป็นปัญหาหลักของสินค้าเกษตรอินทรีย์และ GAP ในการบริหารระหว่าง Demand side และ Supply side จึงทำให้กระบวนการวางแผนมีอุปสรรค ดังนั้นการวางแผนได้ดีจะมีส่วนช่วยให้ประสบความสำเร็จได้ (Tongkum, 2014) ซึ่งเป็นไปทิศทางเดียวกันกับงานวิจัยของ Jussapalo (2017) ที่ได้ศึกษาเกี่ยวกับแนวทางในการจัดการห่วงโซ่อุปทานผักปลอดสารพิษของวิสาหกิจชุมชนท่าสะอ้าน อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา พบว่าการวางแผนการผลิตมีส่วนสำคัญในการจัดการให้เหมาะสมกับฤดูกาลเพื่อรักษากลไกทางการตลาดและส่งเสริมการตลาดที่เพิ่มขึ้น จึงควรส่งเสริมการเรียนรู้เกี่ยวกับเทคนิคการปลูกผัก GAP นอกจากนี้งานวิจัยของ Buapliansee *et al.* (2018) ได้สนับสนุนว่าควรมีการวางแผนการผลิตให้เหมาะสมเพื่อรักษากลไกและโอกาสทางการตลาด และสร้างพันธมิตรตลอดห่วงโซ่อุปทานเพื่อยกระดับศักยภาพของกลุ่มเกษตรกร

2) แนวทางการสร้างมูลค่าเพิ่มโดยการพัฒนาโซ่คุณค่าเงาะโรงเรียนนาสาร ผ่านระบบสหกรณ์ฯ ของเงาะโรงเรียนนาสารภายใต้ระบบการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีที่เหมาะสม (GAP) ประกอบไปด้วย 3 ส่วนหลัก ได้แก่ 1) การสร้างมูลค่าเพิ่มของเงาะโรงเรียนนาสารคุณภาพ GAP ผ่านช่องทางการตลาดออนไลน์ เป็นการพัฒนาช่องทางการตลาดในการรับคำสั่งซื้อจากลูกค้าโดยตรงผ่านระบบปฏิบัติการ Facebook, Website, Shopee และ DGT Farm นอกจากนี้ยังได้เพิ่มกระบวนการรับคำสั่งซื้อล่วงหน้าจากลูกค้าผ่านการพรีออเดอร์ (Pre-order) ซึ่งเป็นการสร้างการรับรู้ที่สะดวก รวดเร็ว และง่ายต่อการเข้าถึงของกลุ่มลูกค้าเป้าหมายและกลุ่มบุคคลทั่วไปในการเข้าใจ และเชื่อมั่นในคุณภาพและมาตรฐานของเงาะโรงเรียนนาสารเพิ่มมากขึ้น เช่นเดียวกับงานวิจัยของ Kanklar (2016) ได้เสนอแนะแนวทางการเพิ่มช่องทางการจัดจำหน่ายผ่านสื่อสังคมออนไลน์ในผลิตภัณฑ์ข้าวอินทรีย์ อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ 2) การสร้าง

มูลค่าเพิ่มของเงาะโรงเรียนนาสารคุณภาพ GAP ผ่านช่องทางการตลาดข้อตกลง เป็นการพัฒนาช่องทางการจัดจำหน่ายกับบริษัทคู่ค้า โดยเกณฑ์การซื้อขายเบื้องต้นที่ตลาดข้อตกลงจะพิจารณา คือ ระบบมาตรฐานในการรับรองทั้งผลผลิตของเกษตรกรที่ต้องได้รับการรับรองภายใต้ระบบ GAP และผู้รวบรวม (สหกรณ์ฯ) ต้องได้รับการรับรองโรคตัดและบรรจุผลไม่ตามมาตรฐานระบบ GMP ภายใต้การรับรองของสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุข จึงจะเป็นที่ยอมรับของบริษัทคู่ค้า ดังนั้นจึงสามารถสร้างตลาดข้อตกลงระหว่างบริษัทคู่ค้าและสหกรณ์ฯ ได้ และ 3) การสร้างมูลค่าเพิ่มของเงาะโรงเรียนนาสารคุณภาพ GAP ผ่านระบบการตรวจสอบย้อนกลับ เป็นการสร้างความมั่นใจและทำให้เกิดความน่าเชื่อถือให้กับคู่ค้าของสหกรณ์ฯ และผู้บริโภค ซึ่งเป็นรูปแบบที่สหกรณ์ฯ ยังไม่เคยนำ QR code มาใช้ ดังนั้นจึงเป็นการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีในการเพิ่มมูลค่าให้สินค้าได้เป็นอย่างดี เช่นเดียวกับงานวิจัยของ Sukhareonpong and Thammasiri (2018); Srisookkham *et al.* (2018) ได้ประยุกต์ใช้ระบบตรวจสอบย้อนกลับเพื่อสร้างความมั่นใจต่อสินค้าให้กับผู้บริโภค

สรุปผลการวิจัย

ลักษณะของห่วงโซ่อุปทานของเงาะโรงเรียนนาสาร สหกรณ์การเกษตรบ้านนาสาร จำกัด สำหรับการขายภายในประเทศก่อนเริ่มโครงการวิจัย พบว่าผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในห่วงโซ่อุปทาน ประกอบด้วย ผู้จัดจำหน่ายปัจจัยการผลิต ผู้รับจ้างเก็บเกี่ยวผลผลิต เกษตรกร สหกรณ์การเกษตรบ้านนาสาร (ผู้รวบรวม) ผู้รับจ้างขนส่ง ไปรษณีย์ไทย ห้างค้าปลีกสมัยใหม่ (Makro, TESCO Lotus) ผู้ค้าส่ง (ตลาดไทและตลาดทั่วไป) โรงงานแปรรูปเงาะ และผู้บริโภค โดยผลผลิตเงาะที่สหกรณ์ฯ รวบรวมจากสมาชิกจะมีทั้งเงาะทั่วไปและเงาะคุณภาพ GAP ที่ปะปนกัน เนื่องจากช่องทางการตลาดของสหกรณ์ฯ จะเป็นการขายเงาะทั่วไปเป็นหลัก ทำให้เกษตรกรขาด

แรงจูงใจในการพัฒนาเงาะคุณภาพ GAP ที่มีเงื่อนไขการผลิตที่เข้มงวดในเรื่องความปลอดภัยและคุณภาพมากกว่าการผลิตเงาะทั่วไป โดยแนวทางในการสนับสนุนให้เกษตรกรได้พัฒนาคุณภาพสินค้าเกษตรให้ได้มาตรฐานความปลอดภัย ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงพัฒนาการสร้างมูลค่าเพิ่มเงาะคุณภาพ GAP ของสหกรณ์ฯ ผ่านรูปแบบธุรกิจตลาดออนไลน์และตลาดข้อตกลงสำหรับเงาะคุณภาพ GAP อีกทั้งการสร้างระบบการตรวจสอบย้อนกลับของเงาะคุณภาพ GAP เพื่อสร้างความมั่นใจและความน่าเชื่อถือให้กับคู่ค้าของสหกรณ์ฯ และผู้บริโภคต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ ชุดโครงการพัฒนาผู้ประกอบการเกษตรเพื่อสร้างเศรษฐกิจหมุนเวียนในพื้นที่ (Small Medium Agriculture Enterprises: SMAEs) สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) ผู้ที่ให้การสนับสนุนทุนวิจัยของโครงการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

Buapliansee, N., P. Arruksomboon, B. Kativat and W. Kubkuy. 2018. Supply chain management of vegetable no.8 to elevate the potential of smart farmer group in Phanom Sarakham district, Chachoengsao province. **University of the Thai Chamber of Commerce Journal Humanities and Social Sciences** 38(44): 52-65. [in Thai]

Choengthong, S., S. Chodchuang,

S. Choengthong and C. Duangjan. 2020.

The value hain development of rambutan “Rongrien Nasan” through the Ban Na San agriculture cooperative system. 214 p.

In Research Report. Bangkok: Thailand Science Research and Innovation (TSRI). [in Thai]

Jussapalo, S. 2017. Approaches of supply chain management of Tha-sa-an’s community enterprise of hydroponic vegetables, Muaeng district, Songkhla province.

Journal of Community Development and Life Quality 5(1): 155-162. [in Thai]

Kanklar, S. 2016. Value Chain of Organic Rice Product, Maetang District, Chiangmai. pp. 1-16. *In* **Proceedings of Suan**

Sunandha Academic National Conference on Research for Sustainable Development 1-2

December 2016. Bangkok: Suan Sunandha Rajabhat University. [in Thai]

Srisookkham, W., N. Phurahong and P. Imsab.

2018. Traceability Quality Vacuum Rice Products of Farmers in Phetchabun. pp. 203-211. *In* **Proceedings of the 3rd**

National Conference Rajthanee Academic 25 May 2018.

Ubonratchathani: Ratchathani University. [in Thai]

- Sukchareonpong, S. and D. Thammasiri. 2018. The development of traceability system using QR code technology and retail packaging of pomelos in Nakhon Pathom province. **Journal of Management Science Nakhon Pathom Rajabhat University** 5(1): 67-78. [in Thai]
- Supply Chain Council. 2010. **Supply Chain Operations Reference (SCOR) Model: Overview-version 10.0**. Cypress: Supply Chain Council, Inc. 179 p.
- Surat Thani Provincial Agriculture and Cooperatives Office. 2020. **Basic information on agriculture and cooperatives Surat Thani province**. [Online]. Available <https://www.opsmoac.go.th/suratthani-home> (12 January 2020). [in Thai]
- Surat Thani Provincial Development Strategy Committee. 2017. **Surat Thani province development plan for 20 years (2017-2036)**. [Online]. Available <http://123.242.172.6/yuttasat/document/plan20y.pdf> (12 January 2020). [in Thai]
- Tongkum, S. 2014. Integrated supply chain of organic vegetables: case study of Chiang Rai Prachanukroh hospital. **Area Based Development Research Journal** 6(5): 23-37. [in Thai]

การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนสัตว์น้ำเศรษฐกิจของชุมชนประมงชายฝั่ง จังหวัดตรัง
Cost and Benefit Analysis of Economic Aquatic Animals
of Inshore Fishing in Trang Province

จรีวรรณ จันทร์คง^{1*} เจษฎา ร่มเย็น² บุญรัตน์ บุญรัมย์³ วิชุลภา ถาวโรจน์⁴
เสาวณีย์ ชัยเพชร⁵ และอภิรักษ์ สงรักษ์⁶

Jareewan Chankong^{1*}, Jasada Romyen², Boonrad Boonradsamee³, Wichulada Thavaroj⁴
Saowanee Chaipech⁵ and Apirak Songrak⁶

¹คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย นครศรีธรรมราช 80110

²คณะเทคโนโลยีการจัดการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย นครศรีธรรมราช 80110

³คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย สงขลา 90000

⁴คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย สงขลา 90000

⁵คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย นครศรีธรรมราช 80110

⁶คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ตรัง 90150

¹Faculty of Agriculture, Rajamangala University of Technology Srivijaya, Nakhon Sri Thammarat, Thailand 80110

²Faculty of Management Technology, Rajamangala University of Technology Srivijaya, Nakhon Sri Thammarat, Thailand 80110

³Faculty of Business, Rajamangala University of Technology Srivijaya, Songkhla, Thailand 90000

⁴Faculty of Liberal Arts, Rajamangala University of Technology Srivijaya, Songkhla, Thailand 90000

⁵Faculty of Agricultural Industrial, Rajamangala University of Technology Srivijaya, Nakhon Sri Thammarat, Thailand 80110

⁶Faculty of Science and Fisheries Technology, Rajamangala University of Technology Srivijaya, Trang, Thailand 90150

*Corresponding author: jareewan.rmuts@gmail.com

Abstract

Received: January 28, 2021

Revised: September 10, 2021

Accepted: December 01, 2021

The objectives of this research were to analyze the cost and benefit of economic aquatic animals by survey of inshore fishing in the area Had-Samran district and Palian district, Trang province during the production between October 1, 2018 – September 30, 2019. A total of 220 fishermen compose of blue crab, banana shrimp, soft cuttlefish, sand whiting and leather donax, respectively. The inshore fishermen had the highest average total revenue per year from blue crab in the amount of 259,855.83 Baht per person, followed by banana shrimp in the amount of 234,293.75 Baht per person and the smallest from leather donax was 34,950.00 Baht per person. Because of the leather donax were able to produce only during the season. When considering the average total cost of inshore fishing, consisting of fixed and variable costs. The major variable costs in inshore fisheries included labor, fuel costs and repair fees for fishing tools and equipment. It was found that the average total cost of blue crab fishermen was the highest in the amount of 214,266.81 Baht per

person, due to the variable cost of fishing equipment repair and high labor cost. Resulting in the net profit of blue crab in the amount of 45,589.02 Baht per person, after the banana shrimp fishing which had the highest average total net profit of 47,268.78 Baht per person and the return on investment (ROI) was 25.27%, the highest among all 5 species of fishery products. The most problems and obstacles in inshore fishery were the problem of weather variability and the problem of illegal fishing boats, trawl fishing, were high cost of raw materials especially the issue of oil prices. Therefore, the government should promote and facilitate the technical fishermen of the coast. Production planning in this regard, fishermen should prepared a plan to prevent the fluctuation of aquaculture prices. As well as planning on the cost of production which had a tendency and direction of rising prices in the future.

Keywords: inshore fishing, economic aquatic animals, cost, benefit

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนสัตว์น้ำเศรษฐกิจของชุมชนประมงชายฝั่ง จากการสำรวจชาวประมงชายฝั่งในพื้นที่อำเภอหาดสำราญ และอำเภอปะเหลียน จังหวัดตรัง รอบการผลิตระหว่างวันที่ 1 ตุลาคม พ.ศ. 2561 – 30 กันยายน พ.ศ. 2562 จำนวน 220 ราย พบว่าสัตว์น้ำที่ชาวประมงส่วนใหญ่จับมากที่สุด ประกอบด้วย ปูม้า กุ้งแชบ๊วย หมึกหอม ปลาทราย และหอยตะเกา ตามลำดับ โดยชาวประมงชายฝั่งมีรายได้รวมเฉลี่ยต่อปีสูงสุดจากการทำประมงปูม้า จำนวน 259,855.83 บาทต่อราย รองลงมาคือ กุ้งแชบ๊วย จำนวน 234,293.75 บาทต่อราย และน้อยที่สุดคือ หอยตะเกา จำนวน 34,950.00 บาทต่อราย ทั้งนี้เนื่องจากหอยตะเกาสามารถเก็บผลผลิตได้เฉพาะช่วงฤดูกาล เมื่อพิจารณาในส่วนของต้นทุนรวมเฉลี่ยต่อปีในการทำประมงชายฝั่ง ประกอบด้วยต้นทุนคงที่และต้นทุนผันแปร สำหรับต้นทุนผันแปรที่สำคัญในการทำประมงชายฝั่ง ประกอบด้วย ค่าแรงงาน ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง และค่าซ่อมแซมเครื่องมือและอุปกรณ์ประมง ซึ่งพบว่าต้นทุนรวมเฉลี่ยต่อปีของชาวประมงปูม้าสูงที่สุดจำนวน 214,266.81 บาทต่อราย ทั้งนี้เนื่องจาก

ต้นทุนผันแปรในส่วน of ค่าซ่อมแซมเครื่องมืออุปกรณ์ประมงและค่าจ้างแรงงานสูง ส่งผลให้กำไรสุทธิเฉลี่ยต่อปีในการทำประมงปูม้า เป็นจำนวน 45,589.02 บาทต่อราย รองลงมาจากการทำประมงกุ้งแชบ๊วย ซึ่งมีกำไรสุทธิเฉลี่ยต่อปีสูงสุด จำนวน 47,268.78 บาทต่อราย และมีอัตราส่วนผลตอบแทนจากการลงทุน (ROI) คิดเป็นร้อยละ 25.27 มากที่สุดในผลผลิตสัตว์น้ำทั้ง 5 ชนิด ส่วนปัญหาและอุปสรรคในการทำประมงชายฝั่งมากที่สุดคือปัญหาความแปรปรวนของสภาพอากาศ ส่งผลต่อการออกทะเล รองลงมาคือ ปัญหาเรือประมงผิดกฎหมาย การใช้วอร์น อวนลาก และขโมย และปัญหาด้านทุนวัตถุดิบในการทำประมงราคาสูง โดยเฉพาะเรื่องของราคาน้ำมัน ดังนั้นภาครัฐควรส่งเสริมและเอื้ออำนวยให้กับชาวประมงชายฝั่งด้านเทคนิควิชาการ ด้านการวางแผนการผลิต ทั้งนี้ชาวประมงควรมีการเตรียมแผนรองรับในการป้องกันความผันผวนของราคาสัตว์น้ำ ตลอดจนวางแผนเรื่องของต้นทุนการผลิตที่มีแนวโน้มและทิศทางของราคาที่เพิ่มสูงขึ้นในอนาคต

คำสำคัญ: ประมงชายฝั่ง สัตว์น้ำเศรษฐกิจ ต้นทุน
ผลตอบแทน

คำนำ

ประเทศไทยเป็นหนึ่งในสิบอันดับของการผลิตในภาคประมงโลก การผลิตในภาคประมงมีบทบาทสำคัญต่อระบบเศรษฐกิจของประเทศ ในปี พ.ศ. 2559 ผลิตภัณฑ์มวลรวมของภาคประมง (GDP) มีมูลค่าประมาณ 111,343 ล้านบาท ซึ่งคิดเป็นประมาณร้อยละ 9.28 ของผลิตภัณฑ์มวลรวมภาคเกษตร หรือร้อยละ 0.78 ของผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศ อีกทั้งภาคการประมงยังเป็นแหล่งที่มาของรายได้ การว่าจ้างงาน และก่อให้เกิดอุตสาหกรรมต่อเนื่องอีกมากมาย (Fisheries Development Policy and Strategy Division, Department of Fisheries, 2017) โดยเฉพาะในพื้นที่ภาคใต้ซึ่งมีลักษณะภูมิประเทศเป็นแหลมหรือคาบสมุทรที่ถูกขนาบด้วยทะเลภายนอก 2 ทะเล คือ ทะเลอันดามัน อันเป็นส่วนหนึ่งของมหาสมุทรอินเดีย ฝั่งตะวันตก และทะเลจีนใต้ อันเป็นส่วนหนึ่งของมหาสมุทรแปซิฟิก ฝั่งตะวันออก ภาคใต้จึงมีฝั่งทะเลยาวถึง 2,614.40 กิโลเมตร นอกจากนั้นยังมีลุ่มน้ำต่าง ๆ ที่มีความอุดมสมบูรณ์ในเรื่องทรัพยากรสัตว์น้ำ จึงทำให้เกิดอาชีพสำคัญของผู้คนในพื้นที่ชุมชนต่าง ๆ บริเวณชายฝั่งทะเลและแถบลุ่มน้ำดังกล่าว คือ อาชีพการประมงพื้นบ้านหรือประมงชายฝั่ง

จังหวัดตรังเป็นอีกจังหวัดหนึ่งในภาคใต้ที่มีอำเภอติดชายฝั่งทะเลจำนวน 5 อำเภอ คือ อำเภอสิเกา อำเภอกันตัง อำเภอย่านตาขาว อำเภอหาดสำราญ และอำเภอปะเหลียน ประกอบด้วยตำบลติดชายฝั่งทะเลจำนวน 17 ตำบล มีชุมชนชายฝั่งจำนวน 50 ชุมชน มีครัวเรือนประมงชายฝั่งมากกว่า 4,000 ครัวเรือนที่มีอาชีพการประมงชายฝั่งและพึ่งพาวิถีการประมง ซึ่งพบว่าจากสถิติประมงของจังหวัดตรังในปี พ.ศ. 2554 จังหวัดตรังมีผลผลิตสัตว์น้ำจากการประมงพาณิชย์จำนวน 108,156,360 กิโลกรัม มูลค่าประมาณ 2,245.23 ล้านบาท และผลผลิตสัตว์น้ำจากการประมง

ชายฝั่งจำนวน 6,835,744 กิโลกรัม มูลค่าประมาณ 522.23 ล้านบาท (Trang Provincial Fisheries Office, 2015) ซึ่งผลผลิตสัตว์น้ำจากธรรมชาติเป็นที่ต้องการของผู้บริโภคและนักท่องเที่ยวเพิ่มสูงขึ้น

อย่างไรก็ตามกลุ่มชนิดสัตว์น้ำที่สร้างมูลค่าหลักให้กับชุมชนชายฝั่งของจังหวัดตรัง 5 ชนิดเด่น คือ ปลาทราย (ปลาเห็ดโคน) มีผลผลิต 2,600,000 กิโลกรัม มีมูลค่า 213.20 ล้านบาท กุ้งแชบ๊วย มีผลผลิต 6,700,000 กิโลกรัม มีมูลค่า 1,599.10 ล้านบาท ปูม้า มีผลผลิต 23,900,000 กิโลกรัม มีมูลค่า 3,671.40 ล้านบาท หมึก มีผลผลิต 24,200,000 กิโลกรัม มีมูลค่า 5,531.00 ล้านบาท และหอยตะเภา มีผลผลิต 1,500,000 กิโลกรัม มีมูลค่า 1,200.00 ล้านบาท (Trang Provincial Agricultural Office, 2017)

ถึงแม้ว่าการขยายตัวของตลาดและรายได้ของผลผลิตสัตว์น้ำจะสูงกว่าผลผลิตการเกษตรด้านอื่น ๆ แต่คุณภาพชีวิตของชุมชนชาวประมงชายฝั่งยังอยู่ในเกณฑ์ต่ำ เนื่องจากส่วนแบ่งรายได้ที่เพิ่มขึ้นจะเป็นของพ่อค้าคนกลาง ผู้รวบรวมผลผลิตเพื่อส่งออกสู่ตลาด ชุมชนชาวประมงชายฝั่งขาดทักษะเรื่องการเพิ่มช่องทางการจำหน่ายผลผลิต อีกทั้งชาวประมงยังไม่ทราบถึงต้นทุนที่แท้จริง ราคาขายในตลาดไม่เสถียรทำให้คาดการณ์กำไรผิดพลาด จากสภาพปัญหาข้างต้นผู้วิจัยเล็งเห็นถึงความสำคัญของการวิเคราะห์ต้นทุนผลตอบแทนของผลผลิตสัตว์น้ำเศรษฐกิจทั้ง 5 ชนิด ซึ่งประกอบด้วย ปูม้า กุ้งแชบ๊วย ปลาทราย หมึกหอม และหอยตะเภา ซึ่งเป็นแหล่งรายได้ที่สำคัญของกลุ่มชาวประมงชายฝั่ง จังหวัดตรัง ดังนั้นการศึกษาค้นคว้าจึงเป็นการศึกษาเพื่อวิเคราะห์ต้นทุนผลตอบแทน และเปรียบเทียบผลผลิตสัตว์น้ำเศรษฐกิจของชาวประมงชายฝั่ง จังหวัดตรัง สถานการณ์ประมงในปัจจุบัน ตลอดจนปัญหาและอุปสรรค ซึ่งข้อมูลที่ได้สามารถเป็นทางเลือกในการประกอบการตัดสินใจให้กับผู้ที่สนใจด้านการทำประมงชายฝั่ง และเป็นแนวทางในการพัฒนาการทำประมงชายฝั่งต่อไปในอนาคต

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

การดำเนินการวิจัย ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจากชาวประมงชายฝั่ง ช่วงการผลิตระหว่างวันที่ 1 ตุลาคม พ.ศ. 2561 – 30 กันยายน พ.ศ. 2562 ในพื้นที่อำเภอหาดสำราญ และอำเภอปะเหลียน จังหวัดตรัง เนื่องจากเป็นอำเภอที่มีพื้นที่ติดชายฝั่งทะเล และประชากรมีอาชีพหลักคือการทำประมงชายฝั่งจับสัตว์น้ำ เศรษฐกิจที่มีความหลากหลาย ประกอบด้วย ปูม้า กุ้งแชบ๊วย หมึกหอม ปลาทราย และหอยตะเภา โดยคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างเพื่อเป็นตัวแทนประชากรชาวประมงชายฝั่ง จังหวัดตรัง จำนวน 220 ราย ด้วยวิธีการแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive sampling)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การเก็บรวบรวมข้อมูล การศึกษานี้เป็นการศึกษาเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพโดยใช้ข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary data) และข้อมูลปฐมภูมิ (Primary data) จากแบบสัมภาษณ์ (Interview form) ประกอบด้วย

- 1) ข้อมูลทั่วไปด้านสภาพสังคมและเศรษฐกิจของชาวประมงชายฝั่ง จังหวัดตรัง
- 2) ข้อมูลต้นทุนการผลิต ผลตอบแทนผลผลิตสัตว์น้ำ ทั้ง 5 ชนิด ประกอบด้วย ปูม้า กุ้งแชบ๊วย ปลาทราย หมึกหอม และหอยตะเภา ของชาวประมงชายฝั่ง จังหวัดตรัง
- 3) ข้อมูลปัญหาและอุปสรรคในการทำประมงชายฝั่ง จังหวัดตรัง

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสัมภาษณ์ (Interview form) ดังนี้

1. วิเคราะห์เชิงพรรณนา (Descriptive method) เป็นการวิเคราะห์โดยอาศัยวิธีการทางสถิติอย่างง่าย ด้วยตารางค่าร้อยละ และค่าเฉลี่ย โดยใช้

การอธิบายถึงสภาพทั่วไปด้านสังคมและเศรษฐกิจของชาวประมงชายฝั่ง ตลอดจนปัญหาและอุปสรรคในการทำประมงชายฝั่ง จังหวัดตรัง

2. วิเคราะห์เชิงปริมาณ (Quantitative method) โดยคำนวณหาต้นทุน ผลตอบแทนของผลผลิตสัตว์น้ำเศรษฐกิจของชาวประมงชายฝั่ง จากแบบสัมภาษณ์ แบบบันทึกต้นทุนผลตอบแทน ซึ่งต้องมีการประเมินค่าใช้จ่ายที่เป็นเงินสดและไม่เป็นเงินสด เช่น ค่าแรงงาน ค่าเสื่อมราคาเครื่องมือและอุปกรณ์ฯ รวมทั้งคำนวณหากำไรสุทธิต่อปี กำไรเหนือต้นทุนเงินสด และอัตราส่วนผลตอบแทนจากการลงทุน (ROI)

ผลการวิจัย

ข้อมูลทั่วไปด้านสภาพสังคมและเศรษฐกิจของชาวประมงชายฝั่ง จังหวัดตรัง

ผลการเก็บรวบรวมข้อมูลชาวประมงชายฝั่งพื้นที่ชายฝั่งอำเภอหาดสำราญ และอำเภอปะเหลียน จังหวัดตรัง จำนวน 220 ราย พบว่ากลุ่มตัวอย่างชาวประมงชายฝั่งส่วนใหญ่เป็นเพศชาย ร้อยละ 91.36 และเพศหญิง ร้อยละ 8.64 มีอายุในช่วง 41-50 ปีมากที่สุด ร้อยละ 33.64 สถานภาพสมรสมากที่สุด ร้อยละ 83.64 การศึกษาส่วนใหญ่อยู่ในระดับชั้นประถมศึกษา ร้อยละ 70.45 ผู้ตอบแบบสอบถามทำประมงเป็นอาชีพหลัก ร้อยละ 96.82 ชาวประมงชายฝั่งมีหนี้สิน ร้อยละ 58.64 โดยมีแหล่งกู้ยืมจากธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร (ธ.ก.ส.) มากที่สุด ร้อยละ 76.75

ต้นทุนและผลตอบแทนของชาวประมงชายฝั่ง จังหวัดตรัง แยกตามประเภทสัตว์น้ำ

1. ต้นทุนและผลตอบแทนของชาวประมงชายฝั่ง (ปูม้า)

ผลการศึกษาพบว่า ชาวประมงปูม้ามักมีกำไรสุทธิเฉลี่ยต่อปี จำนวน 45,589.02 บาทต่อราย และกำไร

สุทธิเหนือต้นทุนเงินสดเฉลี่ยต่อปี จำนวน 137,540.39 บาทต่อราย ด้านต้นทุนรวมเฉลี่ยต่อปีในการทำประมง เป็นจำนวน 214,266.81 บาทต่อราย โดยแยกเป็น ต้นทุนคงที่ ไม่เป็นเงินสด จำนวน 14,528.04 บาท ซึ่งเป็นค่าเสื่อมราคาเรือและเครื่องยนต์มากที่สุด คิดเป็น ร้อยละ 4.79 ด้านต้นทุนผันแปรรวม จำนวน 199,738.77 บาท สำหรับต้นทุนผันแปรที่สำคัญ ได้แก่

ค่าเสียโอกาสแรงงานครัวเรือนที่ไม่เป็นเงินสด คิดเป็น ร้อยละ 36.13 ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง คิดเป็นร้อยละ 21.68 และค่าซ่อมแซมเครื่องมือและอุปกรณ์ประมง เช่น อวนปู ลอบปู ฯลฯ คิดเป็นร้อยละ 13.54 ตามลำดับ และมี อัตราส่วนผลตอบแทนจากการลงทุน (ROI) ร้อยละ 21.28 ดังแสดงใน Table 1

Table 1 Cost-benefit of inshore fisherman (blue crab)

Item	Value in cash (Baht)	Value non-cash (Baht)	Percentage
1. Fixed costs			
1.1 Depreciation of fishing boat		10,262.50	4.79
1.2 Depreciation of equipment		1,962.08	0.92
1.3 Opportunity cost for capital		2,303.46	1.08
Total fixed costs		14,528.04	
2. Variable costs			
2.1 Cost for fuel oil	46,455.00		21.68
2.2 Cost of fishing boat repairs	8,159.58		3.81
2.3 Cost of equipment repairs	29,001.33		13.54
2.4 Cost for fishing bait fee	9,202.03		4.29
2.5 Cost for food	4,827.50		2.25
2.6 Others, such as shipping cost	1,818.33		0.85
2.7 Wages	22,851.67		10.67
2.8 Household opportunity cost		77,423.33	36.13

Table 1 (Continued)

Item	Value in cash (Baht)	Value non-cash (Baht)	Percentage
Total variable cost	199,738.77		
Total cost	214,266.81		100.00
Total cash cost	122,315.44		
Total revenue	259,855.83		
Net profit	45,589.02		
Profit is above cash costs	137,540.39		
Return on Investment (ROI)	21.28		

Source: from interviews and calculations

2. ต้นทุนและผลตอบแทนของชาวประมงชายฝั่ง (กุ้งแชบ๊วย)

ผลการศึกษาพบว่า ชาวประมงกุ้งแชบ๊วยมีกำไรสุทธิเฉลี่ยต่อปี จำนวน 47,268.78 บาทต่อราย และกำไรสุทธิเหนือต้นทุนเงินสดเฉลี่ยต่อปี จำนวน 139,802.89 บาทต่อราย ด้านต้นทุนรวมเฉลี่ยต่อปีในการทำประมง เป็นจำนวน 187,024.97 บาทต่อราย โดยแยกเป็นต้นทุนคงที่ ไม่เป็นเงินสด จำนวน 11,578.75 บาท

ซึ่งเป็นค่าเสื่อมราคาเรือและเครื่องยนต์มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 4.50 ด้านต้นทุนผันแปรรวม จำนวน 175,446.22 บาท สำหรับต้นทุนผันแปรที่สำคัญ ได้แก่ ค่าเสียโอกาสแรงงานคร่าวเรือนที่ไม่เป็นเงินสด คิดเป็นร้อยละ 43.29 ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง คิดเป็นร้อยละ 21.42 และค่าซ่อมแซมเครื่องมือและอุปกรณ์ประมง เช่น อวนกุ้ง ฯลฯ คิดเป็นร้อยละ 11.48 ตามลำดับ และมีอัตราส่วนผลตอบแทนจากการลงทุน (ROI) ร้อยละ 25.27 ดังแสดงใน Table 2

Table 2 Cost-benefit of inshore fisherman (banana shrimp)

Item	Value in cash (Baht)	Value non-cash (Baht)	Percentage
1. Fixed costs			
1.1 Depreciation of fishing boat		8,411.42	4.50
1.2 Depreciation of equipment		1,319.69	0.71
1.3 Opportunity cost for capital		1,847.64	0.99
Total fixed costs		11,578.75	

Table 2 (Continued)

Item	Value in cash (Baht)	Value non-cash (Baht)	Percentage
2. Variable costs			
2.1 Cost for fuel oil	40,058.75		21.42
2.2 Cost of fishing boat repairs	8,292.86		4.434
2.3 Cost of equipment repairs	21,456.67		11.48
2.4 Cost for ice	3,019.11		1.614
2.5 Cost for food	4,950.00		2.647
2.6 Others, such as shipping cost	403.13		0.216
2.7 Wages	16,301.34		8.716
2.8 Household opportunity cost		80,955.36	43.29
Total variable cost	175,446.22		
Total cost	187,024.97		100.00
Total cash cost	94,490.86		
Total revenue	234,293.75		
Net profit	47,268.78		
Profit is above cash costs	139,802.89		
Return on Investment (ROI)	25.27		

Source: from interviews and calculations

3. ต้นทุนและผลตอบแทนของชาวประมงชายฝั่ง (ปลาทราย)

ผลการศึกษาพบว่า ชาวประมงปลาทรายมีกำไรสุทธิเฉลี่ยต่อปี จำนวน 13,517.16 บาทต่อราย และกำไรสุทธิเหนือต้นทุนเงินสดเฉลี่ยต่อปี จำนวน 53,898.00 บาทต่อราย ด้านต้นทุนรวมเฉลี่ยต่อปีในการทำประมงเป็นจำนวน 105,202.84 บาทต่อราย โดยแยกเป็นต้นทุนคงที่ ไม่เป็นเงินสด จำนวน 8,790.84 บาท ซึ่งเป็น

ค่าเสื่อมราคาเรือและเครื่องยนต์มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 6.29 ด้านต้นทุนผันแปรรวม จำนวน 96,412.00 บาท สำหรับต้นทุนผันแปรที่สำคัญ ได้แก่ ค่าเสียโอกาสแรงงาน คร่าวเรือนที่ไม่เป็นเงินสด คิดเป็นร้อยละ 30.03 ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง คิดเป็นร้อยละ 26.31 และค่าลูกจ้าง/ค่าแรงงาน คิดเป็นร้อยละ 16.63 ตามลำดับ และมีอัตราส่วนผลตอบแทนจากการลงทุน (ROI) ร้อยละ 12.84 ดังแสดงใน Table 3

Table 3 Cost-benefit of inshore fisherman (sand whiting)

Item	Value in cash (Baht)	Value non-cash (Baht)	Percentage
1. Fixed costs			
1.1 Depreciation of fishing boat		6,620.00	6.29
1.2 Depreciation of equipment		794.00	0.75
1.3 Opportunity cost for capital		1,376.84	1.31
Total fixed costs		8,790.84	
2. Variable costs			
2.1 Cost for fuel oil	27,675.00		26.31
2.2 Cost of fishing boat repairs	3,675.00		3.49
2.3 Cost of equipment repairs	12,477.00		11.86
2.4 Cost for ice	1,485.00		1.41
2.5 Cost for food	1,260.00		1.20
2.6 Others, such as shipping cost	750.00		0.71
2.7 Wages	17,500.00		16.63
2.8 Household opportunity cost		31,590.00	30.03
Total variable cost	96,412.00		
Total cost	105,202.84		100.00
Total cash cost	64,822.00		
Total revenue	118,720.00		
Net profit	13,517.16		
Profit is above cash costs	53,898.00		
Return on Investment (ROI)	12.84		

Source: from interviews and calculations

4. ต้นทุนและผลตอบแทนของชาวประมงชายฝั่ง (หมึกหอม)

ผลการศึกษาพบว่า ชาวประมงหมึกหอมมีกำไรสุทธิเฉลี่ยต่อปี จำนวน 13,450.09 บาทต่อราย และกำไรสุทธิเหนือต้นทุนเงินสดเฉลี่ยต่อปี จำนวน 55,877.81 บาทต่อราย ด้านต้นทุนรวมเฉลี่ยต่อปีในการทำประมงเป็นจำนวน 97,339.14 บาทต่อราย โดยแยกเป็นต้นทุนคงที่ ไม่เป็นเงินสด จำนวน 8,360.41 บาท ซึ่งเป็นค่า

เสื่อมราคาเรือและเครื่องยนต์มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 5.84 ด้านต้นทุนผันแปรรวม จำนวน 88,978.73 บาท สำหรับต้นทุนผันแปรที่สำคัญ ได้แก่ ค่าเสียโอกาสแรงงาน คร่าวเรือที่ไม่เป็นเงินสด คิดเป็นร้อยละ 35.00 ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง คิดเป็นร้อยละ 26.60 และค่าลูกจ้าง/ค่าแรงงาน คิดเป็นร้อยละ 15.22 ตามลำดับ และมีอัตราส่วนผลตอบแทนจากการลงทุน (ROI) ร้อยละ 13.81 ดังแสดงใน Table 4

Table 4 Cost-benefit of inshore fisherman (soft cuttlefish)

Item	Value in cash (Baht)	Value non-cash (Baht)	Percentage
1. Fixed costs			
1.1 Depreciation of fishing boat		5,686.53	5.84
1.2 Depreciation of equipment		1,645.00	1.69
1.3 Opportunity cost for capital		1,028.88	1.06
Total fixed costs		8,360.41	
2. Variable costs			
2.1 Cost for fuel oil	25,895.19		26.60
2.2 Cost of fishing boat repairs	3,900.96		4.01
2.3 Cost of equipment repairs	3,856.54		3.96
2.4 Cost for fishing bait fee	1,941.42		1.99
2.5 Cost for ice	646.15		0.66
2.6 Cost for food	3,017.31		3.10
2.7 Others, such as shipping cost	841.35		0.86
2.8 Wages	14,812.50		15.22
2.9 Household opportunity cost		34,067.31	35.00

Table 4 (Continued)

Item	Value in cash (Baht)	Value non-cash (Baht)	Percentage
Total variable cost	88,978.73		
Total cost	97,339.14		100.00
Total cash cost	54,911.42		
Total revenue	110,789.23		
Net profit	13,450.09		
Profit is above cash costs	55,877.81		
Return on Investment (ROI)	13.81		

Source: from interviews and calculations

5. ต้นทุนและผลตอบแทนของชาวประมงชายฝั่ง (หอยตะเภา)

ผลการศึกษาพบว่า ชาวประมงจะสามารถเก็บหอยตะเภาได้ในบางช่วงฤดูกาล คือ ช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนกุมภาพันธ์ โดยชาวประมงมีกำไรสุทธิเฉลี่ยต่อปีจากการเก็บหอยตะเภา จำนวน 3,401.78 บาทต่อราย และกำไรสุทธิเหนือต้นทุนเงินสดเฉลี่ยต่อปี จำนวน 26,275.00 บาทต่อราย ด้านต้นทุนรวมเฉลี่ยต่อปีในการเก็บหอยตะเภา เป็นจำนวน 31,548.22 บาทต่อราย โดย

แยกเป็นต้นทุนคงที่ ไม่เป็นเงินสด จำนวน 373.22 บาท ซึ่งเป็นค่าเสื่อมราคาเครื่องมืออุปกรณ์มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 1.15 ด้านต้นทุนผันแปรรวม จำนวน 31,175.00 บาท สำหรับต้นทุนผันแปรที่สำคัญ ได้แก่ ค่าเสียโอกาสแรงงานครัวเรือนที่ไม่เป็นเงินสด คิดเป็นร้อยละ 71.32 ค่าลูกจ้าง/ค่าแรงงาน คิดเป็นร้อยละ 21.40 และค่าใช้จ่ายอื่นๆ เช่น ค่าขนส่ง ค่าใช้จ่ายในการขาย คิดเป็นร้อยละ 4.95 ตามลำดับ และมีอัตราส่วนผลตอบแทนจากการลงทุน (ROI) ร้อยละ 10.78 ดังแสดงใน Table 5

Table 5 Cost-benefit of inshore fisherman (leather donax)

Item	Value in cash (Baht)	Value non-cash (Baht)	Percentage
1. Fixed costs			
1.1 Depreciation of equipment		120.83	1.15
1.2 Opportunity cost for capital		10.72	0.03
Total fixed costs		373.22	

Table 5 (Continued)

Item	Value in cash (Baht)	Value non-cash (Baht)	Percentage
2. Variable costs			
2.1 Cost of equipment repairs	362.50		1.15
2.2 Others, such as shipping cost	1,562.50		4.95
2.3 Wages	6,750.00		21.40
2.4 Household opportunity cost		22,500.00	71.32
Total variable cost	31,175.00		
Total cost	31,548.22		100.00
Total cash cost	8,675.00		
Total revenue	34,950.00		
Net profit	3,401.78		
Profit is above cash costs	26,275.00		
Return on Investment (ROI)	10.78		

Source: from interviews and calculations

6. ต้นทุน ผลตอบแทนและอัตราผลตอบแทนต่อการลงทุนจำแนกตามประเภทผลผลิตสัตว์น้ำ

ผลการศึกษาต้นทุนและผลตอบแทนชาวประมงชายฝั่งในพื้นที่จังหวัดตรัง รอบการผลิตระหว่างวันที่ 1 ตุลาคม พ.ศ. 2561 ถึงวันที่ 30 กันยายน พ.ศ. 2562 พบว่าสัตว์น้ำที่ชาวประมงส่วนใหญ่จับมากที่สุดประกอบด้วย ปูม้า กุ้งแชบ๊วย หมึกหอม ปลาทราย และหอยตะเภา ตามลำดับ ชาวประมงชายฝั่งมีรายได้รวมเฉลี่ยต่อปีสูงสุดจากการทำประมงปูม้า เท่ากับ 259,855.83 บาทต่อราย รองลงมาคือ กุ้งแชบ๊วย เท่ากับ 234,293.75 บาทต่อราย และน้อยที่สุดคือ หอยตะเภา เท่ากับ 34,950.00 บาทต่อราย ทั้งนี้เนื่องจากหอยตะเภาสามารถเก็บผลผลิตได้เฉพาะช่วงฤดูกาล และเมื่อพิจารณาในส่วน of ต้นทุนรวมเฉลี่ยต่อปีในการทำประมงชายฝั่ง ประกอบด้วยต้นทุนคงที่และต้นทุนผันแปร

สำหรับต้นทุนผันแปรที่สำคัญในการทำประมงชายฝั่งประกอบด้วย ค่าแรงงาน ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง และค่าซ่อมแซมเครื่องมือและอุปกรณ์ประมง โดยการประมงหอยตะเภามีต้นทุนรวมต่ำที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากไม่ต้องใช้เรือและเครื่องยนต์ จึงไม่มีค่าน้ำมันเชื้อเพลิง เครื่องมือและอุปกรณ์ประมงน้อยกว่าการประมงสัตว์น้ำประเภทอื่น ๆ เมื่อพิจารณาต้นทุนรวมของสัตว์น้ำทุกประเภท พบว่าการประมงปูม้ามีต้นทุนรวมเฉลี่ยต่อปีสูงที่สุดเท่ากับ 214,266.81 บาทต่อราย เนื่องจากต้นทุนผันแปรในส่วน of ค่าเครื่องมืออุปกรณ์ประมงและค่าจ้างแรงงาน ดังนั้นเมื่อต้นทุนรวมสูงส่งผลให้กำไรสุทธิเฉลี่ยในการทำประมงปูม้า เท่ากับ 45,589.02 บาทต่อรายต่ำกว่าการประมงกุ้งแชบ๊วย ซึ่งมีกำไรสุทธิเฉลี่ยต่อปีสูงที่สุด เท่ากับ 47,268.78 บาทต่อราย และเมื่อวิเคราะห์อัตราส่วนผลตอบแทนจากการลงทุน (ROI) ของการทำประมง

ชายฝั่งในผลผลิตสัตว์น้ำทั้ง 5 ชนิด พบว่าการประมงกุ้งแชบ๊วย มีผลตอบแทนจากการลงทุนสูงที่สุด 25.27 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ การประมงปูม้า มีผลตอบแทนจากการลงทุน เท่ากับ 21.28 เปอร์เซ็นต์ และการประมง

หมึกหอม ปลาทราย หอยตะเภา มีผลตอบแทนจากการลงทุน เท่ากับ 13.81, 12.84 และ 10.78 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ดังแสดงใน Table 6

Table 6 Cost-benefit of inshore fisherman in Trang province

Category	Total revenue	Total fix cost	Total variable cost	Total cost	Net profit	Profit above cash costs	Return on investment (ROI)
Blue crab	259,855.83	14,528.04	199,738.77	214,266.81	45,589.02	137,540.39	21.28
Banana shrimp	234,293.75	11,578.75	175,446.22	187,024.97	47,268.78	139,802.89	25.27
Sand whiting	118,720.00	8,790.84	96,412.00	105,202.84	13,517.16	53,898.00	12.84
Soft cuttlefish	110,789.23	8,360.41	88,978.73	97,339.14	13,450.09	55,877.81	13.81
Leather donax	34,950.00	373.22	31,175.00	31,548.22	3,401.78	26,275.00	10.78

Source: from interviews and calculations

7. ปัญหาและอุปสรรคของชาวประมงชายฝั่งจังหวัดตรัง

ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มตัวอย่างชาวประมงชายฝั่งส่วนใหญ่มีปัญหาและอุปสรรค มากที่สุดร้อยละ 39.06 ในเรื่องความแปรปรวนของสภาพอากาศ ส่งผลกระทบต่อการออกทะเลเพื่อหาสัตว์น้ำ รองลงมาคือ

ปัญหาเรื่องเรือประมงผิดกฎหมาย การใช้ฉวนรุน ฉวนลาก และขโมย ร้อยละ 21.56 และปัญหาเรื่องต้นทุนวัตถุดิบในการทำประมงราคาสูง โดยเฉพาะเรื่องของราคาน้ำมัน ร้อยละ 11.88 รวมทั้งเรื่องของทรัพยากรประมงในทะเลลดลง ร้อยละ 9.69 ดังแสดงใน Table 7

Table 7 Problems and obstacles of inshore fishermen in Trang province

Problems and obstacles	Frequency	Percentage
Weather variability	125	39.06
Cost of raw materials in fishing is high	38	11.88
Invasion of areas / territories in fishing	20	6.25
Illegal fishing boat / theft	69	21.56
Decrease in fishery resources in the sea	31	9.69
The number of commercial fishing boats is increasing	16	5.00
Other such as employee problems	21	6.56
Total	320	100

Source: from interviews and calculations

วิจารณ์และสรุปผลการวิจัย

การวิเคราะห์ต้นทุน ผลตอบแทนของชาวประมงชายฝั่งกลุ่มตัวอย่างในพื้นที่อำเภอหาดสำราญ และอำเภอปะเหลียน จังหวัดตรัง ในรอบการผลิต ระหว่างวันที่ 1 ตุลาคม พ.ศ. 2561 – 30 กันยายน พ.ศ. 2562 ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจชาวประมงครั้งนี้ พบว่าต้นทุนบางรายการชาวประมงไม่เคยได้ทำการจดบันทึกไว้ บางรายการจึงเป็นข้อสรุปจากประสบการณ์ของชาวประมง บางรายการอาศัยการอ้างอิงจากมูลค่าตลาดจริงในปัจจุบัน ส่งผลให้ข้อมูลบางส่วนอาจมีความคลาดเคลื่อนได้ ซึ่งถือเป็นข้อจำกัดในการศึกษาครั้งนี้ แต่ทั้งนี้ได้พบประเด็นที่น่าสนใจกล่าวคือ จากการสำรวจชาวประมงชายฝั่ง พบว่าสัตว์น้ำที่ชาวประมงส่วนใหญ่จับมากที่สุด ประกอบด้วย ปูม้า กุ้งแชบ๊วย หมึกหอม ปลาทราย และหอยตะเกาตามลำดับ โดยชาวประมงชายฝั่งมีรายได้รวมเฉลี่ยต่อปีสูงสุดจากการทำประมงปูม้าต่อปี จำนวน 259,855.83 บาทต่อราย รองลงมาคือ กุ้งแชบ๊วย จำนวน 234,293.75 บาทต่อราย และน้อยที่สุดคือ หอยตะเกา จำนวน 34,950.00 บาทต่อราย ทั้งนี้เนื่องจากหอยตะเกาสามารถเก็บผลผลิตได้เฉพาะช่วงฤดูกาล และเมื่อพิจารณาในส่วน

ต้นทุนคงที่และต้นทุนผันแปร สำหรับต้นทุนผันแปรที่สำคัญในการทำประมงชายฝั่ง ประกอบด้วย ค่าแรงงาน ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง และค่าซ่อมแซมเครื่องมือและอุปกรณ์ประมง ซึ่งสอดคล้องกับงานศึกษาของ Singsunjit, (2016) ทำการศึกษาต้นทุนผลตอบแทนหอยไฟไหม้ชาวประมงอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี พบว่าต้นทุนผันแปรที่มากที่สุดของชาวประมง คือ ต้นทุนแรงงาน

ด้านต้นทุนรวมเฉลี่ยต่อปีของผลผลิตสัตว์น้ำ ทั้ง 5 ประเภท พบว่าชาวประมงปูม้ามีต้นทุนรวมเฉลี่ยต่อปีสูงที่สุด จำนวน 214,266.81 บาทต่อราย ทั้งนี้เนื่องมาจากต้นทุนผันแปรในส่วน of ค่าซ่อมแซมเครื่องมืออุปกรณ์ประมงและค่าจ้างแรงงาน เมื่อต้นทุนรวมเฉลี่ยต่อปีสูงส่งผลให้กำไรสุทธิเฉลี่ยต่อปีในการทำประมงปูม้า เป็นจำนวน 45,589.02 บาทต่อราย รองจากการทำประมงกุ้งแชบ๊วย ซึ่งมีกำไรสุทธิเฉลี่ยต่อปีสูงสุดจำนวน 47,268.78 บาทต่อราย และน้อยที่สุดคือการทำประมงหอยตะเกา จำนวน 3,401.78 บาทต่อราย ซึ่งต้นทุนที่กล่าวมานี้ชาวประมงบางรายไม่ได้ทำการจดบันทึก และไม่คิดว่าเป็นค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานผลตอบแทนส่วนใหญ่ว่าชาวประมงคิดคำนวณจะคิดเฉพาะที่เป็นต้นทุนเงินสด ทั้งนี้การศึกษาในส่วน

ประมงปูม้าสอดคล้องกับงานวิจัยของ Niumnut and Purisumpun (2014) ซึ่งทำการศึกษาห้วงโซ่อุปทานสัตว์น้ำอ่าวบ้านดอน โดยพบว่าต้นทุนในการทำประมงปูม้ามีส่วนที่แตกต่างกันออกไปตามแต่ละชนิดของปูที่ต้องจับ และประเภทของเครื่องมือที่ใช้ในการจับ การทำประมงปูม้ามีต้นทุนมากที่สุดเป็นต้นทุนค่าวัสดุอุปกรณ์ในการทำประมง เช่น ลอบปู อวนปู และอื่นๆ ในขณะที่ผลตอบแทนจากการทำประมงปูม้าด้วยลอบปูและอวนปูนั้น พบว่าชาวประมงที่ใช้อวนปูจะได้จำนวนผลผลิตเฉลี่ยต่อปีมากกว่าผู้ทำประมงด้วยลอบปู โดยรายได้ส่วนใหญ่จะเป็นรายได้ที่เกิดจากการขายปูทั้งตัว นอกจากนั้นยังมีรายได้จากการขายเฉพาะเนื้อปู และรายได้จากการจับสัตว์น้ำอื่น ๆ ที่เป็นผลพลอยได้จากการทำประมง

สำหรับการวิเคราะห์อัตราส่วนผลตอบแทนจากการลงทุน (ROI) ของการประมงชายฝั่ง ในสัตว์น้ำทั้ง 5 ชนิด พบว่าการประมงกุ้งแชบ๊วย มีผลตอบแทนจากการลงทุนสูงที่สุด 25.27 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ การประมงปูม้า มีผลตอบแทนจากการลงทุน เท่ากับ 21.28 เปอร์เซ็นต์ และการประมงหมึกหอม ปลาทราย หอยตะเกา มีผลตอบแทนจากการลงทุน เท่ากับ 13.81, 12.84 และ 10.78 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม ผลตอบแทนจากการลงทุนของการประมงชายฝั่ง อยู่ในเกณฑ์สูงเมื่อเปรียบเทียบกับ การประกอบอาชีพการเกษตรอื่น ๆ เนื่องจากการทำประมงชายฝั่งหรือการใช้ประโยชน์ทางทะเล ไม่มีต้นทุนของฐานทรัพยากรธรรมชาติ จึงพบว่าผลกำไรจากการลงทุนด้านการประมงชายฝั่งยังคงเป็นแรงจูงใจในการใช้ประโยชน์สูงในปัจจุบันและมีความคุ้มค่าในการลงทุน สอดคล้องกับการศึกษาของ Pornratanachotsakul (2016) ซึ่งทำการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนการทำประมงพื้นบ้านบริเวณแนวปะการังเทียม อ่าวหลังสวน จังหวัดชุมพร โดยสำรวจชาวประมงพื้นบ้านที่ทำประมงด้วยเรือขนาดกลางและขนาดเล็ก พบว่าชาวประมงออกเรือเฉลี่ย 160 วันต่อปี โดยสัตว์น้ำที่ชาวประมงจับได้มากที่สุด คือ ปลา เรือขนาดเล็กมีต้นทุนรวมเฉลี่ย

260,623.68 บาทต่อปี รายได้เฉลี่ย 464,244.78 บาทต่อปี ส่วนเรือขนาดกลาง มีต้นทุนรวมเฉลี่ย 310,400.50 บาทต่อปี รายได้เฉลี่ย 438,293.37 บาทต่อปี และเมื่อวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการลงทุน พบว่ามีความคุ้มค่าในการลงทุนทั้ง 2 ขนาดเรือ

ส่วนการศึกษาปัญหาและอุปสรรคในการทำประมงชายฝั่ง อำเภอหาดสำราญ และอำเภอปะเหลียน จังหวัดตรัง พบว่าชาวประมงชายฝั่งประสบปัญหาเรื่องความแปรปรวนของสภาพอากาศมากที่สุด รองลงมาคือปัญหาเรื่องเรือประมงผิดกฎหมายและขโมย รวมทั้งปัญหาเรื่องต้นทุนวัตถุดิบในการทำประมงราคาสูง จากการศึกษาของ Sirichai-Ekawat (2014) กล่าวถึงปัญหาและอุปสรรคของการทำประมงไทยในลักษณะเดียวกัน เช่น ปัญหาการใช้เครื่องมือประมงทำลายล้างนานาชนิด เช่น อวนรุน อวนลาก เรือไฟปั่นปลากะตัก และการระเบิดปลา ปัญหาต้นทุนการผลิตสูงขึ้นอยู่ตลอดเวลา โดยเฉพาะราคาน้ำมันดีเซล ปัญหาความเสื่อมโทรมของทรัพยากรประมง จำนวนเรือประมงที่มากกว่าจำนวนทรัพยากร ตลอดจนการทำลายป่าชายเลน ปะการัง หอ้าทะเล ซึ่งเป็นแหล่งเพาะฟักสัตว์น้ำตามธรรมชาติ เมื่อสัตว์น้ำลดลงชาวประมงจับสัตว์น้ำได้น้อยลง ส่งผลให้รายได้ลดลง ตลอดจนปัญหาของหน่วยงานภาครัฐขาดความรู้ความเข้าใจ ขาดนโยบาย และไม่สนใจแก้ไขปัญหาอย่างจริงจังและต่อเนื่อง

ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษานี้ มีข้อเสนอแนะเพื่อเป็นประโยชน์ต่อชาวประมงและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. ชาวประมงควรติดตามข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับราคาสัตว์น้ำ เพื่อการวางแผนการผลิตและการจำหน่าย โดยการเตรียมแผนรองรับในการป้องกันความผันผวนของราคาสัตว์น้ำที่อาจเกิดขึ้น ซึ่งส่งผลกระทบต่อระดับรายได้ ตลอดจนการวางแผนเรื่องของต้นทุนการผลิตที่มีแนวโน้มและทิศทางของราคาที่เพิ่มสูงขึ้น

2. ภาครัฐควรส่งเสริมและเอื้ออำนวยให้กับชาวประมงชายฝั่งด้านเทคนิควิชาการ การวางแผนการผลิตและการเพิ่มมูลค่าให้แก่ผลผลิตสัตว์น้ำ เช่น การแปรรูปผลผลิตสัตว์น้ำให้เป็นไปตามความต้องการของผู้ประกอบการ โดยเฉพาะในกรณีที่ผลผลิตสัตว์น้ำมีมากกว่าความต้องการของตลาด รวมทั้งเรื่องของการบริหารจัดการจำหน่ายผลผลิตสัตว์น้ำ หากมีการรวมกลุ่มหรือสามารถจำหน่ายผลผลิตได้หลากหลายช่องทางจะส่งผลให้ได้รับราคาที่สูงขึ้น

3. ในปัจจุบันมีการให้ความสนใจการทำประมงแบบยั่งยืนและคำนึงถึงทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมเพิ่มมากขึ้น ตลอดจนการคำนึงถึงการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ ความแปรปรวน ตลอดจนภัยธรรมชาติที่ส่งผลกระทบต่อการทำประมงชายฝั่ง

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณชาวประมงชายฝั่งพื้นที่อำเภอหาดสำราญ และอำเภอปะเหลียน จังหวัดตรัง ที่อนุเคราะห์ข้อมูลเพื่อประกอบการทำวิจัยในครั้งนี้ และขอขอบคุณสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) สำหรับทุนอุดหนุนภายใต้โครงการวิจัย “การขับเคลื่อนห่วงโซ่คุณค่าใหม่ของธุรกิจอาหารทะเลในจังหวัดตรัง เพื่อยกระดับเศรษฐกิจฐานรากของชุมชนประมงชายฝั่ง”

เอกสารอ้างอิง

Fisheries Development Policy and Strategy

Division, Department of Fisheries. 2017.

Fisheries statistic. [Online]. Available <https://www.fisheries.go.th/strategy-stat/>. (10 June 2019). [in Thai]

Niumnut, N. and R. Purisumpun. 2014. **Supply chain of aquatic animals from Ao Ban Don (Ban Don bay): case study of blue crab, black crab and mangrove crab.** 93 p. In Research Report. Bangkok: The Thailand Research Fund (TRF). [in Thai]

Pornratanachotsakul, M. 2016. **Analysis of Cost and Return of Local Fisheries along Artificial Reef Areas in Langsuan District, Chumphon Province.** Master Thesis. King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang. 107 p. [in Thai]

Singsunjit, S. 2016. Production system, marketing system, cost and returns of oriental hard clam case study: fishermen in Bandon bay, Surat Thani province. **Journal of Southern Technology** 9(2): 69-76. [in Thai]

Sirichai-Ekawat, W. 2014. **Facts, problems, obstacles and solutions to the entire system of Thai marine fisheries.** [Online]. Available <https://thaipublica.org/wp-content/uploads/2015/07/> (10 June 2020). [in Thai]

Trang Provincial Fisheries Office. 2015. **Fisheries economic data of Trang province.** [Online]. Available <https://www4.fisheries.go.th/local/index.php/main/site2/fpo-trang> (1 June 2019). [in Thai]

Trang Provincial Agricultural Office. 2017. **Information on gross agricultural product of Trang province.** [Online]. Available <http://www.trang.doae.go.th/web58/index.html> (25 May 2019). [in Thai]

การพยากรณ์ราคาหัวมันสำปะหลังสดด้วยวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ Forecasting of Fresh Cassava Prices via the Use of Box-Jenkins Method

วรางคณา เรียนสุทธิ์

Warangkhan Riansut

สาขาวิชาคณิตศาสตร์และสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ พัทลุง 93210

Department of Mathematics and Statistics, Faculty of Science, Thaksin University, Pattalung, Thailand 93210

Corresponding author: warang27@gmail.com

Received: April 09, 2020

Revised: March 08, 2021

Accepted: April 23, 2021

Abstract

The objective of this study was to construct and select an appropriate forecasting model for fresh cassava prices via the use of Box-Jenkins method. 277 data points gathered from the website of the Office of Agricultural Economics during January 1997 to January 2020 were used and divided into 2 sets. The first set, consisting of 264 data points and from the period of January 1997 to December 2018, were used to construct the forecasting models. The second set, consisting of 13 data points and from the period of January 2019 to January 2020, were used to compare the accuracy of the forecasting models; the lowest mean absolute percentage error and root mean square error were used as the comparison criteria. The result show that the most accurate model is SARIMA(1, 2, 1)(1, 1, 0)₁₂ with no constant; the forecasting model can be written as the equation:

$$\hat{Y}_t = \text{Exp}\{2.56148Z_{t-1} - 2.12296Z_{t-2} + 0.56148Z_{t-3} + 0.47256Z_{t-12} - 1.21045Z_{t-13} + 1.00323Z_{t-14} \\ - 0.26533Z_{t-15} + 0.52744Z_{t-24} - 1.35103Z_{t-25} + 1.11973Z_{t-26} - 0.29615Z_{t-27} - 0.99760e_{t-1}\}$$

Keywords: fresh cassava, Box-Jenkins method, mean absolute percentage error
root mean square error

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้คือ การสร้างและคัดเลือกตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมกับอนุกรมเวลา ราคาหัวมันสำปะหลังสดด้วยวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ โดยใช้ข้อมูลจากเว็บไซต์ของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2540 ถึงเดือนมกราคม พ.ศ. 2563 จำนวน 277 ค่า ข้อมูลถูกแบ่งออกเป็น 2 ชุด

ชุดที่ 1 ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2540 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561 จำนวน 264 ค่า สำหรับการสร้างตัวแบบพยากรณ์ ข้อมูลชุดที่ 2 ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2562 ถึงเดือนมกราคม พ.ศ. 2563 จำนวน 13 ค่า นำมาใช้ในการเปรียบเทียบความถูกต้องของตัวแบบพยากรณ์ โดยใช้เกณฑ์ร้อยละค่าคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยและเกณฑ์รากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยที่ต่ำที่สุด ผลการศึกษาพบว่าตัวแบบพยากรณ์ที่มีความถูกต้อง

มากที่สุด คือ ตัวแบบ SARIMA(1, 2, 1)(1, 1, 0)₁₂ ไม่มีพจน์ค่าคงตัว และสามารถเขียนเป็นสมการพยากรณ์ได้ดังนี้

$$\hat{Y}_t = \text{Exp}\{2.56148Z_{t-1} - 2.12296Z_{t-2} + 0.56148Z_{t-3} + 0.47256Z_{t-12} - 1.21045Z_{t-13} + 1.00323Z_{t-14} - 0.26533Z_{t-15} + 0.52744Z_{t-24} - 1.35103Z_{t-25} + 1.11973Z_{t-26} - 0.29615Z_{t-27} - 0.99760e_{t-1}\}$$

คำสำคัญ: หั้วมันสำปะหลังสด วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ ร้อยละค่าตลาดเคลื่อนไหวสัมบูรณ์เฉลี่ย ราคาของค่าตลาดเคลื่อนไหวกำลังสองเฉลี่ย

คำนำ

ในปี พ.ศ. 2559 ประเทศไทยสามารถผลิตมันสำปะหลังได้ประมาณปีละ 26-27 ล้านตัน แต่มีความต้องการใช้ภายในประเทศเพียงปีละไม่เกิน 10 ล้านตัน มันสำปะหลังส่วนเกินจึงสามารถส่งออกและนารายได้เข้าประเทศเป็นจำนวนมาก (Keerativibool, 2016) ต่อมาสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรได้รายงานผลผลิตมันสำปะหลังโรงงานของปี พ.ศ. 2561 ซึ่งเป็นข้อมูล ณ เดือนมีนาคม พ.ศ. 2561 พบว่าผลผลิตมันสำปะหลังอยู่ที่ 27.24 ล้านตัน ลดลงจากปี พ.ศ. 2560 ที่มีจำนวน 30.495 ล้านตัน หรือลดลง 3.255 ล้านตัน คิดเป็นร้อยละ 10.67 เนื่องจากมันสำปะหลังโรงงานในช่วงปี พ.ศ. 2559-2560 มีราคาตกต่ำทำให้เกษตรกรผู้ปลูกประสบปัญหาขาดทุน ประกอบกับในปี พ.ศ. 2560 สถานการณ์ภัยแล้งเริ่มคลี่คลาย ส่งผลให้เกษตรกรลดพื้นที่การปลูกมันสำปะหลังโรงงานซึ่งเป็นพืชทนแล้ง และหันไปปลูกพืชชนิดอื่นที่ให้ผลตอบแทนที่ดีกว่า เช่น อ้อยโรงงาน ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และไม้ผล เป็นต้น สำหรับราคาหัวมันสำปะหลังสดที่เกษตรกรขายได้ช่วงวันที่ 2-6 เมษายน พ.ศ. 2561 เฉลี่ยกิโลกรัมละ 2.49 บาท สูงขึ้นจากช่วงเดียวกันของปีที่ผ่านมาร้อยละ 88 โดยสาเหตุที่ราคามีแนวโน้มสูงขึ้น เนื่องจากปริมาณผลผลิตมันสำปะหลังลดลงทำให้ผลผลิตไม่เพียงพอกับความต้องการใช้ของ

ผู้ประกอบการ และจากราคามันสำปะหลังที่ปรับตัวสูงขึ้นทำให้เกษตรกรบางส่วนเร่งทำการขุดมันสำปะหลังตั้งแต่ต้นปีการผลิต คือ เดือนตุลาคมถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2560 และทำการเพาะปลูกซ้ำเพื่อเก็บเกี่ยวในช่วงที่ราคายังคงอยู่ในเกณฑ์ดี ซึ่งอาจทำให้มีผลผลิตมันสำปะหลังโรงงานออกสู่ตลาดในช่วงปลายปีการผลิตอีกรอบหนึ่งในเดือนสิงหาคมถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2561 (Agricultural Information Center, 2018)

อย่างไรก็ตาม เกษตรกรผู้ปลูกหัวมันสำปะหลังสดอาจมีคำถามว่าแนวโน้มของราคาจะยังคงสูงขึ้นเช่นนี้ตลอดไปหรือไม่ การพยากรณ์ทางสถิตินับเป็นเครื่องมือหนึ่งที่ช่วยตอบคำถามนี้ได้ ด้วยเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงเริ่มสืบค้นงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบการศึกษาของ Keerativibool (2016) ได้ศึกษาตัวแบบพยากรณ์ปริมาณการส่งออกแป้งมันโดยใช้วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ (Box-Jenkins Method) วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบคูณ (Winters' Multiplicative Exponential Smoothing Method) และวิธี การแยกส่วนประกอบอนุกรมเวลา (Decomposition Method) ผลการศึกษาพบว่า วิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมมากที่สุดคือ วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบคูณ การศึกษาของ Riansut (2019) ได้ศึกษาการพยากรณ์ราคามันเส้นโดยใช้วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ วิธี การปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของโฮลต์ (Holt's Exponential Smoothing Method) วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแดม (Damped Trend Exponential Smoothing Method) วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีฤดูกาลอย่างง่าย (Simple Seasonal Exponential Smoothing Method) วิธี การปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบบวก (Winters' Additive Exponential Smoothing Method) และวิธี การปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบคูณ ผลการศึกษาพบว่า วิธีที่มีความถูกต้องมากที่สุดคือ วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบบวก การศึกษาของ Komkul (2017) ได้ศึกษาการ

พยากรณ์ราคาแป้งมันสำปะหลังของประเทศไทยโดยใช้วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของโฮลต์ วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแตรัม วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังอย่างง่าย (Simple Exponential Smoothing Method) และวิธีการเฉลี่ยเคลื่อนที่อย่างง่าย 3, 6 และ 12 เดือน (Moving Average Method) ผลการศึกษาพบว่า ภายใต้เกณฑ์ร้อยละค่าคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Percentage Error: MAPE) วิธีการเฉลี่ยเคลื่อนที่อย่างง่าย 3 เดือน เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพสูงที่สุด ขณะที่ภายใต้เกณฑ์รากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Root Mean Square Error: RMSE) วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังอย่างง่าย เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพสูงที่สุด และการศึกษาของ Thitinunpong and Parthanadee (2012) ได้ศึกษาการพยากรณ์ราคาข้าวโพดและราคาขายมันสำปะหลังเส้นจากการพยากรณ์ด้วย Expert modeler ในโปรแกรม PASW 18.0 พบว่าตัวแบบที่ให้ผลค่าคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์ราคาต่ำที่สุด สำหรับราคาข้าวโพดและราคาขายมันสำปะหลังคือ ตัวแบบ ARIMA (1, 1, 0) บนชุดข้อมูลที่มีการแปลงค่าด้วยลอการิทึมธรรมชาติ (Natural Logarithm) ขณะที่ตัวแบบที่เหมาะสมกับราคามันเส้นที่จังหวัดชลบุรีและจังหวัดพระนครศรีอยุธยา คือ วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแตรัม และวิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้น (โดยใช้ราคามันเส้นในจังหวัดชลบุรีเป็นตัวแปรต้น) ตามลำดับ

สำหรับการศึกษารั้งนี้ ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะศึกษาการสร้างตัวแบบพยากรณ์ราคาหัวมันสำปะหลังสดด้วยวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ เนื่องจากเป็นวิธีที่มีความแม่นยำในการพยากรณ์สูง โดยมีหลายงานวิจัยที่ยืนยันผลว่าวิธีการนี้เป็นวิธีการที่มีความเหมาะสม (Keerativibool, 2014; Thanapala, et al. 2016; Riansut and Nisan 2017) หลังจากที่ได้ตัวแบบพยากรณ์แล้ว ผู้วิจัยจะคัดเลือกตัวแบบพยากรณ์ที่

ถูกต้องและเหมาะสมมากที่สุด 1 ตัวแบบ โดยใช้เกณฑ์ MAPE และ RMSE ที่ต่ำที่สุด เพื่อใช้พยากรณ์ราคาหัวมันสำปะหลังสดในอนาคตต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

การวิจัยครั้งนี้ดำเนินการสร้างตัวแบบพยากรณ์โดยใช้ข้อมูลกรมเวลาราคาหัวมันสำปะหลังสดเฉลี่ยต่อเดือน (บาท/กิโลกรัม) จากเว็บไซต์ของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (Office of Agricultural Economics, 2020) ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2540 ถึงเดือนมกราคม พ.ศ. 2563 จำนวน 277 ค่า ผู้วิจัยได้แบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ชุด ชุดที่ 1 คือ ข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2540 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561 จำนวน 264 ค่า สำหรับการสร้างตัวแบบพยากรณ์ด้วยวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ ชุดที่ 2 คือ ข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2562 ถึงเดือนมกราคม พ.ศ. 2563 จำนวน 13 ค่า สำหรับการเปรียบเทียบความถูกต้องของตัวแบบพยากรณ์ โดยใช้เกณฑ์ MAPE และ RMSE ที่ต่ำที่สุด การสร้างตัวแบบพยากรณ์ด้วยวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์และการเปรียบเทียบความถูกต้องของตัวแบบพยากรณ์ แสดงรายละเอียดดังนี้

การสร้างตัวแบบพยากรณ์ด้วยวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์

การพยากรณ์ด้วยวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ มีความเหมาะสมกับอนุกรมเวลาที่มีทั้งส่วนประกอบของแนวโน้มและความผันแปรตามฤดูกาล มีตัวแบบในรูปทั่วไปคือ Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average: SARIMA(p, d, q)(P, D, Q)_s แสดงดังสมการที่ (1) (Box, et al. 1994) แต่ในกรณีที่ อนุกรมเวลามีเพียงส่วนประกอบของแนวโน้มเท่านั้น ตัวแบบจะสามารถถูกลดรูปเหลือเพียง ARIMA(p, d, q)

$$\phi_p(B)\phi_p(B^s)(1-B)^d(1-B^s)^pY_t = \delta + \theta_q(B)\theta_q(B^s)\epsilon_t \quad (1)$$

เมื่อ Y_t แทนอนุกรมเวลา ณ เวลา t

ϵ_t แทนอนุกรมเวลาของค่าคลาดเคลื่อนที่มีการแจกแจงปกติ มีลักษณะเป็นไปอย่างสุ่ม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์และมีความแปรปรวนเท่ากันทุกช่วงเวลา

$\delta = \mu\phi_p(B)\Phi_p(B^s)$ แทนค่าคงตัว (Constant) โดยที่ μ แทนค่าเฉลี่ยของอนุกรมเวลาที่คงที่ (Stationary)

$\phi_p(B) = 1 - \phi_1B - \phi_2B^2 - \dots - \phi_pB^p$ แทนตัวดำเนินการสหสัมพันธ์ในตัวเองอันดับที่ p กรณีไม่มีฤดูกาล (Non-Seasonal Autoregressive Operator of Order p : AR(p))

$\Phi_p(B^s) = 1 - \Phi_1B^s - \Phi_2B^{2s} - \dots - \Phi_pB^{ps}$ แทนตัวดำเนินการสหสัมพันธ์ในตัวเองอันดับที่ P กรณีมีฤดูกาล (Seasonal Autoregressive Operator of Order P : SAR(P))

$\theta_q(B) = 1 - \theta_1B - \theta_2B^2 - \dots - \theta_qB^q$ แทนตัวดำเนินการเฉลี่ยเคลื่อนที่อันดับที่ q กรณีไม่มีฤดูกาล (Non-Seasonal Moving Average Operator of Order q : MA(q))

$\Theta_Q(B^s) = 1 - \Theta_1B^s - \Theta_2B^{2s} - \dots - \Theta_QB^{Qs}$ แทนตัวดำเนินการเฉลี่ยเคลื่อนที่อันดับที่ Q กรณีมีฤดูกาล (Seasonal Moving Average Operator of Order Q : SMA(Q))

t แทนช่วงเวลา ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 1 ถึง n_1 เมื่อ n_1 แทนจำนวนข้อมูลในอนุกรมเวลาชุดที่ 1 ($n_1=264$)

s แทนจำนวนคาบของฤดูกาล ($s=12$)

d และ D แทนลำดับที่ของการหาผลต่างและผลต่างฤดูกาล ตามลำดับ

B แทนตัวดำเนินการถอยหลัง (Backward operator) โดยที่ $B^sY_t = Y_{t-s}$

ขั้นตอนการสร้างตัวแบบพยากรณ์โดยวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์

1) พิจารณาอนุกรมเวลาว่าคงที่หรือไม่ โดยพิจารณาจากกราฟของอนุกรมเวลาเทียบกับเวลา (Y_t, t) กราฟฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวเอง (Autocorrelation Function: ACF) และฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วน (Partial Autocorrelation Function: PACF) หากพบว่าอนุกรมเวลาไม่คงที่ (Non-stationary) ต้องแปลงอนุกรม

เวลาให้คงที่ก่อนที่จะทำขั้นตอนต่อไป เช่น การแปลงข้อมูลด้วยการหาผลต่างหรือผลต่างฤดูกาล (Difference or Seasonal difference) การแปลงข้อมูลด้วยลอการิทึมสามัญ (Common logarithm) หรือลอการิทึมธรรมชาติ (Natural logarithm) การแปลงข้อมูลด้วยเลขยกกำลัง เช่น ยกกำลัง 0.5 (Square root transformation) หรือ ยกกำลัง 2 (Square transformation) เป็นต้น

2) กำหนดตัวแบบพยากรณ์ที่เป็นไปได้จากกราฟ ACF และ PACF ของอนุกรมเวลาที่คงที่ กล่าวคือ กำหนดค่า p, q, P และ Q พร้อมทั้งประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ โดยค่าของ q และ Q จะพิจารณาจากกราฟ ACF และค่าของ p และ P จะพิจารณาจากกราฟ PACF ซึ่งค่าของ p และ q คือ จำนวนแท่งสหสัมพันธ์แท่งแรก ๆ ที่มีค่าเกินจากขอบเขต $\pm 2/\sqrt{n_1}$ ขณะที่ค่าของ P และ Q คือ จำนวนแท่งสหสัมพันธ์ตามฤดูกาลที่มีค่าเกินจากขอบเขต $\pm 2/\sqrt{n_1}$

3) ตัดพารามิเตอร์ที่ไม่มีนัยสำคัญออกจากตัวแบบพยากรณ์ครั้งละ 1 ตัว โดยถ้าพารามิเตอร์ของอันดับที่ต่ำกว่าไม่มีนัยสำคัญ แต่อันดับที่สูงกว่ามีนัยสำคัญ ควรตัดพารามิเตอร์ของอันดับที่สูงที่สุดออกก่อน เช่น มีพารามิเตอร์ 2 ตัวคือ ϕ_1 และ ϕ_2 ถ้า ϕ_1 ไม่มีนัยสำคัญ แต่ ϕ_2 มีนัยสำคัญ ควรตัด ϕ_1 ออกก่อน จากนั้นจึงกำหนดตัวแบบพยากรณ์และประมาณค่าพารามิเตอร์ใหม่จนกว่าจะได้ตัวแบบพยากรณ์ที่ประกอบด้วยพารามิเตอร์ที่มีนัยสำคัญทั้งหมด

4) คัดเลือกตัวแบบพยากรณ์ที่มีค่าเกณฑ์สารสนเทศของเบส์ (Bayesian Information Criterion: BIC) ที่ต่ำที่สุด (Schwarz, 1978) มีค่าสถิติ Ljung-Box Q ที่ไม่มีนัยสำคัญ (Ket-iam, 2005) และอนุกรมเวลาของค่าคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ $\{e_t\}$ มีการแจกแจงปกติ ตรวจสอบโดยใช้การทดสอบคอลโมโกรอฟ-สมิรโนฟ (Kolmogorov-Smirnov test) มีลักษณะเป็นไปอย่างสุ่ม ตรวจสอบโดยใช้การทดสอบรันส์ (Runs test) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ ตรวจสอบโดยใช้การทดสอบที (t-Test) และมีความแปรปรวนเท่ากันทุกช่วงเวลา

ตรวจสอบโดยใช้การทดสอบของเลวีเนียนภายใต้การใช้นิยามฐาน (Levene's test based on median) (Riansut, 2019) หากพบว่าอนุกรมเวลาของค่าตลาดเคลื่อนมีเงื่อนไขข้อใดข้อหนึ่งไม่เป็นจริง จะสรุปว่าตัวแบบพยากรณ์ไม่เหมาะสม และไม่สมควรนำไปใช้ในการพยากรณ์

5) พยากรณ์อนุกรมเวลา โดยใช้ตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุดจากขั้นตอนที่ 4

การเปรียบเทียบความถูกต้องของตัวแบบพยากรณ์

การวิจัยครั้งนี้ได้คัดเลือกตัวแบบพยากรณ์ที่ถูกต้องและเหมาะสมกับอนุกรมเวลาราคาหัวมันสำปะหลังสด โดยการเปรียบเทียบราคาค่าหัวมันสำปะหลังสดของข้อมูลชุดที่ 2 ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2562 ถึงเดือนมกราคม พ.ศ. 2563 จำนวน 13 ค่า กับค่าพยากรณ์เพื่อคำนวณค่า MAPE และ RMSE โดยตัวแบบพยากรณ์ที่ให้ค่า MAPE และ RMSE ต่ำที่สุด จัดเป็นตัวแบบที่มีความถูกต้องและเหมาะสมกับอนุกรมเวลาชุดนี้มากที่สุด เนื่องจากให้ค่าพยากรณ์ที่มีความแตกต่างกับข้อมูลจริงน้อยที่สุด เกณฑ์ MAPE และ RMSE แสดงดังสมการที่ (2) และ (3) ตามลำดับ (Ket-iam, 2005)

$$MAPE = \frac{100}{n_2} \sum_{t=1}^{n_2} \left| \frac{e_t}{Y_t} \right| \quad (2)$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n_2} \sum_{t=1}^{n_2} e_t^2} \quad (3)$$

เมื่อ $e_t = Y_t - \hat{Y}_t$ แทนค่าตลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ ณ เวลา t

Y_t แทนอนุกรมเวลา ณ เวลา t

$\hat{Y}_t$ แทนค่าพยากรณ์ ณ เวลา t

t แทนช่วงเวลา ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 1 ถึง n_2 โดยที่ n_2 แทนจำนวนข้อมูลในอนุกรมเวลาชุดที่ 2 ($n_2=13$)

ผลการวิจัย

จากการพิจารณาลักษณะการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาราคาหัวมันสำปะหลังสดชุดที่ 1 ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2540 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561 จำนวน 264 ค่า พบว่าอนุกรมเวลาชุดนี้มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แต่มีส่วนประกอบของความผันแปรตามฤดูกาลไม่ชัดเจนมากนัก (Figure 1) และจากการตรวจสอบความคงที่ของอนุกรมเวลา พบว่ากราฟ ACF มีลักษณะการเคลื่อนไหวแบบลดลงอย่างช้า ๆ (Die down slowly) และกราฟ PACF มีช่วงเวลาที่ 1 (Lag 1) ที่มีค่าความสัมพันธ์สูงเกินจากขอบเขตที่กำหนดอย่างชัดเจน (Figure 2) หมายความว่า อนุกรมเวลาชุดนี้มีแนวโน้ม ซึ่งได้ผลสอดคล้องกับที่สรุปไว้ใน Figure 1 ผู้วิจัยจึงกำจัดแนวโน้มโดยการหาผลต่างลำดับที่ 1 พบว่าอนุกรมเวลายังไม่มีความคงที่เนื่องจากผลต่างลำดับที่ 1 มีความแปรปรวนไม่คงที่เมื่อเวลาเปลี่ยนแปลงไป (Figure 3) ดังนั้นการศึกษารั้งนี้ ผู้วิจัยจะทำการแปลงข้อมูลด้วยลอการิทึมธรรมชาติก่อนดำเนินการสร้างตัวแบบพยากรณ์

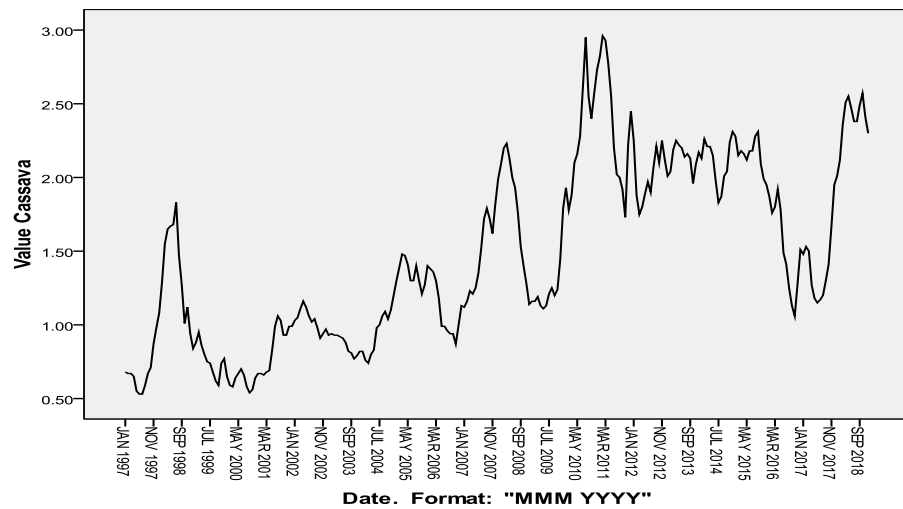


Figure 1 Run plot for the fresh cassava prices during January 1997 to December 2018

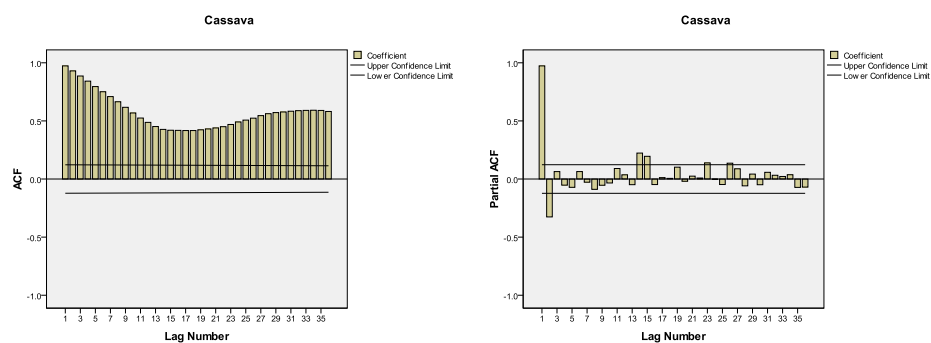


Figure 2 ACF and PACF of the fresh cassava prices

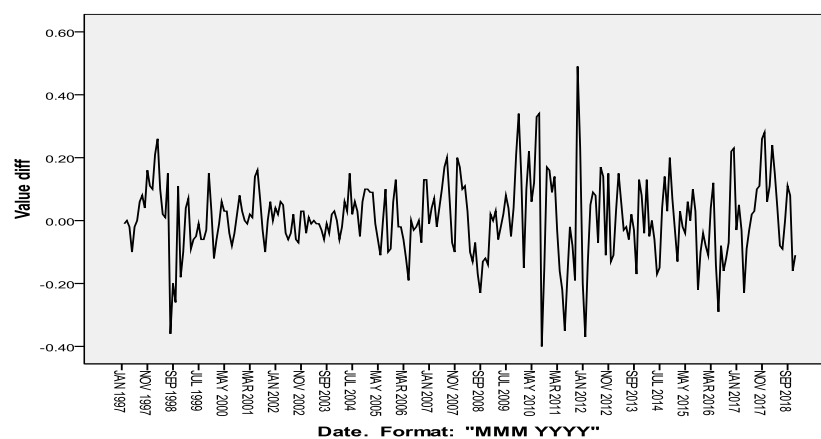


Figure 3 Run plot for the first difference of the fresh cassava prices

ผลการสร้างแบบพยากรณ์ด้วยวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์

หลังจากที่ได้แปลงข้อมูลด้วยลอการิทึมธรรมชาติ (ln) แล้ว ผู้วิจัยได้สร้างกราฟ ACF และ PACF ที่มีการแปลงข้อมูลด้วยการหาผลต่างลำดับที่ 1 ($d=1$) ได้กราฟ ACF และ PACF (Figure 4) พบว่าอนุกรมเวลามีลักษณะคงที่ จึงกำหนดตัวแบบพยากรณ์ที่เป็นไปได้ เริ่มต้นคือ ตัวแบบ SARIMA(2, 1, 1)(0, 1)₁₂ พร้อมกับประมาณค่าพารามิเตอร์ โดยตัวแบบพยากรณ์ที่มีพารามิเตอร์ทุกตัวมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 มีค่า BIC ต่ำที่สุด (BIC=-5.209) และมีค่าสถิติ Ljung-Box Q ไม่มีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 (Ljung-Box Q ณ lag 18=23.313, $p\text{-value}=0.078$) คือ ตัวแบบ SARIMA(1, 1, 0)(1, 0, 1)₁₂ ไม่มีพจน์ค่าคงตัว เมื่อตรวจสอบคุณสมบัติของค่าคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 พบว่าค่าคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติ (Kolmogorov-Smirnov $Z=0.974$, $p\text{-value}=0.332$) มีลักษณะเป็นไปอย่างสุ่ม (Runs Test: $Z=-1.421$, $p\text{-value}=0.155$) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ ($t=0.134$, $p\text{-value}=0.894$) และมีความแปรปรวนเท่ากันทุกช่วงเวลา (Levene Statistic=1.224, $p\text{-value}=0.272$) ดังนั้นตัวแบบ SARIMA(1, 1, 0)(1, 0, 1)₁₂ ไม่มีพจน์ค่าคงตัว มีความเหมาะสม ซึ่งจากสมการที่ (1) สามารถเขียนเป็นตัวแบบได้ดังนี้

$$(1 - \phi_1 B)(1 - \phi_1 B^{12})(1 - B)Z_t = (1 - \theta_1 B^{12})\varepsilon_t; Z_t = \ln(Y_t)$$

$$(1 - \phi_1 B^{12} - \phi_1 B + \phi_1 \phi_1 B^{13})(1 - B)Z_t = \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-12}$$

$$(1 - B - \phi_1 B^{12} + \phi_1 B^{13} - \phi_1 B + \phi_1 B^2 + \phi_1 \phi_1 B^{13}$$

$$- \phi_1 \phi_1 B^{14})Z_t = \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-12}$$

$$Z_t = (1 + \phi_1)Z_{t-1} - \phi_1 Z_{t-2} + \phi_1 Z_{t-12}$$

$$- (1 + \phi_1)\phi_1 Z_{t-13} + \phi_1 \phi_1 Z_{t-14} + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-12}$$

จากการแทนค่าประมาณพารามิเตอร์ จะได้ตัวแบบพยากรณ์แสดงดังนี้

$$\hat{Z}_t = 1.45501Z_{t-1} - 0.45501Z_{t-2} + 0.99508Z_{t-12}$$

$$- 1.44785Z_{t-13} + 0.45277Z_{t-14} - 0.95383\varepsilon_{t-12};$$

$$Z_t = \ln(Y_t)$$

หรือ

$$\hat{Y}_t = \text{Exp}\{1.45501Z_{t-1} - 0.45501Z_{t-2} + 0.99508Z_{t-12}$$

$$- 1.44785Z_{t-13} + 0.45277Z_{t-14} - 0.95383\varepsilon_{t-12}\} \quad (4)$$

เมื่อ $\hat{Y}_t$ แทนค่าพยากรณ์ ณ เวลา t

Z_{t-j} แทนลอการิทึมธรรมชาติของอนุกรมเวลา

ณ เวลา $t - j$

ε_{t-j} แทนค่าคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์

ณ เวลา $t - j$; $\varepsilon_{t-j} = Z_{t-j} - \hat{Z}_{t-j}$

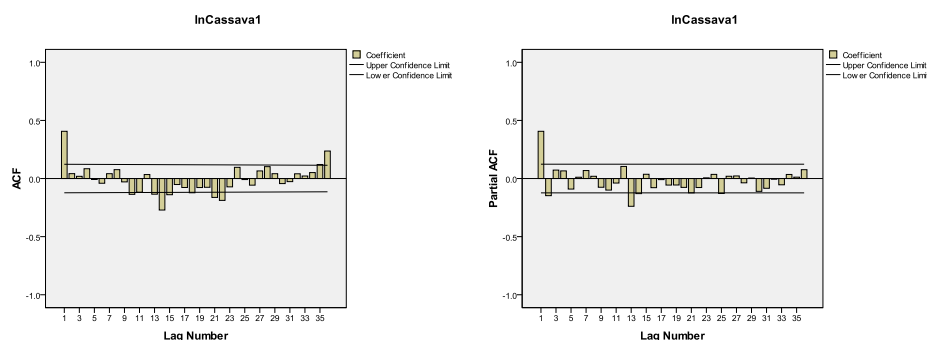


Figure 4 ACF and PACF of the first difference, $d=1$, and the natural logarithm of the fresh cassava prices

อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาที่กราฟ ACF (Figure 4) จะพบว่าที่ Lag 24 และ 36 มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เกินจากขอบเขตเล็กน้อย ผู้วิจัยจึงสงสัยว่าอนุกรมเวลาชุดนี้อาจมีส่วนประกอบของความผันแปรตามฤดูกาลผสมอยู่ ดังนั้นจึงทำการแปลงข้อมูลด้วยการหาผลต่างลำดับที่ 1 ($d=1$) และผลต่างฤดูกาลลำดับที่ 1 ($D=1$) ได้กราฟ ACF

และ PACF (Figure 5) พบว่าอนุกรมเวลายังมีลักษณะไม่คงที่ เนื่องจากกราฟ ACF ยังมีลักษณะการเคลื่อนไหวแบบลดลงอย่างช้า ๆ จึงแปลงข้อมูลอีกครั้งด้วยการหาผลต่างลำดับที่ 2 ($d=2$) และผลต่างฤดูกาลลำดับที่ 1 ($D=1$) ได้กราฟ ACF และ PACF (Figure 6)

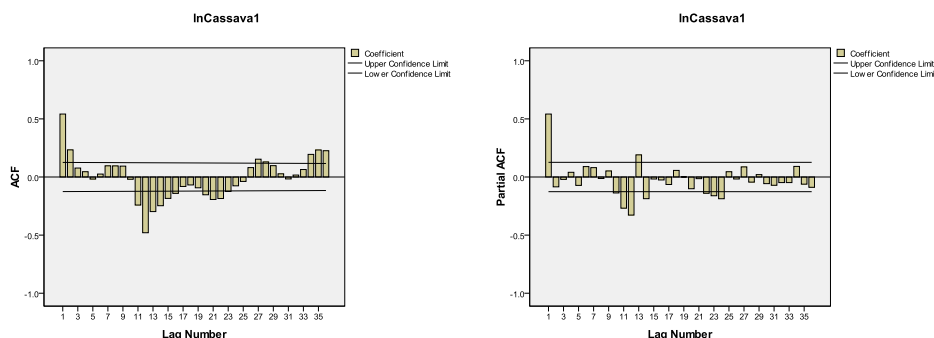


Figure 5 ACF and PACF of the first difference, $d=1$, the seasonal difference, $D=1$, and the natural logarithm of the fresh cassava prices

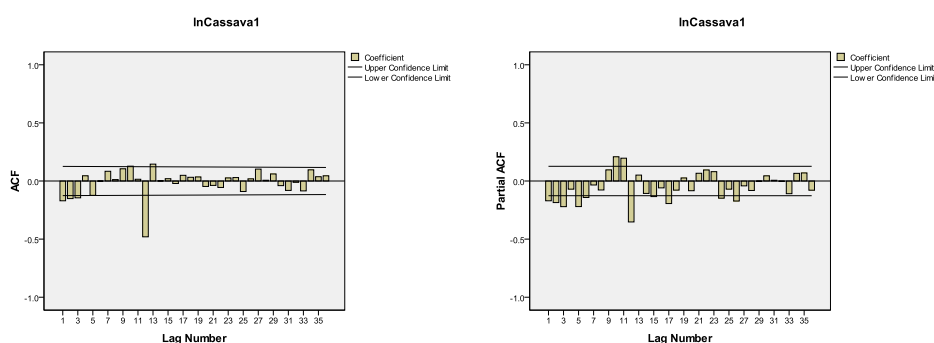


Figure 6 ACF and PACF of the second difference, $d=2$, the seasonal difference, $D=1$, and the natural logarithm of the fresh cassava prices

จาก Figure 6 พบว่าอนุกรมเวลามีลักษณะคงที่ จึงกำหนดตัวแบบพยากรณ์ที่เป็นไปได้เริ่มต้น คือ ตัวแบบ SARIMA(2, 2, 2)(1, 1, 1)₁₂ พร้อมกับประมาณค่าพารามิเตอร์โดยตัวแบบพยากรณ์ที่มีพารามิเตอร์ทุกตัวมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 มีค่า BIC ต่ำที่สุด (BIC=-4.863) และมีค่าสถิติ Ljung-Box Q ไม่มีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 (Ljung-Box Q ณ lag 18=21.731, p -value=0.115) คือ ตัวแบบ SARIMA(1, 2, 1)(1, 1, 1)₁₂ ไม่มีพจน์ค่าคงตัว เมื่อตรวจสอบคุณสมบัติของค่าคลาดเคลื่อนจากการ

พยากรณ์ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 พบว่าค่าคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติ (Kolmogorov-Smirnov $Z=1.163$, p -value=0.133) มีลักษณะเป็นไปอย่างสุ่ม (Runs Test: $Z=-1.141$, p -value=0.254) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ ($t=-0.342$, p -value=0.733) และมีความแปรปรวนเท่ากันทุกช่วงเวลา (Levene Statistic=1.257, p -value=0.250) ดังนั้นตัวแบบ SARIMA(1, 2, 1)(1, 1, 1)₁₂ ไม่มีพจน์ค่าคงตัว มีความเหมาะสม

ซึ่งจากสมการที่ (1) สามารถเขียนเป็นตัวแทนได้ดังนี้

$$\begin{aligned}
 (1 - \phi_1 B)(1 - \phi_1 B^{12})(1 - B)^2(1 - B^{12})Z_t &= \\
 (1 - \theta_1 B)\varepsilon_t; Z_t = \ln(Y_t) \\
 (1 - \phi_1 B^{12} - \phi_1 B + \phi_1 \phi_1 B^{13})(1 - 2B + B^2) \\
 (1 - B^{12})Z_t &= \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} \\
 (1 - \phi_1 B^{12} - \phi_1 B + \phi_1 \phi_1 B^{13})(1 - B^{12} - 2B + 2B^{13} + B^2 - B^{14}) \\
 Z_t &= \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} \\
 (1 - B^2 - 2B + 2B^{13} + B^2 - B^{14} - \phi_1 B^{12} + \phi_1 B^{24} + 2\phi_1 B^{13} \\
 - 2\phi_1 B^{25} - \phi_1 B^{14} + \phi_1 B^{26} - \phi_1 B + \phi_1 B^{13} + 2\phi_1 B^2 \\
 - 2\phi_1 B^{14} - \phi_1 B^3 + \phi_1 B^{15} + \phi_1 \phi_1 B^{13} - \phi_1 \phi_1 B^{25} \\
 - 2\phi_1 \phi_1 B^{14} + 2\phi_1 \phi_1 B^{26} + \phi_1 \phi_1 B^{15} - \phi_1 \phi_1 B^{27}) \\
 Z_t &= \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} \\
 Z_t &= (2 + \phi_1)Z_{t-1} - (1 + 2\phi_1)Z_{t-2} + \phi_1 Z_{t-3} + (1 + \phi_1)Z_{t-12} \\
 &\quad - (2 + \phi_1)(1 + \phi_1)Z_{t-13} + (1 + 2\phi_1)(1 + \phi_1)Z_{t-14} \\
 &\quad - \phi_1(1 + \phi_1)Z_{t-15} - \phi_1 Z_{t-24} + (2 + \phi_1)\phi_1 Z_{t-25} \\
 &\quad - (1 + 2\phi_1)\phi_1 Z_{t-26} + \phi_1 \phi_1 Z_{t-27} + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1}
 \end{aligned}$$

จากการแทนค่าประมาณพารามิเตอร์ จะได้ตัวแบบพยากรณ์แสดงดังนี้

$$\begin{aligned}
 \hat{Z}_t &= 2.56148Z_{t-1} - 2.12296Z_{t-2} + 0.56148Z_{t-3} + 0.47256Z_{t-12} \\
 &\quad - 1.21045Z_{t-13} + 1.00323Z_{t-14} - 0.26533Z_{t-15} \\
 &\quad + 0.52744Z_{t-24} - 1.35103Z_{t-25} + 1.11973Z_{t-26}
 \end{aligned}$$

$$-0.29615Z_{t-27} - 0.99760e_{t-1}; Z_t = \ln(Y_t)$$

หรือ

$$\begin{aligned}
 \hat{Y}_t &= \text{Exp}\{2.56148Z_{t-1} - 2.12296Z_{t-2} + 0.56148Z_{t-3} \\
 &\quad + 0.47256Z_{t-12} - 1.21045Z_{t-13} + 1.00323Z_{t-14} \\
 &\quad - 0.26533Z_{t-15} + 0.52744Z_{t-24} - 1.35103Z_{t-25} \\
 &\quad + 1.11973Z_{t-26} - 0.29615Z_{t-27} - 0.99760e_{t-1}\} \quad (5)
 \end{aligned}$$

เมื่อ $\hat{Y}_t$ แทนค่าพยากรณ์ ณ เวลา t

Z_{t-j} แทนลอการิทึมธรรมชาติของอนุกรมเวลา

ณ เวลา $t - j$

e_{t-j} แทนค่าคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์

ณ เวลา $t - j$; $e_{t-j} = Z_{t-j} - \hat{Z}_{t-j}$

ผลการเปรียบเทียบความถูกต้องของตัวแบบพยากรณ์

จากการใช้ตัวแบบพยากรณ์ในสมการที่ (4) และ (5) เพื่อพยากรณ์ข้อมูลชุดที่ 2 หรือราคาหัวมันสำปะหลังสดตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2562 ถึงเดือนมกราคม พ.ศ. 2563 จำนวน 13 ค่า จากนั้นเปรียบเทียบค่าพยากรณ์ที่ได้กับค่าจริงโดยการคำนวณค่า MAPE และ RMSE ในสมการที่ (2) และ (3) ตามลำดับ (Table 1)

Table 1 MAPE and RMSE of the second dataset

Forecasting Models	MAPE	RMSE
SARIMA(1, 1, 0)(1, 0, 1) ₁₂ with no constant	14.3342	0.2998
SARIMA(1, 2, 1)(1, 1, 0) ₁₂ with no constant	7.2949	0.1570

จาก Table 1 พบว่าวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ ที่มีตัวแบบ SARIMA(1, 2, 1)(1, 1, 0)₁₂ ไม่มีพจน์ค่าคงตัว ดังแสดงในสมการที่ (5) มีความถูกต้องและเหมาะสมมากที่สุด เนื่องจากให้ค่า MAPE และ RMSE ต่ำที่สุด หรือให้ค่าพยากรณ์ที่มีความแตกต่างกับข้อมูลจริงน้อยที่สุด โดยวิธีการพยากรณ์นี้มีความผิดพลาดจากการพยากรณ์

ร้อยละ 7.2949 (MAPE=7.2949) หรือมีความผิดพลาดจากการพยากรณ์ 0.1570 บาท/กิโลกรัม (RMSE=0.1570) ซึ่งทั้ง 2 เกณฑ์ที่ใช้ในการเปรียบเทียบความถูกต้องของตัวแบบพยากรณ์ให้ผลเป็นไปในทิศทางเดียวกัน จึงทำให้น่าเชื่อถือได้มากยิ่งขึ้นว่าตัวแบบดังกล่าวมีความเหมาะสมกับอนุกรมเวลาชุดนี้มากที่สุด

วิจารณ์ผลการวิจัย

หลังจากที่ได้ตัวแบบพยากรณ์ที่สร้างจากข้อมูลชุดที่ 1 หรือราคาหัวมันสำปะหลังสด ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2540 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561 จำนวน 264 ค่า ผู้วิจัยได้พิจารณาความเหมาะสมของตัวแบบพยากรณ์โดยพิจารณาที่ค่า BIC ที่ต่ำที่สุด เนื่องจากค่า BIC ได้ถูกคำนวณภายใต้ค่าคลาดเคลื่อน ดังนั้นถ้าตัวแบบพยากรณ์ที่ได้มีค่า BIC ต่ำ หมายความว่า ค่าคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์มีค่าต่ำด้วย รวมถึงการพิจารณาค่า MAPE และ RMSE ที่คำนวณจากสมการที่ (2) และ (3) ตามลำดับ พบว่าภายใต้เกณฑ์ค่า BIC, MAPE และ RMSE ที่ต่ำที่สุด วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ที่มีตัวแบบ SARIMA(1, 1, 0)(1, 0, 1)₁₂ ไม่มีพจน์ค่าคงตัว ดังแสดงในสมการที่ (4) มีความถูกต้องและเหมาะสมมากที่สุด (Table 2) จึงอาจกล่าวโดยสรุปได้ว่า ถ้าพิจารณาเพียงข้อมูลชุดที่ 1 เราอาจสรุปว่า ตัวแบบ SARIMA(1, 1, 0)(1, 0, 1)₁₂ ไม่มีพจน์ค่าคงตัว ดังแสดงในสมการที่ (4) มีความถูกต้องและเหมาะสมมากที่สุด เพราะมีผลของการเปรียบเทียบความถูกต้องของตัวแบบพยากรณ์ที่ดีกว่า แล้วนำตัวแบบนี้ไปพยากรณ์ราคาหัวมันสำปะหลังสดในอนาคต ซึ่งตามหลักการของการสร้างตัวแบบพยากรณ์ด้วยเทคนิคการ

พยากรณ์ (Forecasting techniques) จะไม่ได้ทำเช่นนั้น กล่าวคือ จะต้องแบ่งข้อมูลที่น่ามาศึกษาออกเป็น 2 ชุด ชุดที่ 1 สำหรับการสร้างตัวแบบพยากรณ์ และชุดที่ 2 สำหรับการเปรียบเทียบความถูกต้องของตัวแบบพยากรณ์ จากนั้นจึงนำข้อมูลชุดที่ 1 มาสร้างตัวแบบพยากรณ์ด้วยวิธีการพยากรณ์ที่หลากหลาย ซึ่งการศึกษาครั้งนี้ได้พิจารณาวิธีการพยากรณ์ที่หลากหลายวิธี นอกเหนือจากวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ เพื่อให้ครอบคลุมวิธีการพยากรณ์ทางสถิติที่เป็นไปได้ทั้งหมด ได้แก่ วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของโฮลต์ วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของบราวน์ (Brown's Exponential Smoothing Method) วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแฉก วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีฤดูกาลอย่างง่าย วิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบบวก และวิธีการปรับเรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของวินเทอร์แบบคูณ ผลการเปรียบเทียบความถูกต้องของตัวแบบพยากรณ์ พบว่าวิธีการเหล่านี้ไม่มีความเหมาะสม เนื่องจากมีค่าสถิติ Ljung-Box Q มีนัยสำคัญ อีกทั้งยังมีค่า BIC, MAPE หรือ RMSE ที่สูงกว่าวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ (Table 3)

Table 2 BIC, MAPE and RMSE of the first dataset

Forecasting Models	BIC	MAPE	RMSE
SARIMA(1, 1, 0)(1, 0, 1) ₁₂ with no constant	<u>-5.209</u>	<u>5.3226</u>	<u>0.1104</u>
SARIMA(1, 2, 1)(1, 1, 0) ₁₂ with no constant	-4.863	6.2383	0.1352

Table 3 BIC, Ljung-Box Q, MAPE and RMSE of the first dataset

Forecasting methods	BIC	Ljung-Box Q at lag 18	MAPE	RMSE
Holt	-4.960	Ljung-Box Q = 96.620, $p\text{-value} < 0.0001$	6.3857	0.1234
Brown	-4.899	Ljung-Box Q = 93.918, $p\text{-value} < 0.0001$	6.4406	0.1334
Damped	-5.115	Ljung-Box Q = 53.545, $p\text{-value} < 0.0001$	5.6046	0.1137
Simple Seasonal	-5.091	Ljung-Box Q = 112.254, $p\text{-value} < 0.0001$	5.9443	0.1184
Winters' Additive	-5.106	Ljung-Box Q = 120.097, $p\text{-value} < 0.0001$	5.7877	0.1155
Winters' Multiplicative	-4.782	Ljung-Box Q = 120.550, $p\text{-value} < 0.0001$	6.9361	0.1473

จากการใช้ตัวแบบ SARIMA(1, 2, 1)(1, 1, 0)₁₂ พบว่าราคาหัวมันสำปะหลังสดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น (Table 4 และ Figure 7) ไม่มีพจน์ค่าคงตัว ในการพยากรณ์ราคาหัวมันสำปะหลังสด ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ ถึง เดือนธันวาคม พ.ศ. 2563

Table 4 Forecast values of the fresh cassava prices

Time	Forecast values	Time	Forecast values	Time	Forecast values
FEB 2020	2.12	JUN 2020	2.13	OCT 2020	2.30
MAR 2020	2.25	JUL 2020	2.08	NOV 2020	2.28
APR 2020	2.24	AUG 2020	2.09	DEC 2020	2.29
MAY 2020	2.21	SEP 2020	2.20		

**Figure 7** Comparison of fresh cassava prices and its forecasts from SARIMA(1, 2, 1)(1, 1, 0)₁₂ with no constant

อย่างไรก็ตาม ราคาหัวมันสำปะหลังสดมีการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ อาจเป็นเพราะสถานการณ์การผลิต สถานการณ์ตลาด ปริมาณความต้องการบริโภคทั้งภายใน และต่างประเทศ สภาวะเศรษฐกิจ นโยบายการส่งออก ระหว่างประเทศ หรือปัจจัยอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง ดังนั้นจึงควร พิจารณาตัวแปรเหล่านี้เพื่อใช้ในการสร้างตัวแบบ พยากรณ์ให้มีความถูกต้องเหมาะสมมากยิ่งขึ้น โดยการ สร้างเป็นตัวแบบถดถอย (Regression Model) ซึ่งผู้อ่าน สามารถศึกษาวิธีการสร้างตัวแบบลักษณะนี้ได้จาก Montgomery *et al.* (2006) อีกทั้งเมื่อมีราคาหัวมัน สำปะหลังสดที่เป็นปัจจุบันมากขึ้นหรือราคาหัวมัน สำปะหลังสดมีความผันผวนเพิ่มขึ้น ผู้วิจัยควรนำมา ปรับปรุงตัวแบบ เพื่อให้ได้ตัวแบบพยากรณ์ที่มีความ เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ค่าในอนาคตต่อไป

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ได้นำเสนอวิธีการสร้างและ คัดเลือกตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมกับอนุกรมเวลาราคา หัวมันสำปะหลังสดด้วยวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ โดยใช้ข้อมูล จากเว็บไซต์ของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร ตั้งแต่ เดือนมกราคม พ.ศ. 2540 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561 จำนวน 264 ค่า เป็นข้อมูลชุดที่ 1 สำหรับการสร้างตัว แบบพยากรณ์ และข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2562 ถึงเดือนมกราคม พ.ศ. 2563 จำนวน 13 ค่า เป็นข้อมูล ชุดที่ 2 สำหรับการเปรียบเทียบความถูกต้องของตัวแบบ พยากรณ์ โดยใช้เกณฑ์ MAPE และ RMSE ที่ต่ำที่สุด ผลการศึกษาพบว่า สามารถสร้างตัวแบบพยากรณ์ด้วย วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ได้ 2 ตัวแบบ คือ ตัวแบบ SARIMA (1, 1, 0)(1, 0, 1)₁₂ ไม่มีพจน์ค่าคงตัว และตัวแบบ SARIMA (1, 2, 1)(1, 1, 0)₁₂ ไม่มีพจน์ค่าคงตัว แต่จาก การเปรียบเทียบค่า MAPE และ RMSE ของข้อมูลชุดที่ 2 พบว่าตัวแบบ SARIMA (1, 2, 1)(1, 1, 0)₁₂ ไม่มีพจน์ค่า คงตัว มีความเหมาะสมมากที่สุด ซึ่งสามารถเขียนเป็น สมการพยากรณ์ได้ดังนี้

$$\begin{aligned}\hat{Y}_t = & \text{Exp}\{2.56148Z_{t-1} - 2.12296Z_{t-2} + 0.56148Z_{t-3} \\ & + 0.47256Z_{t-12} - 1.21045Z_{t-13} + 1.00323Z_{t-14} \\ & - 0.26533Z_{t-15} + 0.52744Z_{t-24} - 1.35103Z_{t-25} \\ & + 1.11973Z_{t-26} - 0.29615Z_{t-27} - 0.99760e_{t-1}\}\end{aligned}$$

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร ที่เอื้อเฟื้อข้อมูลราคาหัวมันสำปะหลังสดสำหรับการ วิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- Agricultural Information Center. 2018. **Farmers cassava price after it rose 2.49 Baht/Kg.** [Online]. Available <https://www.moac.go.th/news-preview-401191791168> (12 February 2020). [in Thai]
- Box, G.E.P., G.M. Jenkins and G.C. Reinsel. 1994. **Time Series Analysis: Forecasting and Control.** 3rd Ed. New Jersey: Prentice Hall. 438 p.
- Keerativibool, W. 2014. Forecasting the export quantity of rubber compound. **Srinakharinwirot Science Journal** 30(2): 41-56. [in Thai]
- _____. 2016. Forecasting model for the export volumes of cassava. **Thaksin University Journal** 19(1): 31-43. [in Thai]
- Ket-iam, S. 2005. **Forecasting Technique.** 2nd Ed. Songkhla: Thaksin University. 328 p. [in Thai]

- Komkul, P. 2017. Forecasting cassava starch price in Thailand by using time series models. **The Journal of King Mongkut's University of Technology North Bangkok** 27(4): 805-820. [in Thai]
- Montgomery, D.C., E.A. Peck and G.G. Vining. 2006. **Introduction to Linear Regression Analysis**. 4th Ed. New York: Wiley. 535 p.
- Office of Agricultural Economics. 2020. **Fresh cassava prices**. [Online]. Available http://www.oae.go.th/assets/portals/1/files/price/monthly_price/casava.pdf (11 February 2020).
- Riansut, W. and N. Nisan. 2017. Forecasting the export volume of processed chicken. **Naresuan University Journal: Science and Technology** 25(2): 140-152. [in Thai]
- Riansut, W. 2019. Comparison of tapioca selling prices forecast model by statistical forecasting methods. **Journal of Agricultural Research and Extension** 36(3): 54-65. [in Thai]
- Schwarz, G. 1978. Estimating the dimension of a model. **The Annals of Statistics** 6(2): 461-464.
- Thanapala, D., T. Charoensiri and C. Soponpimol. 2016. Forecasting of factory pineapple prices with Box-Jenkins method. **Burapha Science Journal** 21(1): 110-118. [in Thai]
- Thitinunpong, N. and P. Parthanadee. 2012. Forecasting of Fresh Cassava Root Buying Prices and Cassava Chip Selling Prices. pp. 1-8. *In Proceedings of the 50th Kasetsart University Annual Conference*. Bangkok: Kasetsart University. [in Thai]

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 บทความทางวิชาการอื่นๆ ที่เป็นการแสดงความคิดใหม่ หรือสมมุติฐานใหม่ที่มีหลักฐานอ้างอิง หรือเป็นการแสดงความคิดเห็นอย่างกว้างขวางหรือลึกซึ้งในสาขาวิชาการใดสาขาวิชาการหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับการเกษตร หรือเป็นการรวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่างๆ ที่มีสิทธิ์ได้รับการตรวจสอบทางวิชาการจากผู้ทรงคุณวุฒิที่เกี่ยวข้องกับบทความนั้นๆ อย่างน้อย 3 ท่าน พิจารณาให้ลงตีพิมพ์ ได้เช่นเดียวกัน

การเตรียมต้นฉบับ

1. **ต้นฉบับ** เผยแพร่บทความเป็นภาษาไทย โดยใช้ตัวอักษร TH Sarabun PSK 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/บทความทางวิชาการอื่นๆ 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 **คำอธิบายและรายละเอียดต่างๆ ของตารางและรูปภาพ ต้องเป็นภาษาอังกฤษเท่านั้น** โดยมีความชัดเจน กะทัดรัด และมีหมายเลขกำกับด้านบของตารางและด้านล่างของรูปภาพ และเมื่ออ้างถึงในเนื้อหาให้ใช้เป็นคำว่า Table และ Figure
- (4) **การวิจารณ์ผล การสรุปผล และข้อเสนอแนะ** ควรวิจารณ์ผลการวิจัยพร้อมทั้งสรุปประเด็น และสาระสำคัญของงานวิจัย หรือให้ข้อเสนอแนะบนพื้นฐานของผลการวิจัย

หมายเหตุ: หน่วยวัดตามระบบต่างๆ ให้ใช้ตัวย่อตามมาตรฐานในการเขียนที่กำหนดไว้ เช่น เซนติเมตร = ซม. ตารางเมตร = ตร.ม.

มิลลิกรัมต่อกรัม = มก./กก. แต่ถ้าเป็นหน่วยวัดที่มีเพียงอย่างเดียวให้ใช้คำเต็มตามปกติ เช่น เมตร กรัม ลิตร

7. **กิตติกรรมประกาศ** เพื่อแสดงความขอบคุณแก่ผู้ให้ทุนวิจัย หรือผู้ที่ให้ความช่วยเหลือในการวิจัย
8. **เอกสารอ้างอิง** รายชื่อเอกสารที่ใช้เป็นหลักในการค้นคว้าวิจัยและมีการอ้างอิงในเนื้อหา ต้องแสดงเป็นภาษาอังกฤษเท่านั้น กรณีที่อ้างอิงจากเอกสารภาษาไทยหรือภาษาอื่นๆ ให้แปลเป็นภาษาอังกฤษ โดยมีวงเล็บกำกับท้ายเอกสาร [in Thai] หรือภาษาอื่นๆ ตามคำแนะนำวิธีการเขียน ดังนี้

การเขียนเอกสารอ้างอิง

1. บทความจากวารสารวิชาการมาตรฐาน

1.1 ผู้เขียนคนเดียวหรือหลายคน

ชื่อผู้เขียนบทความคนที่ 1/ผู้เขียนบทความคนที่ 2/และผู้เขียนบทความคนสุดท้าย./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]

Aksornkoae, 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.

Pooprornpan, P., K. Duangsong and R. Sriaporn. 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 บทความจากนิตยสาร

ชื่อผู้เขียนบทความ./ปีที่ตีพิมพ์./ชื่อบทความ./ชื่อนิตยสาร./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./ (วันที่/เดือน/ปี): เลขที่หน้าที่อ้างอิง.

Manapaisarn, S. 2006. Kra Sate Tra Korn Thai Nai A Na Koth. **Thai Rath**. (10 January 2006): 7. [in Thai]

4. แหล่งข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์

ผู้แต่งหรือผู้รับผิดชอบ./ปีที่บันทึกข้อมูล./ชื่อเรื่อง./[ระบบออนไลน์]/แหล่งที่มา/ระบุแหล่งการติดต่อเครือข่ายหรือการถ่ายโอนแฟ้มข้อมูล ชื่อแฟ้มข้อมูล/(วันที่/เดือน/ปี ที่ค้นข้อมูล).

Maythiyanon, T., N. Piriyanonroj 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> (22 September 2005). [in Thai]

National Economic and Social Development Board (NESDB). 2001. **Input-output tables of Thailand**. [Online]. Available <http://www.nesdb.go.th> (8 August 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> (3 July 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 3 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 PSK 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. Emultions. pp. 153-185. *In* Hall, G.M. (ed.). **Methods of Testing Protein Functionality.** London: Chapman & Hall.

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> (8 August 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://tc-thaijo.org/index.php/MJUJN/index> or <http://www.jare.mju.ac.th>

การส่งต้นฉบับ การตรวจสอบเบื้องต้น และการแก้ไข

1) ส่งไฟล์ต้นฉบับ ให้มีรายละเอียดครบตรงตามคำแนะนำในการเตรียมต้นฉบับ และหนังสือนำเสนอถึงบรรณาธิการ โดยนำเสนอและลงทะเบียนออนไลน์ที่ <https://www.tci-thaijo.org/index.php/MJUJN/index> หรือ <http://www.jare.mju.ac.th> ช่องทาง “ลงทะเบียนออนไลน์”

2) กองบรรณาธิการจะพิจารณาบทความเบื้องต้น ในกรณีที่ต้องแก้ไขจะแจ้งให้เจ้าของบทความทำการแก้ไข ก่อนนำเสนอให้ผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาในลำดับต่อไป สำหรับบทความที่ไม่ได้รับการพิจารณาให้ดำเนินการต่อจะส่งต้นฉบับคืนให้เจ้าของบทความ

3) บทความที่ได้รับการพิจารณาจากกองบรรณาธิการให้ดำเนินการต่อ จะได้รับการตรวจสอบทางวิชาการจากผู้ทรงคุณวุฒิ อย่างน้อยบทความละ 3 ท่าน ที่เชี่ยวชาญในสาขาที่เกี่ยวข้องกับบทความนั้น ๆ และบทความที่ได้รับการพิจารณาให้ตีพิมพ์ กองบรรณาธิการจะส่งข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะจากผู้ทรงคุณวุฒิ พร้อมทั้งต้นฉบับให้เจ้าของบทความปรับปรุงแก้ไข

4) บทความที่ได้รับการตีพิมพ์จะมีการเผยแพร่ออนไลน์ (Journal Online) ในรูปแบบวารสารอิเล็กทรอนิกส์ที่ <http://www.jare.mju.ac.th> และ <https://www.tci-thaijo.org/index.php/MJUJN/index>

JOURNAL OF AGRICULTURAL RESEARCH AND EXTENSION

Honorable Consultants: Asst. Prof. Dr. Chamnian Yosraj
Asst. Prof. Pawin Monochai

Directing Editors: Assoc. Prof. Dr. Yongyut Khamsee Assoc. Prof. Dr. Jamnian Bunmark
Asst. Prof. Dr. Jiraporn Inthasan Asst. Prof. Dr. Sureewan Mekkamol

Editor-in Chief: Assoc. Prof. Dr. Kriangsak Sri-Ngernyuang

Editorial Board:	Prof. Chalernpol Sampet	Chiang Mai University
	Prof. Emeritus Dr. Anurak Panyanuwat	Chiang Mai University
	Prof. Dr. Tanongkiat Kiatsiriroat	Chiang Mai University
	Prof. Dr. Sanchai Jaturasitha	Chiang Mai University
	Prof. Dr. Prisarn Sithigorngul	Srinakharinrawit University
	Prof. Dr. Pranom Chantaranothai	Khon Kaen University
	Prof. Dr. Uthairat Na-Nakorn	Kasetsart University
	Prof. Dr. Siriwat Wongsiri	Maejo University
	Assoc. Prof. Dr. Wallratat Intarucconnorn	Chiang Mai University
	Assoc. Prof. Dr. Wandee Wattanachaiyingcharoen	Naresuan University
	Assoc. Prof. Dr. Ubolluk Rattanasak	Burapha University
	Assoc. Prof. Dr. Pramot Seetakoses	Maejo University
	Assoc. Prof. Dr. Prasert Janyasupab	Maejo University
	Assoc. Prof. Dr. Nopmanee Topoonyanont	Maejo University
	Assoc. Prof. Aomtip Mekruksawannich-Kampe	Maejo University
	Assoc. Prof. Prawit Puddhanon	Maejo University
	Asst. Prof. Teerapong Sawangpanyangkura	Maejo University

Operation committee:	Ms. Varee Rahong	Mrs. Thanyarat Thawatmongkonsuk
	Ms. Rungsima Ampawan	Mrs. Thipsuda Pookmanee
	Mr. Somyot Meesuk	Ms. Ampar Sansai
	Mrs. Chiranan Senanan	Ms. Ranrana Kayun

PR and Publishing:	Mr. Prinya Painusa	Mr. Prasit Chaikum
	Mrs. Prapaisri Thongjang	

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 2 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: www.jare.mju.ac.th



JOURNAL OF AGRICULTURAL RESEARCH AND EXTENSION

Office of Agricultural Research & Extension

Maejo University

Vol. 39 No. 1 January - April 2022

E-ISSN 2630-0206

Changing the Role of Farmers to becoming a Seed Seller Challenges of Learning and Understanding Relevant Laws

Sarapa Suttarin..... 1-12

Effect of Aloe Vera Coating Substance on Germination, Vigor and Seedling Growth of Sweet Corn

Jakkrapong Kangsopa, Phetcarat Jeephet and Sureemard Chantain..... 13-27

Applying of Bagasse, Rice Straw and Giant Mimosa as Cultivation Substrate of Oyster Mushroom (*Pleurotus ostreatus* Jacq.ex Fr.)

Karupakorn Laeadon..... 28-39

Effects of Soil-analysis Based Fertilization Combined with Application of Soil Conditioners on Growth Characteristics, Yield and Qualities of Pineapple

Auraiwan Isuwan and Thanawadee Promchan..... 40-51

Effect of Cricket Frass and Mealworm Waste Compost Pellet Applications on Soil Properties and Yield of Pathum Thani 1 Rice

Prachwanee Pibumrung..... 52-64

Chemical Composition of Brown Rice Grains from Organic Farming in Nakhon Ratchasima Province

Winakon Theerak..... 65-71

Diversity of Insects in Corn Fields at Thasakae Subdistrict, Chat Trakan District Phitsanulok Province

Oraya Moruang, Keerati Tanruean, Natdanai Likittrakarn and Pisit Poolprasert..... 72-82

Effect of Chitosan Extracted by Chemical Method from Shrimp Shell in Diet Supplementation on Growth Performance and Blood Biochemistry in Starting – Growing Pig (Body Weight 10-60 kg)

Chatchai Senkwankaew..... 83-93

The Effect of Ascorbic Acid Supplementation in Semen Diluent on Semen Quality at Different Storage Times

Witchuda Yindee, Benyapha Surasom, Kanokkam Reebrangrum, Worrapompat Patpai
Nuntha Sompen and Nuttawan Somnuek..... 94-103

A Study on Growth Performance of Interspecific Crosses-hybrid Catfish Species: Buk Siam Hybrid Catfish (Male *Pangasianodon gigas* x Female *P. hypophthalmus*) *Pangosius larnaudii* and *Pangasius sanitwongsei*

Nissara Kitcharoen, Kanokwan Nakkham and Kriangsak Mengumphan..... 104-113

Promotion and Development of Fighting Fish Culture: A Case Study Siamese Fighting Fish Farmers Group, Bang Muang Sub-district, Mueang District, Nakhon Sawan Province

Jamree Krueahong, Chongdee Srinoparatawatana, Surapee Prasoompon
and Parinya Panboonma..... 114-126

Small-scale Farmers' Acceptance of Organic Rice Production System in Maha Sarakham Province

Orawan Srisompun, Kanjana Tongsook and Phirayot Khaengkhan..... 127-138

The Supply Chain Analysis of Rong-Rean Nasan Rambutan in Surat Thani Province: The Case Study of Ban Nasan Agricultural Cooperative Limited

Patcharin Supapunt, Patcharee Intanu and Kongnaran Chaikampun..... 139-149

Cost and Benefit Analysis of Economic Aquatic Animals of Inshore Fishing in Trang Province

Jareewan Chankong, Jasada Romyen, Boonrad Boonradsamee, Wichulada Thavaroj
Saowanee Chaipech and Apirak Songrak..... 150-164

Forecasting of Fresh Cassava Prices via the Use of Box-Jenkins Method

Warangkhan Riansut..... 165-177

AGRI. RES. EXT. J. 39(1) 1-177 (2022)